

Е. В. Крышилович, В. А. Мостовых

ХИМИЯ

АЛГОРИТМЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ТИПОВЫХ ЗАДАНИЙ



**Пошаговые действия
при решении заданий**

Необходимая теория,
рекомендации

Образцы
выполнения заданий

Ответы
ко всем заданиям

100 баллов!



Е. В. Крышилович, В. А. Мостовых

ХИМИЯ

**АЛГОРИТМЫ ВЫПОЛНЕНИЯ
ТИПОВЫХ ЗАДАНИЙ**

ЕГЭ



МОСКВА
2018

УДК 373:54
ББК 24я721
К85

Макет подготовлен при содействии ООО «Айдиономикс»

Крышилович, Елена Владимировна.

К85 ЕГЭ. Химия: алгоритмы выполнения типовых заданий /
Е.В. Крышилович, В. А. Мостовых. — Москва : Эксмо, 2018.—
288 с. — (ЕГЭ. Алгоритмы выполнения типовых заданий).

ISBN 978-5-04-096809-1

В пособии представлены алгоритмы выполнения типовых заданий ЕГЭ по химии. К каждому заданию приводятся все необходимые материалы: теоретические сведения, анализ типичных ошибок при выполнении, комментарии и подробные пояснения к правильным ответам. Книга поможет выработать навыки выполнения заданий разных типов, систематизировать знания и качественно подготовиться к ЕГЭ.

Пособие адресовано учащимся 10—11 классов для подготовки к ЕГЭ по химии и учителям для организации учебного процесса.

УДК 373:54
ББК 24я721

ISBN 978-5-04-096809-1


© Крышилович Е.В., Мостовых В.А., 2018
© Оформление. ООО «Издательство «Эксмо», 2018

Содержание

Введение	4
1. Современные представления о строении атома	6
2. Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева.....	18
3. Степень окисления химических элементов.....	22
4. Химическая связь и строение вещества.....	26
5. Классификация неорганических веществ. Номенклатура.....	31
6. Химические свойства металлов, неметаллов и оксидов.....	40
7. Химические свойства оснований, амфотерных гидроксидов, кислот и солей.....	49
8. Химические свойства неорганических веществ. Нахождение вещества	55
9. Химические свойства неорганических веществ. Нахождение продукта реакции	60
10. Взаимосвязь неорганических веществ	64
11. Классификация органических веществ. Номенклатура.....	70
12. Теория строения органических соединений. Типы связей.....	77
13. Химические свойства и получение углеводов.....	82
14. Химические свойства и получение кислородсодержащих органических соединений	89
15. Азотсодержащие органические соединения.....	96
16. Углеводы. Установление соответствия	102
17. Кислородсодержащие органические соединения. Установление соответствия	111
18. Взаимосвязь углеводов, кислородсодержащих и азотсодержащих органических соединений	119
19. Классификация химических реакций в неорганической и органической химии	124
20. Скорость химической реакции	130
21. Окислительно-восстановительные реакции. Установление соответствия....	134
22. Электролиз.....	141
23. Гидролиз солей.....	148
24. Обратимые и необратимые реакции. Химическое равновесие.....	154
25. Качественные реакции неорганических и органических соединений.....	160
26. Методы познания. Химия и жизнь	167
27. Расчёты. Массовая доля вещества в растворе	175
28. Расчёты по термохимическим уравнениям.....	180
29. Расчёты массы вещества или объёма газов	183
30. Окислительно-восстановительные реакции	187
31. Реакции ионного обмена	193
32. Взаимосвязь различных классов неорганических веществ. Реакции.....	197
33. Взаимосвязь органических соединений. Цепочка превращений.....	202
34. Комбинированная расчётная задача.....	205
35. Расчёты по химическим формулам и уравнениям реакций.....	210
Ответы	218

Введение

Предлагаемое пособие — отличный помощник школьника при подготовке к единому государственному экзамену по химии. Благодаря данной книге старшеклассник актуализирует свои знания по предмету, потренируется выполнять разные типы экзаменационных заданий и распределять время на выполнение всей работы, проверит, насколько он владеет научной информацией, проанализирует ошибки и выявит, на какие темы необходимо обратить особое внимание.

Пособие включает две части: первая — раздел с заданиями, вторая — ответы к ним. Каждая глава первой части соответствует номеру задания экзаменационной работы, содержит его описание, указывает, на проверку каких знаний и навыков оно направлено, ⌚ сколько времени потребуется на выполнение,  какой уровень сложности, ☆ какой максимальный балл оценивания, а также включает план выполнения задания, пример с разбором, справочный материал, блок заданий для самостоятельной работы.

Задания единого государственного экзамена по химии рассчитаны на проверку знаний и умений по темам «Теоретические основы химии: современные представления о строении атома», «Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева, химическая связь и строение вещества», «Химическая реакция», «Неорганические вещества: классификация и номенклатура, химические свойства и генетическая связь веществ различных классов», «Органические вещества: классификация и номенклатура, химические свойства и генетическая связь веществ различных классов», «Методы познания в химии. Химия и жизнь: экспериментальные основы химии, общие представления о промышленных способах получения важнейших веществ», «Расчёты по химическим формулам и уравнениям реакций».

Вариант контрольных измерительных материалов (КИМ) экзаменационной работы содержит 35 заданий и состоит из двух частей, различающихся по форме и уровню сложности. Часть 1 содержит 29 заданий с кратким ответом, часть 2 — 6 заданий с развёрнутым ответом.

Ответом к заданиям части 1 является число или последовательность цифр, которые записываются без пробелов, запятых и других допол-

нительных символов по приведённым ниже образцам в поле ответа в тексте работы, а затем переносятся в бланк ответов № 1.

Каждый символ в бланке рекомендуется писать в отдельную клетку.

КИМ

БЛАНК

Ответ:

1	2
---	---

3	1	2																	
---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ответ:

X	Y
1	4

7	1	4																	
---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Ответ: 8, 6

27	8	,	6																
----	---	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

В заданиях части 2 ответ формулируется и записывается школьником самостоятельно в развёрнутой форме, научным языком, с подробным пояснением или решением. В бланке ответов № 2 необходимо указать номер задания и записать его полное решение или пояснение. Данный бланк односторонний, ответ, записанный на оборотной стороне бланка, не будет оцениваться.

При выполнении работы можно использовать 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), а для вычислений разрешено пользоваться непрограммируемым калькулятором.

При выполнении заданий можно пользоваться черновиком, выданным комиссией. Он представляет собой лист формата А4 со штампом учреждения образования. После окончания экзамена черновик необходимо сдать, но при оценивании работы записи в черновике, а также в тексте КИМ не учитываются. Поэтому обязательно нужно перенести ответы в бланк.

Для подготовки к экзамену следует ознакомиться с кодификатором, спецификацией и демонстрационным вариантом КИМ единого государственного экзамена по химии.

Желаем успехов на ЕГЭ!

Современные представления о строении атома



2—3 минуты



базовый



1 балл

Задание № 1 рассчитано на проверку знаний основных положений химических теорий для анализа строения и свойств веществ; электронных конфигураций атомов и ионов; основного и возбуждённого состояния атомов, а также умений характеризовать *s*-, *p*- и *d*-элементы по их положению в Периодической системе Д. И. Менделеева.

Задание содержит пять химических элементов, из которых необходимо выбрать два согласно формулиров-

ке задания. В ответе надо записать цифры, под которыми указаны выбранные элементы.



При подготовке к заданию необходимо:

- повторить информацию о строении электронных оболочек атомов элементов первых четырёх периодов: *s*-, *p*- и *d*-элементы;
- разобраться в темах «Электронные конфигурации атомов и ионов», «Основное и возбуждённое состояние атомов».



План выполнения

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Найдите по таблице химических элементов Д. И. Менделеева, в каких периодах и группах расположены данные химические элементы.
3. Установите, к какой подгруппе принадлежит каждый элемент — главной или побочной. В зависимости от этого определите число электронов на внешнем уровне и, соответственно, степени окисления, какие элемент может проявлять в соединениях.
4. Выберите два элемента, отвечающие условию задания.
5. Запишите цифры, под которыми указаны выбранные варианты, в поле ответа КИМ и бланк ответов № 1.



Задание

Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии содержат одинаковое число электронов на внешнем уровне.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

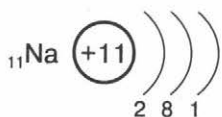
- 1) Na; 2) Cl; 3) Si; 4) Mn; 5) Cr.

Ответ:

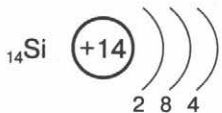
1 5

Пояснение:

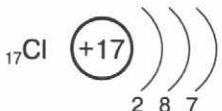
В задании нужно найти два элемента, которые имеют **одинаковое количество электронов** на внешнем уровне. По таблице химических элементов находим, в каких группах расположены данные химические элементы. Определяем принадлежность элементов к главной или побочной подгруппе. Вспоминаем, что у элементов главных подгрупп число электронов на внешнем уровне равно номеру группы.



Натрий — элемент IA группы, значит, **один электрон** на внешнем уровне.

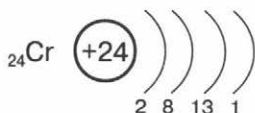


Кремний — элемент IVA группы, значит, **четыре электрона** на внешнем уровне.

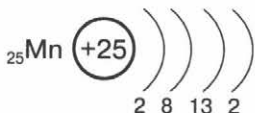


Хлор — элемент VIIA группы, значит, **семь электронов** на внешнем уровне.

У элементов побочных подгрупп количество электронов на внешнем уровне равно **двум**, за исключением элементов IB подгруппы — Cu, Ag, Au и элементов VIB подгруппы — Cr, Mo: у них на внешнем уровне **один электрон**, так как происходит проскок (провал) электрона.



Хром — элемент VI группы побочной подгруппы, значит, один электрон на внешнем уровне (элемент-исключение).



Марганец — элемент VII группы побочной подгруппы, значит, **два электрона** на внешнем уровне (элемент — не исключение).

В результате получили два элемента, у которых по одному электрону на внешнем уровне — это **натрий** и **хром**.



Распространённая ошибка при выполнении задания такого типа заключается в том, что забывается о проскоке электрона у элементов IB и VIB групп с внешнего энергетического уровня на предвнешний уровень, в связи с чем на внешнем уровне у элементов этих подгрупп по одному электрону.



Задание

Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии содержат одинаковое число валентных электронов.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

1) Na; 2) Cl; 3) Si; 4) Mn; 5) Cr.

Ответ:

2	4
---	---

Пояснение:

На первый взгляд это такое же задание, как в рассмотренном выше примере, но ответ будет другой, так как в условии есть дополнительное словосочетание «**валентных электронов**», которое часто не замечается при чтении, поэтому многие участники экзамена приводят неверный вариант ответа: 1, 5 (натрий и хром). То есть в ответе были выбраны элементы, которые содержат одинаковое число внешних электронов, хотя в условии задания шла речь о **валентных электронах** атомов. А как известно, у *d*-элементов валентными являются электроны внешнего уровня и предвнешнего *d*-подуровня. Правильный ответ — **марганец** и **хлор**, так как они имеют по семь валентных электронов, это элементы одной VII группы.



Типичная ошибка — невнимательное прочтение задания.



Задание

Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии во внешнем слое содержат один неспаренный электрон.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

1) Li; 2) C; 3) Cu; 4) Mn; 5) O.

Ответ:

1	3
---	---

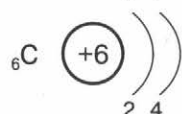
Пояснение:

В задании нужно найти элементы, которые в основном состоянии во внешнем слое содержат **неспаренный электрон**. По таблице химических элементов находим, в каких группах расположены данные химические элементы. Определяем принадлежность элементов к главной или побочной подгруппе.

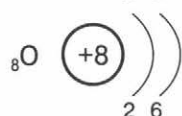
У элементов главных подгрупп число электронов на внешнем уровне равно номеру группы.



У атома **лития один электрон** на внешнем уровне.

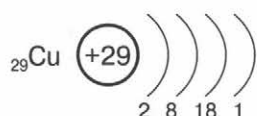


У атома **углерода четыре электрона** на внешнем уровне.

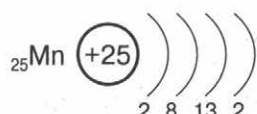


У атома **кислорода шесть электронов** на внешнем уровне.

У элементов побочных подгрупп IB и VIB по одному электрону на внешнем уровне (элементы-исключения).



У атома **меди один электрон** на внешнем уровне (элемент IB группы).

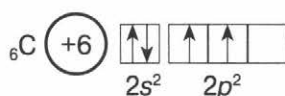


У атома **марганца два электрона** на внешнем уровне (элемент VIIB группы).

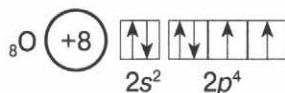
Для определения **спаренных и неспаренных электронов** составим графические электронные формулы внешнего уровня для атомов элементов главных подгрупп.



У атома **лития один** неспаренный электрон.



У атома **углерода два** неспаренных электрона.



У атома **кислорода два** неспаренных электрона.

Составим графические электронные формулы внешнего уровня для атомов элементов побочных подгрупп.



У атома **меди один** неспаренный электрон.



У атома **марганца два** спаренных электрона.

В результате видим, что по одному неспаренному электрону имеют элементы **литий и медь**.



Задание

Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов имеют электронную конфигурацию внешнего энергетического уровня ns^1 .

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

1) Cs; 2) He; 3) Li; 4) Ar; 5) Ne.

Ответ:

1 3

Пояснение:

В задании нужно найти элементы по **электронной конфигурации** внешнего энергетического уровня. По таблице химических элементов находим, в каких группах расположены данные химические элементы. Определяем принадлежность элементов к главной или побочной подгруппе. Вспоминаем, что у элементов главных подгрупп число электронов на внешнем уровне равно номеру группы.

${}_{55}\text{Cs}$ $(+55)$ $\left. \begin{array}{c} \left. \left. \left. \left. \left. \right) \right) \right) \right) \right) \right) \right) \end{array} \right\}$ У атома **цезия один электрон** на внешнем уровне.
2 8 18 18 8 1

${}_2\text{He}$ $(+2)$ $\left. \begin{array}{c} \left. \right) \right) \end{array} \right\}$ У атома **гелия два электрона** на внешнем уровне.
2

${}_3\text{Li}$ $(+3)$ $\left. \begin{array}{c} \left. \right) \right) \end{array} \right\}$ У атома **лития один электрон** на внешнем уровне.
2 1

${}_{18}\text{Ar}$ $(+18)$ $\left. \begin{array}{c} \left. \left. \right) \right) \right) \end{array} \right\}$ У атома **аргона восемь электронов** на внешнем уровне.
2 8 8

${}_{10}\text{Ne}$ $(+10)$ $\left. \begin{array}{c} \left. \right) \right) \end{array} \right\}$ У атома **неона восемь электронов** на внешнем уровне.
2 8

Для каждого элемента составляем электронную формулу, обозначая подчёркиванием внешний уровень:

- атом цезия: ${}_{55}\text{Cs}$ $(+55)$ $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^6 \underline{6s^1}$;
- атом гелия: ${}_2\text{He}$ $(+2)$ $\underline{1s^2}$;
- атом лития: ${}_3\text{Li}$ $(+3)$ $1s^2 \underline{2s^1}$;
- атом аргона: ${}_{18}\text{Ar}$ $(+18)$ $1s^2 2s^2 2p^6 \underline{3s^2 3p^6}$;
- атом неона: ${}_{10}\text{Ne}$ $(+10)$ $1s^2 \underline{2s^2 2p^6}$.

После составления электронных формул видно, что электронной конфигурации ns^1 соответствует электронная конфигурация внешнего уровня атома **цезия** $6s^1$ и атома **лития** $2s^1$.



Для краткости записи электронной конфигурации вместо орбиталей, полностью заселённых электронами, иногда в квадратных скобках записывают символ благородного газа, имеющего соответствующую электронную формулу:



Например, электронная формула кальция: ${}_{20}\text{Ca} \text{ (20) } [\text{Ar}] 4s^2$.



Задание

Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в возбуждённом состоянии имеют электронную формулу внешнего энергетического уровня $ns^1 np^3$.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

1) Al; 2) B; 3) C; 4) N; 5) Si.

Ответ:

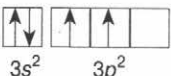
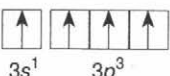
3 5

Пояснение:

В задании нужно найти по электронной конфигурации внешнего энергетического уровня элементы в **возбуждённом состоянии**. По таблице химических элементов находим, в каких группах расположены данные химические элементы. Определяем принадлежность элементов к главной или побочной подгруппе, вспоминаем, что у элементов главных подгрупп число электронов на внешнем уровне равно номеру группы. Составляем электронно-графические формулы внешнего уровня для атомов в основном и возбуждённом состоянии.

Основное состояние атома	Возбуждённое состояние атома
1) ${}_{13}\text{Al}$ (+13) $\begin{array}{ c c c c } \hline \uparrow\downarrow & \uparrow & & \\ \hline \end{array}$ $3s^2 \quad 3p^1$	1) ${}_{13}\text{Al}^*$ (+13) $\begin{array}{ c c c c } \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow & \\ \hline \end{array}$ $3s^1 \quad 3p^2$
2) ${}_5\text{B}$ (+5) $\begin{array}{ c c c c } \hline \uparrow\downarrow & \uparrow & & \\ \hline \end{array}$ $2s^2 \quad 2p^1$	2) ${}_5\text{B}^*$ (+5) $\begin{array}{ c c c c } \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow & \\ \hline \end{array}$ $2s^1 \quad 2p^2$
3) ${}_6\text{C}$ (+6) $\begin{array}{ c c c c } \hline \uparrow\downarrow & \uparrow & \uparrow & \\ \hline \end{array}$ $2s^2 \quad 2p^2$	3) ${}_6\text{C}^*$ (+6) $\begin{array}{ c c c c } \hline \uparrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$ $2s^2 \quad 2p^3$
4) ${}_7\text{N}$ (+7) $\begin{array}{ c c c c } \hline \uparrow\downarrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$ $2s^2 \quad 2p^3$	4) ${}_7\text{N}^*$ (+7) $\begin{array}{ c c c c } \hline \uparrow\downarrow & \uparrow & \uparrow & \uparrow \\ \hline \end{array}$ $2s^2 \quad 2p^3$

>>>

Основное состояние атома	Возбуждённое состояние атома
5) ${}_{14}\text{Si}$ (+6)  $3s^2 \quad 3p^2$	5) ${}_{14}\text{Si}^*$ (+6)  $3s^1 \quad 3p^3$



ВНИМАНИЕ! Для атома азота электронно-графические формулы, характеризующие основное и возбуждённое состояние, совпадают, так как у атома нет свободной орбитали с более высокой энергией, на которую могли бы «перескакивать» спаренные электроны с орбиталей с меньшей энергией.

По электронно-графическим формулам определяем, что в возбуждённом состоянии имеют электронную формулу внешнего энергетического уровня ns^1np^3 атомы **углерода** и **кремния**.



СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева

Периодический закон гласит: свойства атомов химических элементов, а также состав и свойства образуемых ими веществ находятся в периодической зависимости от зарядов атомных ядер.

Период — последовательный горизонтальный ряд элементов, атомы которых различаются числом электронов в наружном слое. Каждый период, кроме первого, начинается типичным металлом (щелочным) и завершается благородным (инертным) газом.

Группа — вертикальный ряд элементов, расположенных в порядке возрастания зарядов ядер их атомов, имеющих одинаковое электронное строение внешних энергетических уровней.

Подгруппы, в которых расположены s - и p -элементы, называют **главными** — они состоят из элементов и малых и больших периодов, а подгруппы с d -элементами называют **побочными** — они состоят только из элементов больших периодов.

Энергетические уровни

Электроны различаются своей энергией. Они обладают тем бóльшим запасом энергии, чем дальше от ядра расположены. В атоме имеются электроны с близкими значениями энергии, которые образуют **электронные слои** (энергетические уровни). Число энергетических уровней равно номеру периода в Периодической системе.

Максимальное число электронов на энергетическом уровне можно найти с помощью формулы $N = 2n^2$, где N — число электронов, n — номер уровня. На первом энергетическом уровне ($n = 1$) максимальное число электронов — 2, на втором ($n = 2$) — 8, на третьем — 18, четвёртом — 32.

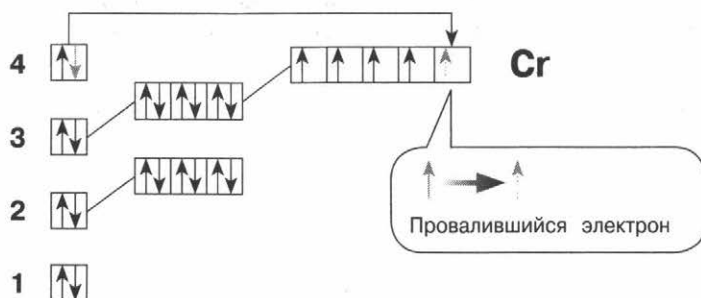
Энергетические уровни разделены на подуровни: s , p , d и f . При этом первый энергетический уровень имеет один подуровень — s , второй — два подуровня: s и p , третий — три подуровня: s , p , d , четвёртый — все четыре подуровня: s , p , d , f .

Внешний электронный слой заполняется у элементов главных подгрупп, причём число внешних электронов соответствует номеру группы. У элементов побочных подгрупп (d -элементы) заполняется предвнешний слой, а во внешнем слое остаются один или (чаще всего) два электрона.

Проскок электрона

Один электрон на внешнем уровне имеют элементы IB и VIB групп, так как происходит проскок (провал) электрона с s -подуровня последнего уровня на d -подуровень предпоследнего уровня. Объясняется это тем, что энергетически более выгодно, когда в атоме имеется наполовину или полностью заполненный подуровень (p^3 ; p^6 ; d^5 ; d^{10} ; f^7 ; f^{14}).

Проскок электрона — это его переход с внешнего энергетического уровня (s -подуровня) на более низкий (d -подуровень), что объясняется большей энергетической устойчивостью образующихся при этом электронных конфигураций. Например, у атома хрома происходит проскок электрона с $4s$ -подуровня на $3d$ -подуровень, в связи с чем у атома хрома один электрон на внешнем уровне.



Валентные электроны — электроны, которые могут участвовать в образовании химической связи. В химии валентными называют электроны, находящиеся на внешней (валентной) оболочке атома.

d -Элементы-исключения	Атомная валентная зона	
	теоретическая	практическая
Cu	$3d^9 4s^2$	$3d^{10} 4s^1$
Ag	$4d^9 5s^2$	$4d^{10} 5s^1$
Au	$5d^9 6s^2$	$5d^{10} 6s^1$
Cr	$3d^4 4s^2$	$3d^5 4s^1$
Mo	$4d^4 5s^2$	$4d^5 5s^1$



He — элемент первого периода, находится в VIIIА группе. Содержит на внешнем уровне два электрона, так как имеет один энергетический уровень, на котором максимально может находиться два электрона.

Cr, Mo — элементы VI группы побочной подгруппы. Эти элементы содержат на внешнем уровне один электрон, а не два, как у многих элементов побочных подгрупп, так как наблюдается проскок электрона. Объясняется это тем, что **энергетически более выгодно, когда в атоме имеется наполовину или полностью заполненный подуровень** (p^3 ; p^6 ; d^5 ; d^{10} ; f^7 ; f^{14}). Поэтому в атомах элементов, у которых строение электронной оболочки близко к вышеуказанному, может наблюдаться преждевременное заполнение d -подуровня за счёт проскока (провала) электрона с внешнего s -подуровня на нижележащий (предвнешний) d -подуровень (закономерные проскоки).

Правила заполнения атомных орбиталей



1. Число электронов в атоме элемента определяется по порядковому номеру элемента в Периодической системе. Порядковый номер (число протонов в ядре) равен заряду ядра атома и числу электронов в атоме.
2. Электроны по орбиталям распределяются последовательно, начиная с $1s$ -орбитали. При этом выполняется принцип минимума энергии (в соответствии с приведённым ниже порядком заполнения атомных орбиталей).

Порядок заполнения атомных орбиталей

$1s \ 2s \ 2p \ 3s \ 3p \ 4s \ 3d \ 4p \ 5s \ 4d \ 5p \ 6s \ 4f \ 5d \ 6p \ 7s \ 5f \ 6d \ 7p$

3. На каждой орбитали может располагаться не более двух электронов с антипараллельными (противоположными) **спинами**. При заполнении электронами одинаковых по энергии орбиталей электроны располагаются сначала по одному на каждой орбитали, потом начинается заселение этих орбиталей вторыми электронами.

Если на орбитали находится один электрон, его называют **неспаренным**. Если на орбитали находятся два электрона, их называют **спаренными**.

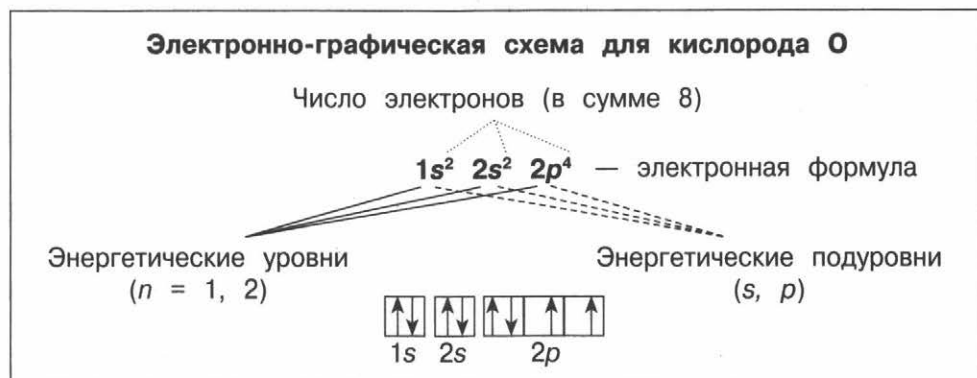
При заполнении орбиталей электроны обозначаются стрелками:  или . На одной орбитали одна стрелка направлена вверх, другая — вниз. Это связано с тем, что на одной орбитали может находиться не более двух электронов, которые отличаются ориентацией собственного магнитного поля — спином (обозначают \uparrow или \downarrow).



В одной ячейке не может находиться более двух электронов.

Электронная формула

Условное изображение распределения электронов в электронном облаке по уровням, подуровням и орбиталям называется **электронной формулой атома**.



При составлении электронной формулы следует помнить, что номер периода химического элемента определяет число энергетических уровней (оболочек) в атоме, его порядковый номер — количество электронов, а также характеристику подуровней.

Правила составления электронных формул

- **Принцип минимальной энергии.** Чем меньший запас энергии имеет система, тем более стойкой она является.
- **Правило Клечковского.** Распределение электронов по уровням и подуровням электронного облака происходит в порядке возрастания значения суммы главного и орбитального квантовых чисел ($n + l$). В случае равенства значений ($n + l$) первым заполняется тот подуровень, который имеет меньшее значение n .

$$1s < 2s < 2p < 3s < 3p < 4s \approx 3d < 4p < 5s \approx 4d < 5p < 6s \approx 5d \approx 4f < 6p$$

- **Правило Хунда.** Заполнение энергетических уровней происходит таким образом, чтобы суммарный спин был максимальным. Например, три электрона на орбиталях p -оболочки располагаются следующим образом:



- **Принцип Паули.** В атоме не может быть двух электронов с одинаковым набором четырёх квантовых чисел.

Основное и возбуждённое состояние атома

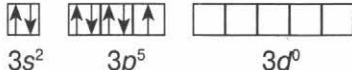
Основное состояние атома — наиболее энергетически выгодное состояние, которое получается при последовательном заполнении энергетических уровней электронами. Например, для атома бора ${}^5\text{B}$ электронная конфигурация в основном состоянии атома представлена

в виде $1s^2 2s^2 2p^1$. Атом имеет один неспаренный электрон и может образовывать только одну связь.


Возбуждённое состояние атома — состояние, при котором атом получает энергию извне и один или несколько электронов повышают свою энергию и переходят на более высокий энергетический уровень. Например, для атома углерода ${}_6\text{C}$ электронная конфигурация в возбуждённом состоянии атома представлена в виде $1s^2 2s^1 2p^3$. Атом имеет четыре неспаренных электрона и может образовывать четыре связи — это соединения четырёхвалентного углерода — многочисленные органические вещества.

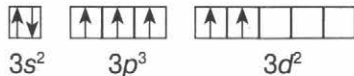
Происходящее при этом распаривание электронов приводит к возрастанию у атома числа неспаренных электронов, то есть к появлению новых валентных возможностей.

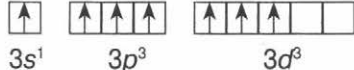
Например, таким условиям удовлетворяет атом хлора.

Основное состояние атома: ${}_{17}\text{Cl} (+17)$  $3s^2 \quad 3p^5 \quad 3d^0$

Рассмотрим все возможные возбуждённые состояния атома хлора.

${}_{17}\text{Cl}^* (+17)$  $3s^2 \quad 3p^4 \quad 3d^1$

${}_{17}\text{Cl}^* (+17)$  $3s^2 \quad 3p^3 \quad 3d^2$

${}_{17}\text{Cl}^* (+17)$  $3s^1 \quad 3p^3 \quad 3d^3$

Приведённый пример показывает, что наличие одного неспаренного электрона свидетельствует о том, что хлор способен проявлять степень окисления +1. Также возможно несколько возбуждённых состояний из-за наличия вакантной $3d$ -орбитали. Сначала распариваются электроны $3p$ -подуровня и занимают свободные d -орбитали, а после — электроны $3s$ -подуровня, этим объясняется наличие у хлора ещё трёх степеней окисления: +3, +5 и +7.



1. Переходы электронов с подуровня на подуровень возможны только в пределах одного внешнего энергетического уровня.
2. Для возможности перехода атома в возбуждённое состояние необходимы одновременно два условия:
 - наличие спаренных электронов;
 - наличие свободных орбиталей.



Свободная d -орбиталь появляется у элементов третьего периода, но заполняется эта орбиталь электронами элементов с первой по восьмую побочные подгруппы четвёртого периода.



ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1.1

Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в возбуждённом состоянии имеют электронную формулу внешнего энергетического уровня $ns^1np^3(n-1)d^2$.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

1) Se; 2) Al; 3) Fe; 4) S; 5) Cu.

Ответ:

1.2

Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов имеют шесть валентных электронов.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

1) P; 2) C; 3) Si; 4) Cr; 5) S.

Ответ:

1.3

Определите, ионы каких из указанных в ряду элементов имеют электронную конфигурацию внешнего энергетического уровня ns^2np^6 .

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

1) S^{2-} ; 2) K^+ ; 3) Li^+ ; 4) N^{+3} ; 5) Cl^{+5}

Ответ:

1.4

Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии содержат два неспаренных электрона на внешнем уровне.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

1) C; 2) F; 3) Ca; 4) O; 5) Si.

Ответ:

1.5

Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов имеют электронную конфигурацию внешнего энергетического уровня ns^2 .

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

1) He; 2) Na; 3) Ca; 4) Ne; 5) S.

Ответ:

1.6

Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в возбуждённом состоянии имеют электронную формулу внешнего энергетического уровня ns^1np^1 .

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

1) Be; 2) Na; 3) Mg; 4) Fe; 5) H.

Ответ:

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

17

Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева



2—3 минуты



базовый



1 балл

Задание № 2 рассчитано на проверку понимания смысла периодического закона Д. И. Менделеева и умения использовать его для качественного анализа и обоснования основных закономерностей строения атомов, определения свойств химических элементов и их соединений.

Задание содержит пять химических элементов, из которых необходимо выбрать три одного периода или одной группы и расположить

их в порядке согласно формулировке задания. В ответе надо записать цифры, под которыми указаны выбранные элементы.



При подготовке к заданию необходимо повторить раздел «Периодический закон и Периодическая система химических элементов Д. И. Менделеева», а именно:

- закономерности изменения свойств элементов и их соединений по периодам и группам;
- общую характеристику металлов IA—IIIA групп в связи с их положением в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева и особенностями строения атомов;
- характеристику переходных элементов (медь, цинк, хром, железо) по их положению в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева и особенностям строения атомов;
- общую характеристику неметаллов IVA—VIIA групп в связи с их положением в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева и особенностями строения атомов.



План выполнения

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Найдите, где располагаются перечисленные элементы в таблице химических элементов Д. И. Менделеева, определите период, группу для каждого химического элемента.

3. Определите элементы одного периода (или одной группы).
4. Вспомните, как изменяются свойства (указанные в задании) элементов в Периодической системе Д. И. Менделеева. Расположите элементы в нужной последовательности согласно условию задания.
5. Запишите получившуюся последовательность цифр в поле ответа КИМ и бланк ответов № 1.



Задание

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 металлических свойств.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

1) Na; 2) Ca; 3) Si; 4) Mg; 5) C.

Ответ:

3 4 1

Пояснение:

По таблице химических элементов Д. И. Менделеева определим положение металлов.

Элемент	Na	Ca	Si	Mg	C
Номер периода	III	IV	III	III	II

Натрий, кремний и магний — элементы одного (третьего) периода.

Вспоминаем, что в периоде слева направо металлические свойства ослабевают. Следовательно, надо расположить элементы в обратном порядке (справа налево): **кремний** → **магний** → **натрий**.

В результате получили ряд элементов, в котором металлические свойства возрастают.



Данное задание несложное, на экзамене вам будет предоставлена таблица химических элементов Д. И. Менделеева. При выполнении задания вспомните закономерности изменения свойств элементов и их соединений по периодам и группам, а самое главное — будьте внимательны при чтении вопроса, чтобы правильно расположить элементы в порядке изменения их свойств.



Закономерности изменения свойств элементов и их соединений по периодам и группам*



*Стрелки показывают возрастание свойств.



ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

2.1

Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева находятся в главной подгруппе одной группы. Расположите выбранные элементы в порядке возрастания электроотрицательности.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

1) Te; 2) C; 3) Se; 4) N; 5) S.

Ответ:

2.2

Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева находятся в главной подгруппе одной группы. Расположите выбранные элементы в порядке усиления их окислительных свойств.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

1) Li; 2) Ar; 3) Na; 4) Ne; 5) Cs.

Ответ:

2.3

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 радиуса атома.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

1) Be; 2) O; 3) Mg; 4) Si; 5) C.

Ответ:

--	--	--

2.4

Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева находятся в главной подгруппе одной группы. Расположите выбранные элементы в порядке усиления их восстановительных свойств.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

1) S; 2) C; 3) Al; 4) Si; 5) Sn.

Ответ:

--	--	--

2.5

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 способности принимать электроны.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

1) O; 2) Ca; 3) Na; 4) F; 5) Li.

Ответ:

--	--	--

2.6

Из указанных в ряду химических элементов выберите три элемента, которые в Периодической системе химических элементов Д. И. Менделеева находятся в главной подгруппе одной группы. Расположите выбранные элементы в порядке ослабления неметаллических свойств.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

1) N; 2) Bi; 3) Cl; 4) S; 5) P.

Ответ:

--	--	--

2.7

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 увеличения высшей степени окисления в оксидах.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов в нужной последовательности.

1) C; 2) B; 3) F; 4) S; 5) N.

Ответ:

--	--	--

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35

Степень окисления химических элементов



2—3 минуты



базовый



1 балл

Задание № 3 рассчитано на проверку знаний по теме «Электроотрицательность. Степень окисления и валентность химических элементов».

Задание содержит пять химических элементов, из которых необходимо выбрать два согласно формулиров-

ке задания. В ответе надо записать цифры, под которыми указаны выбранные элементы.



При подготовке к заданию необходимо повторить информацию из раздела «Электроотрицательность. Степень окисления и валентность химических элементов».



План выполнения

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Найдите по таблице химических элементов Д. И. Менделеева, в каких группах расположены данные химические элементы.
3. Определите согласно заданию нужную степень окисления в зависимости от того, к какой группе принадлежит элемент.
4. Выберите два элемента, отвечающие условию задания.
5. Запишите цифры, под которыми указаны выбранные варианты, в поле ответа КИМ и бланк ответов № 1.



Задание

Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые проявляют низшую степень окисления, равную -4 . Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

1) Sn; 2) Pb; 3) Ca; 4) Ba; 5) Sr.

Ответ:

1

2

Пояснение:

По таблице химических элементов находим, в каких группах расположены данные химические элементы.

Химический элемент	Номер группы
Sn	IVA
Pb	IVA
Ca	IIA
Ba	IIA
Sr	IIA

Вспоминаем, что для элементов, находящихся в главных подгруппах **I—III группы**, степень окисления — величина постоянная и равная номеру группы. То есть для элементов **Ca, Ba, Sr** степень окисления во всех соединениях равна **+2**.

Для элементов, находящихся в главных подгруппах **IV—VII групп**, низшая степень окисления равна числу электронов, которые атом должен принять для достижения устойчивой электронной конфигурации ns^2np^6 .

Низшую степень окисления для элементов **IVA группы** находим так: от номера группы отнимаем порядковый номер. Для нашего задания это: 4 минус 8. Таким образом, степень окисления **Sn** и **Pb** равна **-4**. Такую степень окисления проявляют олово и свинец в соединениях с s-элементами IA и IIA групп.

В результате видим, что степень окисления **-4** имеют **олово** и **свинец**.



СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

Степень окисления — это условный заряд атомов химического элемента в соединении, вычисленный из предположения, что все связи имеют ионный тип. Степени окисления могут иметь положительное, отрицательное, дробное или нулевое значение.

Алгебраическая сумма степеней окисления элементов в молекуле с учётом числа их атомов равна **0**, а в ионе — заряду иона.

Высшая степень окисления химического элемента в соединениях соответствует номеру группы Периодической системы.

Низшая степень окисления элемента равна:

- для металлов — нулю (0);
- для неметаллов — номер группы минус восемь (**№ гр. минус 8**).

Низшая степень окисления:

$$\text{N}^{-3} (5 - 8 = -3);$$

$$\text{S}^{-2} (6 - 8 = -2);$$

$$\text{Cl}^{-1} (7 - 8 = -1).$$

Степени окисления металлов в соединениях всегда положительные.

Степени окисления неметаллов зависят от того, с каким атомом они соединены:

- если с атомом металла, то степень окисления неметалла отрицательная (например, сульфиды металлов: $\text{Na}_2^{+1}\text{S}^{-2}$);
- если с атомом неметалла, то степень окисления может быть и положительная, и отрицательная — это зависит от электроотрицательности атомов элементов, входящих в соединение. Например, в сероводороде H_2S^{-2} сера более электроотрицательна по сравнению с водородом, а в соединении с кислородом S^{+6}O_3 — менее электроотрицательна.

ЭЛЕМЕНТЫ С НЕИЗМЕННЫМИ (ПОСТОЯННЫМИ) СТЕПЕНЯМИ ОКИСЛЕНИЯ

Группа химических элементов или элемент	Значение степени окисления
IA	+1
IIA	+2
IIIA	+1, +3
Кислород	Практически всегда -2. Исключения: $\text{H}_2\text{O}_2^{-1}$ — перекись водорода; O^{+2}F_2 — фторид кислорода
Водород	+1 с неметаллами (например, H^{+1}Cl); -1 с металлами (например, KH^{-1})
Фтор	-1

ХИМИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ*, НОМЕР ГРУППЫ КОТОРЫХ НЕ СОВПАДАЕТ С ИХ ВЫСШЕЙ СТЕПЕНЬЮ ОКИСЛЕНИЯ

Химический элемент	Номер группы	Высшая степень окисления
Кислород	VI	+2 (в OF_2)
Фтор	VII	0
Медь	I	+2
Железо	VIII	+6 (например, K_2FeO_4)
Золото	I	+3

*Обязательны к запоминанию.



При расстановке степени окисления элементов в молекуле знак «+» или «-» ставьте перед числом: -1, -2, +3 ($\text{B}_2^{+3}\text{O}_3^{-2}$), в отличие от заряда иона, где знак ставится после числа: 1-, 2-, 3+ (CO_3^{2-}).



ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

3.1

Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые в соединениях могут иметь степень окисления +3. Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

1) Mg; 2) Cl; 3) N; 4) Si; 5) He.

Ответ:

3.2

Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, при окислении которых степень окисления кислорода в продуктах сгорания равна -1.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

1) Li; 2) Ne; 3) Ar; 4) Cs; 5) Na.

Ответ:

3.3

Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые в соединениях с водородом проявляют свою низшую степень окисления.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

1) Se; 2) Mg; 3) Br; 4) Ra; 5) Li.

Ответ:

3.4

Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые в соединениях проявляют только положительную степень окисления.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

1) O; 2) H; 3) Cu; 4) N; 5) B.

Ответ:

3.5

Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые проявляют в оксидах степень окисления как +2, так и +3.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

1) Fe; 2) Al; 3) B; 4) F; 5) N.

Ответ:

3.6

Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, для которых разница между высшей и низшей степенью окисления равна 8.

Запишите в поле ответа номера выбранных элементов.

1) Li; 2) Se; 3) K; 4) P; 5) Cs.

Ответ:

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

Химическая связь и строение вещества



2—3 минуты



базовый



1 балл

Задание № 4 рассчитано на проверку знаний о химической связи, её видах и механизмах образования; веществах молекулярного и немолекулярного строения, типах кристаллических решёток.

Задание содержит перечень веществ, из которых необходимо выбрать два с определённым видом химической связи или строением

(типом кристаллической решётки) согласно условию задания. В ответе надо записать цифры, под которыми указаны выбранные элементы.



При подготовке к заданию необходимо повторить темы: ковалентная (разновидности и механизмы образования), ионная, металлическая и водородная химические связи; вещества молекулярного и немолекулярного строения; тип кристаллической решётки; зависимость свойств веществ от их состава и строения.



План выполнения

1. Найдите элемент в таблице химических элементов и определите принадлежность его к металлам или неметаллам.
2. Определите вид вещества — простое или сложное.
3. Вспомните виды химической связи, а именно какими химическими элементами образованы данные вещества.
4. Установите вид химической связи для каждого вещества. Определите, какие из предложенных элементов соответствуют условию задания.
5. Запишите ответ в поле ответа КИМ и бланк ответов № 1.



Задание

Из предложенного перечня выберите два вещества, в которых присутствует ковалентная полярная химическая связь.

- 1) Cl_2
- 2) HI

- 3) Se
4) PH_3
5) CrCl_3

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

2	4
---	---

Пояснение:

Находим элементы в таблице химических элементов и определяем принадлежность их к металлам или неметаллам. Отбрасываем варианты, где встречаются молекулы из одного или одинаковых элементов, такие как Se (3) и Cl_2 (1). Отбрасываем вариант ответа с элементом **металлом** — CrCl_3 (5).

Анализируем оставшиеся молекулы веществ HI (2) и PH_3 (4). Молекулы этих веществ состоят из атомов неметаллов с разным значением электроотрицательности. Значит, для них характерна ковалентная полярная связь.



Определение положения металлов и неметаллов в таблице химических элементов: если в периодической таблице элементов Д. И. Менделеева провести диагональ от бора к астату, то слева внизу от диагонали будут находиться металлы (к ним ещё относятся элементы побочных подгрупп из верхней части), а справа сверху от диагонали — неметаллы. Элементы, расположенные вблизи диагонали (Be, Al, Zn и др.), обладают амфотерным характером.



Задание

Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, в которых присутствует ковалентная неполярная химическая связь.

- 1) этан
2) пероксид водорода
3) гидроксид натрия
4) метанол
5) вода

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

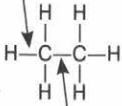
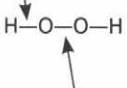
Ответ:

1	2
---	---

Пояснение:

Ковалентная неполярная связь образуется между атомами с одинаковым значением электроотрицательности, то есть между атомами одинаковых химических элементов-неметаллов. В молекуле этана (1) это связь между атомами **углерода (C–C)**, а в молекуле пероксида водорода (2) — между атомами **кислорода (O–O)**. Для успешного выполнения подобных заданий надо проанализировать структуру

каждого вещества, которое указано в условии задания, а затем определить виды связей в молекуле.

Структурная формула этана	Структурная формула перекиси водорода
<div>Разные атомы неметаллов, связь полярная</div>  <div>Одинаковые атомы неметаллов, связь неполярная</div>	<div>Разные атомы неметаллов, связь полярная</div>  <div>Одинаковые атомы неметаллов, связь неполярная</div>

В молекулах этана и пероксида водорода ковалентные полярная и неполярная связи.

В метаноле (CH_3OH) (4) только ковалентные полярные связи, так как соединяются атомы С и О, атомы О и Н, то есть разные атомы неметаллов.

В гидроксиде натрия (NaOH) (3) связь между атомами Na и О ионная, так как соединяются металл и неметалл, а между атомами О и Н — ковалентная полярная. Следовательно, гидроксид натрия для ответа не подходит.

Молекула воды (5) состоит из атомов Н и О, это атомы разных неметаллов, поэтому связь ковалентная полярная.



Причина наиболее частой ошибки в заданиях такого типа заключается в том, что не учитывается наличие в одном веществе различных видов химической связи между атомами химических элементов в зависимости от значения их электроотрицательности.



СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

Химической связью называют взаимодействие атомов, которое приводит к образованию устойчивой молекулы.

Химическая связь имеет электронную природу, то есть осуществляется за счёт взаимодействия валентных электронов. В зависимости от распределения валентных электронов в молекуле различают следующие виды связи: **ионную, ковалентную, металлическую**. Кроме того, отдельным типом связи выделяют **водородную связь**.

МЕХАНИЗМЫ ОБРАЗОВАНИЯ СВЯЗИ

Обменный (спин-валентный) механизм	Донорно-акцепторный механизм
Каждый из связываемых атомов предоставляет по одному неспаренному электрону для образования связи (или общих электронных пар)	Один атом (донор) предоставляет неподелённую пару электронов, а другой (акцептор) — вакантную орбиталь
$\cdot\ddot{\text{N}}\cdot + 3\text{H}\cdot \rightarrow \text{H}:\ddot{\text{N}}:\text{H}$ $\delta^+\text{H} \rightarrow \text{N}^{\delta-} \leftarrow \text{H}^{\delta+}$ \uparrow $\text{H}^{\delta+}$ <p>Пример: образование связей в молекуле аммиака: атом азота с атомом водорода по обменному механизму образует три ковалентные полярные связи</p>	$\text{H}:\text{N}:\text{N} + \text{H}^+ \rightarrow \left(\begin{array}{c} \text{H} \\ \text{H}:\ddot{\text{N}}:\text{H} \\ \text{H} \end{array} \right)^+$ <p>Пример: образование связи в ионе аммония: молекула аммиака за счёт наличия неподелённой электронной пары азота может образовать четвертую связь с элементом, имеющим вакантную орбиталь</p>

Кристаллические решётки веществ — это упорядоченное расположение частиц (атомы, молекулы, ионы) в строго определённых точках пространства, называемых узлами кристаллической решётки. Различают четыре типа кристаллических решёток: атомные, молекулярные, ионные, металлические.

Определить тип кристаллической решётки простых веществ можно по положению элементов (образующих эти вещества) в Периодической системе Д. И. Менделеева.

Период	Группа							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1							H ₂	He
2	Li	Be	B	C	N ₂	O ₂	F ₂	Ne
3	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl ₂	Ar
4	K	Ca	Ga	Ge	As	Se	Br ₂	Kr
5	Rb	Sr	In	Sn	Sb	Te	I ₂	Xe
Типы кристаллической решётки	Металлическая				Атомная		Молекулярная	

ВЕЩЕСТВА МОЛЕКУЛЯРНОГО И НЕМОЛЕКУЛЯРНОГО СТРОЕНИЯ

Молекулярные вещества	Немолекулярные вещества
Структурными частицами являются молекулы	Структурными частицами являются атомы или ионы
Характерна молекулярная кристаллическая решётка	Характерны ионная, атомная, металлическая кристаллические решётки
Пример: газы или жидкости (O ₂ , H ₂ O, CO ₂ , HCl)	Пример: металлы, соли, алмаз, графит (Mg, CaO, NaCl)



ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

4.1

Из предложенного перечня выберите два соединения, в которых тип химической связи такой же, как в молекуле фтора.

- 1) кислород
- 2) оксид азота(II)
- 3) бромоводород
- 4) иодид натрия
- 5) алмаз

Запишите в поле ответа номера выбранных соединений.

Ответ:

--	--

4.2

Из предложенного перечня выберите два вещества с одинаковым типом строения.

- 1) вода
- 2) алмаз
- 3) кварц
- 4) поваренная соль
- 5) золото

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

--	--

4.3

Из предложенного перечня выберите два вещества, между молекулами которых образуются водородные связи.

- 1) C_2H_6
- 2) C_2H_5OH
- 3) H_2O
- 4) CH_3OCH_3
- 5) CH_3COCH_3

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

--	--

4.4

Из предложенного перечня выберите два соединения, в которых присутствует донорно-акцепторная связь.

- 1) NaH_2PO_4
- 2) $(NH_4)_2HPO_4$
- 3) PH_4Cl
- 4) K_3PO_4
- 5) $Na[Al(OH)_4]$

Запишите в поле ответа номера выбранных соединений.

Ответ:

--	--

Классификация неорганических веществ. Номенклатура



2—3 минуты



базовый



1 балл

Задание № 5 рассчитано на проверку навыков в области классификации неорганических соединений по всем известным классификационным признакам, знаний номенклатуры неорганических веществ — как международных (классических), так и тривиальных (исторических).

Задание содержит перечень формул (названий веществ) в одном столбце, для которых необходимо определить класс (группу) из другого столбца. К каждой позиции, обо-

значенной буквой, нужно подобрать соответствующую позицию, обозначенную цифрой. В ответе надо записать получившуюся последовательность цифр.



При подготовке к заданию необходимо повторить темы: классификация неорганических веществ; номенклатура неорганических веществ (международная и тривиальная).



План выполнения

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Определите природу химических элементов (металл/неметалл).
3. Проанализируйте качественный состав приведённых формул в задании и определите их принадлежность к классу неорганических веществ (оксиды, кислоты, основания, соли).
4. Подберите для каждой формулы из одного столбца класс/группу неорганических веществ из другого столбца.
5. Запишите цифры в таблицу под соответствующими буквами в поле ответа КИМ. Перенесите в бланк ответов № 1 только последовательность цифр.



Задание

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/ГРУППА

- A) $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$
Б) LiF
В) N_2O

- 1) соли средние
2) оксиды кислотные
3) оксиды несолеобразующие
4) соли кислые

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В
4	1	3

Пояснение:

A) В составе формулы есть катион аммония $[\text{NH}_4]^+$ и анион кислотного остатка $[\text{HPO}_4]^-$, содержащий в составе катион водорода. По составу вещество относится, во-первых, к классу солей, во-вторых, к группе кислых солей. Данное вещество относится к веществам-ловушкам, так как часто забывается про катион аммония в составе солей. Надо помнить, что соли — сложные вещества, состоящие из катионов металла или катиона аммония и кислотного остатка.

Б) В составе формулы есть катион металла (Li^+) и анион кислотного остатка (F^-). Данное вещество относится, во-первых, к классу солей, во-вторых, к группе средних солей. Надо помнить: средние (или нормальные) соли по своему составу полностью отвечают определению солей.

В) Вещество состоит из двух элементов, один из которых кислород (**O**) в степени окисления -2 . Следовательно, это оксид. Данное вещество относится к веществам-ловушкам, поскольку часто забывается о классификации оксидов по способности образовывать соли — несолеобразующие и солеобразующие. Несолеобразующие оксиды надо знать — это N_2O , **NO**, **CO**, **SiO**. Согласно классификации в ответе записываем N_2O — несолеобразующий оксид.



СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

Оксиды

Оксиды — сложные вещества, состоящие из двух элементов, один из которых кислород в степени окисления -2 .

По способности образовывать соли оксиды подразделяются на две группы: несолеобразующие и солеобразующие.



Несолеобразующие оксиды — N_2O , NO , CO , SiO .

Неметалл в несолеобразующем оксиде проявляет степень окисления только +1 или +2.



Самая распространённая ошибка состоит в том, что автоматически несолеобразующие оксиды относят к кислотным, так как в состав помимо кислорода входит неметалл, что характерно для кислотных оксидов. Для определения принадлежности к группе оксидов важно помнить примеры несолеобразующих оксидов.

По проявлению определённых **химических свойств** **солеобразующие** оксиды подразделяют на основные, кислотные и амфотерные.

Гидроксиды

Гидроксиды — это продукты формального присоединения воды к оксидам (каждому оксиду соответствует гидроксид).



К гидроксидам относятся и основания, и кислородсодержащие кислоты, так как в этих соединениях есть характерная для гидроксидов группа OH^- .

Структурная формула гидроксида меди(II) — $Cu(OH)_2$	Структурная формула серной кислоты — H_2SO_4
$ \begin{array}{c} O-H \\ \diagup \quad \diagdown \\ Cu \\ \diagdown \quad \diagup \\ O-H \end{array} $	$ \begin{array}{c} H-O \quad \quad O \\ \quad \diagdown \quad \diagup \\ \quad S \\ \quad \diagup \quad \diagdown \\ H-O \quad \quad O \end{array} $
В молекуле основания есть две группы OH^- , следовательно, это гидроксид	В молекуле кислоты есть две группы OH^- , следовательно, это гидроксид



Традиционно процент успешного выполнения задания на определение гидроксидов низок. Самая распространённая ошибка состоит в том, что кислородсодержащие кислоты не относят к гидроксидам (к сожалению, экзаменуемые ориентируются на правило определения кислоты — ионы водорода и ионы кислотного остатка). Надо помнить, что в составе кислородсодержащих кислот есть гидроксогруппа.

Основания

Основания — сложные вещества, в которых атомы металлов соединены с одной или несколькими гидроксогруппами OH^- .

По растворимости в воде

- растворимые (щёлочи)
- нерастворимые

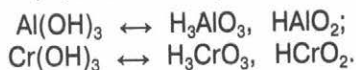
По числу гидроксогрупп

- однокислотные
- многокислотные

Амфотерные гидроксиды

Амфотерные гидроксиды — сложные вещества, проявляющие свойства как кислот, так и оснований. Амфотерными являются чаще всего гидроксиды металлов в степенях окисления **+3** и **+4** (как и оксиды). В качестве исключений к амфотерным гидроксидам относят соединения $\text{Be}(\text{OH})_2$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$, $\text{Sn}(\text{OH})_2$ и $\text{Pb}(\text{OH})_2$, несмотря на степень окисления металла в них **+2**.

Формулы амфотерных гидроксидов можно записывать как в виде оснований (традиционная форма записи), так и в виде кислот:



ВНИМАНИЕ! К амфотерным гидроксидам относятся: $\text{Zn}(\text{OH})_2$, $\text{Be}(\text{OH})_2$, $\text{Sn}(\text{OH})_2$, $\text{Pb}(\text{OH})_2$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

Кислоты

Кислоты — сложные вещества, состоящие из атомов водорода, которые способны замещаться на атомы металла, и кислотного остатка.

По силе

- сильные — диссоциируют полностью (H_2SO_4 , HBr , HCl , HI , HClO_4 , HClO_3)
- слабые — H_2SO_3 , H_2CO_3 , HClO , CH_3COOH (уксусная) и др.

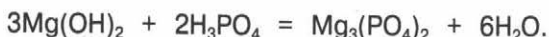
По устойчивости

- устойчивые (H_2SO_4)
- неустойчивые — распадаются в момент образования на оксид и воду (H_2CO_3 , H_2SO_3)

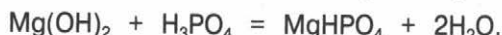
Соли

Соли — сложные вещества, состоящие из катионов металла (катионов аммония) и кислотного остатка.

Средние соли — продукты полного замещения атомов водорода в кислоте на атомы металла или гидроксогрупп в основании на кислотный остаток:



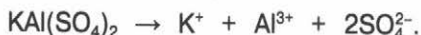
Кислые соли — продукты неполного замещения атомов водорода многоосновной кислоты на атомы металла. Кислые соли могут образовывать двух- и более основных кислоты, как кислородсодержащие, так и бескислородные кислоты. Ионы водорода принадлежат аниону:



Основные соли — продукты неполного замещения групп OH^- соответствующего основания на кислотные остатки:



Двойные соли при диссоциации образуют два катиона и один анион:



Смешанные соли образованы одним катионом и двумя анионами: CaOCl_2 .

Комплексные соли содержат сложные катионы или анионы: $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Br}$, $\text{Na}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$.

Гидратные соли содержат молекулы кристаллизационной воды: $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$.

Тривиальные названия веществ, наиболее часто используемых на экзаменах

Тривиальное название	Формула вещества	Современная номенклатура
Антихлор	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	Тиосульфат натрия
Английская соль (горькая соль)	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Гептагидрат сульфата магния
Барит	BaSO_4	Сульфат бария

>>>

Тривиальное название	Формула вещества	Современная номенклатура
Баритовая вода	$\text{Ba}(\text{OH})_2$	Гидроксид бария
Бертолетова соль	KClO_3	Хлорат калия
Болотный (рудничный) газ	CH_4	Метан
Бурый газ («лисий хвост»)	NO_2	Оксид азота(IV)
Веселящий газ	N_2O	Оксид азота(I)
Гашёная известь	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	Гидроксид кальция
Глауберова соль	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Декагидрат сульфата натрия
Едкий натр (каустик)	NaOH	Гидроксид натрия
Едкое кали	KOH	Гидроксид калия
Жжёная магнезия	MgO	Оксид магния
Известь жжёная (негашёная, кипелка)	CaO	Оксид кальция
Известь гашёная (пушонка)	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	Гидроксид кальция
Известняк (мел и мрамор)	CaCO_3	Карбонат кальция
Кремнезём (также песок, кварц, сажа белая)	SiO_2	Оксид кремния(IV)
Купоросное масло (аккумуляторная кислота)	H_2SO_4	Серная кислота
Ляпис	AgNO_3	Нитрат серебра
Мирабилит (глауберова соль)	$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Декагидрат сульфата натрия
Мочевина	$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$	Карбамид
Нашатырный спирт	$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Водный раствор аммиака
Нашатырь	NH_4Cl	Хлорид аммония
Пергидроль	H_2O_2	Пероксид водорода (30 %)
Пирит	FeS_2	Железный колчедан
Плавиковая кислота	HF	Фтороводородная кислота
Поташ	K_2CO_3	Карбонат калия
Сажа (уголь, кокс)	C	Углерод
Селитра	MeNO_3 — нитраты щелочных (I гр. гл. подгр.) и щёлочноземельных (II гр. гл. подгр.) металлов	
Сода кристаллическая	$\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	Декагидрат карбоната натрия
Сода питьевая	NaHCO_3	Гидрокарбонат натрия

>>>

Тривиальное название	Формула вещества	Современная номенклатура
Сода кальцинированная	Na_2CO_3	Карбонат натрия
Соляная кислота	HCl	Хлороводородная кислота
Сухой лёд (углекислый газ)	CO_2	Оксид углерода(IV)
Олеум	Р-р SO_3 в H_2SO_4 (конц.)	Раствор оксида серы(VI) в серной кислоте
Хлорная известь	$\text{Ca}(\text{OCl})\text{Cl}$ или CaOCl_2	Смешанный хлорид-гипохлорид кальция
Хромпик (калиевый)	$\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$	Дихромат калия
Угарный газ	CO	Оксид углерода(II)



ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

5.1

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/ГРУППА

А) NO

1) кислая соль

Б) $\text{H}_2[\text{SiF}_6]$

2) несолеобразующий оксид

В) NH_4HSO_4

3) гидроксид

4) кислота

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

5.2

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/ГРУППА

А) $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$

1) амфотерный оксид

Б) P_2O_3

2) кислотный оксид

В) $(\text{NH}_4)_2\text{S}$

3) средняя соль

4) основная соль

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В

Ответ:

5.3

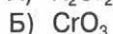
Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

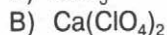
КЛАСС/ГРУППА



1) кислота



2) кислотный оксид



3) кислая соль

4) средняя соль

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В

Ответ:

5.4

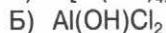
Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

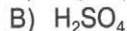
КЛАСС/ГРУППА



1) кислая соль



2) гидроксид



3) комплексная соль

4) основная соль

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В

Ответ:

5.5

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

- А) NH_4Cl
- Б) NaHCO_3
- В) Fe_3O_4

КЛАСС/ГРУППА

- 1) пищевая сода
- 2) железная окалина
- 3) нашатырь
- 4) кристаллическая сода

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

5.6

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

- А) NaOH
- Б) CaO
- В) CO

КЛАСС/ГРУППА

- 1) угарный газ
- 2) кристаллическая сода
- 3) негашёная известь
- 4) каустическая сода

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

5.7

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

- А) BeO
- Б) KHCO_3
- В) HClO_4

КЛАСС/ГРУППА

- 1) средняя соль
- 2) амфотерный оксид
- 3) гидроксид
- 4) кислая соль

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

Химические свойства металлов, неметаллов и оксидов



2—3 минуты



базовый



1 балл

Задание № 6 рассчитано на проверку знаний о неорганических соединениях и их химических свойствах, умения определять, какое соединение задано в условии (простое вещество, оксид) и с какими веществами указанные соединения вступают в реакции.

Задание содержит перечень формул (названий) веществ, из которого необходимо выбрать два, реагирующие с заданным в условии

веществом. В ответе надо записать цифры, под которыми указаны выбранные формулы (названия) веществ.



При подготовке к заданию необходимо повторить:

- классификацию всех неорганических соединений;
- характерные химические свойства простых веществ — **металлов**: щелочных, щёлочноземельных, магния, алюминия; переходных металлов (медь, цинк, хром, железо);
- характерные химические свойства простых веществ — **неметаллов**: водорода, галогенов, кислорода, серы, азота, фосфора, углерода, кремния;
- характерные химические свойства **оксидов**;
- основные принципы межклассового взаимодействия.



План выполнения

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Вспомните характерные общие, а затем специфические свойства металлов, неметаллов, оксидов (кислотных, основных, амфотерных).
3. Составьте соответствующие уравнения реакций и проанализируйте их согласно правилам написания химических уравнений реакций.
4. Определите, какие два вещества из предложенных отвечают условию задания.
5. Запишите цифры, под которыми указаны выбранные варианты, в поле ответа КИМ и бланк ответов № 1.



Задание

Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, с каждым из которых реагирует медь.

- 1) хлорид железа(III) (p-p)
- 2) нитрат цинка (p-p)
- 3) соляная кислота (p-p)
- 4) азотная кислота (разбавл.)
- 5) вода

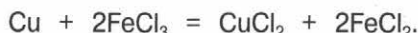
Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

1	4
---	---

Пояснение:

Вспоминаем общие химические свойства металлов: медь относится к группе малоактивных металлов и в ряду активности металлов стоит после водорода, поэтому с соляной кислотой (3) и водой (5) не реагирует. Не произойдёт реакции и между медью и раствором нитрата цинка (2), так как в составе соли есть более активный металл (правило: **более активный металл вытесняет менее активный металл из раствора его соли**). С разбавленной азотной кислотой (4) медь реагирует как при нагревании, так и при комнатной температуре, так как азотная кислота — сильный окислитель. Также имеет место реакция, в которой медь растворяется в соли более активного металла — железа в степени окисления +3 (1). Однако противоречий правилу нет, поскольку медь не вытесняет железо из его соли, а лишь восстанавливает его со степени окисления +3 до степени окисления +2 (степень окисления железа понижается):



Таким образом, два вещества, с которыми реагирует медь, — это **хлорид железа(III) (p-p) и азотная кислота (разбавл.)**.



Металлы обладают сходными химическими свойствами, но некоторым из них присущи специфические, то есть характерные только для данного металла, свойства, о которых часто спрашивается в заданиях. Поэтому при подготовке к экзамену уделите больше времени для изучения специфических свойств таких металлов, как железо, алюминий, цинк, медь, хром.



Во время выполнения задания и определения возможного взаимодействия неметаллов с веществами надо помнить, что для атомов неметаллов, следовательно, и для образованных ими простых веществ характерны как окислительные, так и восстановительные свойства.



Задание

Из предложенного перечня веществ выберите два оксида, которые при обычных условиях реагируют с водой.

- 1) оксид лития
- 2) оксид железа(II)
- 3) оксид углерода(II)
- 4) оксид хрома(VI)
- 5) оксид хрома(II)

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

1	4
---	---



При выполнении задания необходимо, во-первых, определить химический характер каждого из перечисленных оксидов, во-вторых, на основании этого найти общую закономерность в свойствах оксидов — их взаимодействие с водой с образованием растворимых гидроксидов.

Пояснение:

Определяем химический характер каждого из оксидов, вспоминаем, что с водой реагируют только те оксиды, которые образуют растворимые гидроксиды — это оксиды щелочных и щёлочноземельных металлов и кислотные оксиды (кроме оксида кремния SiO_2 , так как ему соответствует нерастворимая кремниевая кислота). Оксид лития (1) — оксид щелочного металла — реагирует с водой. Под цифрами 2 и 5 приведены формулы оксидов металлов, им соответствуют нерастворимые основания. Следовательно, оксиды этих металлов не взаимодействуют с водой. Под цифрой 3 приведена формула несолеобразующего оксида, с водой он при обычных условиях не взаимодействует. Оксид хрома(VI) (5) — кислотный оксид, так как хром — элемент VI группы побочной подгруппы и в высшей степени окисления проявляет кислотный характер, то есть взаимодействует с водой и образует при этом кислоты.

Таким образом, взаимодействуют с водой **оксид лития** и **оксид хрома(VI)**.



Именно определение ответа 4 вызывает наибольшее затруднение. Это говорит о том, что многие не смогли применить к конкретному кислотному оксиду, а именно к оксиду хрома(VI), общую закономерность в свойствах кислотных оксидов — большинство из них взаимодействует с водой, так как в результате реакции образуются растворимые кислоты.



Кислотные оксиды (ангидриды) — оксиды, проявляющие кислотные свойства и образующие соответствующие кислородсодержащие кислоты, образованы типичными неметаллами и некоторыми переходными элементами. Элементы в кислотных оксидах обычно проявляют степень окисления от 4 до 6. **Пример оксидов:** Mn_2O_7 , CO_2 , N_2O_5 , SO_2 , SO_3 и т. д.

ИСКЛЮЧЕНИЕ! Среди неметаллов есть несолеобразующие, или безразличные. Они не взаимодействуют с водой и не образуют кислот и солей. Их надо запомнить — это CO , NO , N_2O , SiO .



Данный справочный материал можно использовать для выполнения задания № 8.

Металлы

Металлы — группа элементов в виде простых веществ, обладающих характерными металлическими свойствами, такими как высокие тепло- и электропроводность, высокая пластичность, ковкость и металлический блеск (Li, Na, K, Cs, Rb, Fr).

Металлы взаимодействуют с **кислородом, водородом, галогенами, водой, кислотами**.

С **кислотами-окислителями** (H_2SO_4 (конц.) и HNO_3) реагируют металлы от Li до Hg; водород при этом не выделяется. При взаимодействии HNO_3 (разб.) с активными металлами чаще образуется NH_4NO_3 , с металлами средней активности и неактивными — азот N_2 или оксид азота(II) NO .

При взаимодействии концентрированной азотной кислоты HNO_3 с активными металлами чаще образуется оксид азота(I) N_2O , с металлами средней активности и неактивными — оксид азота(IV) NO_2 .

При взаимодействии концентрированной серной кислоты H_2SO_4 с активными металлами образуется сероводород H_2S , с металлами средней активности и неактивными — оксид серы(IV) SO_2 .



Пассивация — образование на поверхности металла тонких слоёв, чаще всего оксидных, что приводит к неактивному состоянию металла в процессе реакции.

Al, Fe, Cr при комнатной температуре не реагируют с HNO_3 (конц.) и H_2SO_4 (конц.) (пассивируются). Но при изменении условий взаимодействия возможно.

Pt, Au растворяются только в «царской водке».

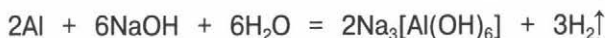
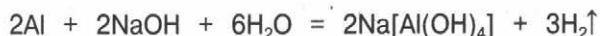
Металлы с растворами **солей** взаимодействуют по правилу Бертолле.

Правило Бертолле

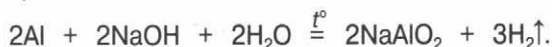
Более активный металл вытесняет менее активный металл из раствора его соли. Правило **не распространяется** на щелочные и щёлочноземельные металлы.

Со **щелочами** взаимодействуют металлы с амфотерными свойствами (Zn, Be, Al, Sn, Pb).

При взаимодействии алюминия с раствором щёлочи образуется тетрагидроксоалюминат натрия.



Метаалюминат — при сплавлении:



Неметаллы

Неметаллы — химические элементы, которые образуют в свободном состоянии простые вещества и не обладают физическими и химическими свойствами металлов.

Водород

Взаимодействует с **кислородом**, **азотом** (при повышенном давлении и нагревании в присутствии катализаторов), **серой**, **углеродом**, **активными металлами** (щелочными и щёлочноземельными) с образованием гидридов.

При высокой температуре может **восстанавливать из оксидов металлы**, которые в электрохимическом ряду напряжений металлов расположены **правее Zn**.

Водород также **восстанавливает** некоторые **соли**:

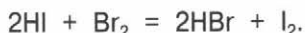
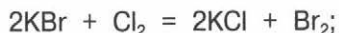


Качественная реакция на водород — сгорание с хлопком собранного в пробирку газа.

Галогены

Галогены реагируют с большинством металлов и неметаллов непосредственно.

Окислительная способность галогенов в ряду $\text{F}_2 \rightarrow \text{Cl}_2 \rightarrow \text{Br}_2 \rightarrow \text{I}_2$ падает, так как растёт радиус атома. Поэтому **каждый предыдущий галоген вытесняет последующий из его соединений с металлами и водородом**:



Галогены непосредственно не реагируют с O_2 , C , N_2 , некоторыми благородными газами.

Фтор

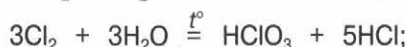
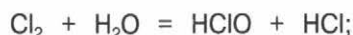
Особенности взаимодействия фтора со сложными веществами:

- **с водой**: $2\text{F}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HF} + \text{O}_2$;
- **диоксидом кремния** SiO_2 : $2\text{F}_2 + \text{SiO}_2 = \text{SiF}_4 + \text{O}_2$.

Хлор

Хлор — сильный окислитель. Взаимодействует:

- с **металлами, неметаллами**;
- **водой**:



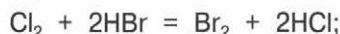
- **щелочами**:



- **несолеобразующим оксидом CO** с образованием вещества с тривиальным названием — фосгена:



Хлор способен вытеснять **бром** и **йод** из их соединений с водородом и металлами:



В реакции с **сероводородом** хлор проявляет свойства окислителя:



Кислород

Кислород образует соединения практически со всеми химическими элементами. Со многими простыми веществами (**металлами, неметаллами**) взаимодействует непосредственно.

ВНИМАНИЕ! Кислород непосредственно не реагирует:

- с галогенами;
- благородными металлами;
- инертными газами.

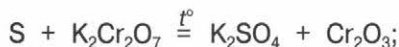
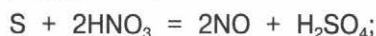
Сера

Взаимодействует:

- с **металлами** (кроме Pt, Au);
- **неметаллами**: $\text{S} + \text{O}_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{SO}_2$;

ВНИМАНИЕ! Никогда не образуется SO_3 .

- сильными **окислителями**:



- **щелочами** (диспропорционирование):



Азот

Вступает в реакцию с **металлами**, **неметаллами**.

Фосфор

Аллотропные модификации: белый фосфор P_4 (наиболее реакционно-способный), красный и чёрный (менее активны).

Взаимодействует:

- с активными **металлами**, при нагревании образуются фосфиды;
- **неметаллами**, при реакции с хлором образуются галогениды, галогениды фосфора разлагаются водой:



- **окислителями**:



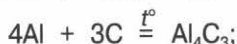
- **щелочами**:



Углерод

Взаимодействует:

- с **металлами** с образованием **карбидов**:

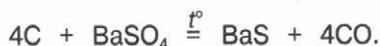
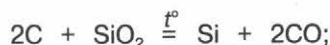


Большинство карбидов реагируют с водой и HCl с образованием углеводородов.

ИСКЛЮЧЕНИЕ! Некоторые карбиды (карборунд SiC , TiC) — химически стойкие вещества, не разлагаются водой и HCl .

- с **водородом**.

Восстанавливает металлы и неметаллы из оксидов и некоторых солей:



Во время реакции с **водой** при высокой температуре образуется **синтез-газ**.

Концентрированные **азотная** HNO_3 и **серная** H_2SO_4 **кислоты** окисляют при нагревании аморфный углерод до CO_2 .

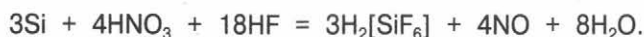
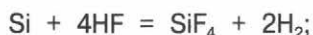
Кремний

Кремний образует две аллотропные модификации — аморфный и кристаллический кремний.

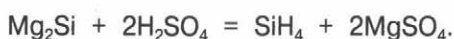
- Взаимодействует с **неметаллами, металлами, щелочами**:



- Устойчив к действию **кислот**. Реагирует только с плавиковой кислотой HF и со смесью плавиковой и азотной кислот:



- С **водородом не взаимодействует**. Силан (SiH_4) получают разложением силицидов металлов кислотой:



Оксиды

Химические свойства оксидов зависят от их характера — основного, кислотного или амфотерного.

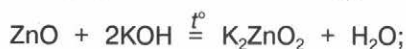
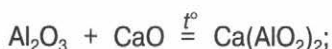
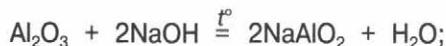
Основные оксиды взаимодействуют с **водой, кислотными оксидами, кислотами**.

Кислотные оксиды взаимодействуют с **водой, основными оксидами, основаниями**.



Амфотерные оксиды проявляют двойственную функцию — в зависимости от условий вступают в реакции с кислотами и кислотными оксидами, со щелочами и основными оксидами:

- при нагревании:



- в растворе:





ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

6.1

Из предложенного перечня выберите два металла, которые реагируют с водой только при нагревании.

- 1) серебро
- 2) медь
- 3) цинк
- 4) золото
- 5) железо

Запишите в поле ответа номера выбранных металлов.

Ответ:

6.2

Из предложенного перечня выберите два вещества, с каждым из которых взаимодействует бром.

- 1) кальций
- 2) силикат натрия
- 3) соляная кислота
- 4) азотная кислота
- 5) сера

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

6.3

Из предложенного перечня выберите два вещества, с каждым из которых алюминий реагирует без нагревания.

- 1) разбавленная соляная кислота (p-p)
- 2) сульфид меди(II)
- 3) концентрированная азотная кислота
- 4) хлорид натрия
- 5) гидроксид калия (p-p)

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

6.4

Из предложенного перечня выберите два вещества, каждое из которых может взаимодействовать с водородом, гидроксидом натрия, сероводородом.

- 1) оксид бария
- 2) оксид железа(III)
- 3) оксид азота(II)
- 4) оксид серы(IV)
- 5) оксид хрома(III)

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

Химические свойства оснований, амфотерных гидроксидов, кислот и солей



2—3 минуты



базовый



2 балла

Задание № 7 рассчитано на проверку знаний о неорганических соединениях и их химических свойствах, умений определять, какое соединение задано в условии и каково его взаимодействие с другими веществами (кислота, основание, соль или амфотерный гидроксид), составлять уравнения электролитической диссоциации, ионного обмена, окислительно-восстановительных реакций.

Задание содержит краткое описание опыта, в котором происходит взаимодействие двух неизвестных веществ X и Y с описанием визуальных эффектов, по которым надо

определить формулы или названия неизвестных веществ X и Y. В ответе надо записать цифры, под которыми указаны выбранные вещества.



При подготовке к заданию необходимо повторить:

- классификацию всех неорганических соединений (кислоты, основания, соли, амфотерные гидроксиды);
- характерные химические свойства оснований и амфотерных гидроксидов;
- характерные химические свойства кислот;
- характерные химические свойства солей: средних, кислых, основных, комплексных (на примере гидроксосоединений алюминия и цинка);
- основные принципы межклассового взаимодействия;
- признаки химических реакций (реакции ионного обмена).



План выполнения

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Определите принадлежность вещества к определённому классу неорганических соединений.

3. Вспомните общие химические и специфические свойства кислот, оснований, солей и амфотерных гидроксидов.
4. Составьте соответствующие уравнения реакций и проанализируйте их согласно правилам написания химических уравнений реакций.
5. Определите, какие из двух предложенных веществ соответствуют условию задания.
6. Запишите цифры, под которыми указаны нужные вещества, в таблицу под соответствующими буквами в поле ответа КИМ. Перенесите в бланк ответов № 1 только последовательность цифр.



Задание

В каждую из пробирок с осадком гидроксида цинка добавили сильную кислоту X, а в другую — раствор вещества Y. В результате в каждой из пробирок наблюдали растворение осадка. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступать в описанные реакции.

- 1) соляная кислота
- 2) хлорид натрия
- 3) сероводородная кислота
- 4) гидроксид натрия
- 5) гидроксид магния

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y
1	4



Выполнение этих заданий требует тщательного анализа условий и применения знаний о свойствах веществ и механизмах протекания реакций ионного обмена. Внимательно работайте с таблицей растворимости!

Пояснение:

Вспоминаем, что гидроксид цинка — амфотерное соединение; его характерные химические свойства — взаимодействие с сильными кислотами и щелочами. В соответствии с химическими свойствами амфотерных гидроксидов выбираем сильную кислоту — соляная кислота (1) и основание — гидроксид натрия (щёлочь) (4).

С остальными из предложенных веществ — хлоридом натрия (2) (соль), сероводородной кислотой (3) (очень слабая кислота) и гидроксидом магния (5) (слабое основание) — амфотерный гидроксид цинка не взаимодействует.

Веществом X является **соляная кислота**, веществом Y — **гидроксид натрия**.



Не держите уравнение реакции в голове, не старайтесь запомнить и выполнить уравнение устно, перебирая вещества мысленно. Будет быстрее, если вы пропишете уравнение реакции на черновике.



СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ



Данный справочный материал можно использовать для выполнения задания № 8.

Основания и амфотерные гидроксиды

Основания и амфотерные гидроксиды в основном вступают в реакции кислотно-основного взаимодействия и термического разложения.

Щёлочи взаимодействуют с **кислотными оксидами, кислотами (реакция нейтрализации), солями**.

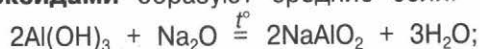
Для нерастворимых оснований характерно **взаимодействие с кислотами, разложение при нагревании**.

Гидроксиды металлов чаще всего в степенях окисления +3, +4 ($\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$, $\text{Mn}(\text{OH})_4$, $\text{Sn}(\text{OH})_4$, $\text{Pb}(\text{OH})_4$) и некоторые в степени окисления +2 ($\text{Be}(\text{OH})_2$, $\text{Zn}(\text{OH})_2$, $\text{Sn}(\text{OH})_2$, $\text{Pb}(\text{OH})_2$) проявляют амфотерные свойства:

- в растворе **щелочей** образуют комплексные соли:



- с основными **оксидами** образуют средние соли:



- с **карбонатами** образуют средние соли:



Кислоты

Кислоты вступают как в реакции, протекающие без изменения степеней окисления (реакции кислотно-основного взаимодействия), так и в окислительно-восстановительные реакции:

- взаимодействуют с **основными и амфотерными оксидами** с образованием солей;
- вступают в реакцию с **основаниями** с образованием соли и воды (реакция нейтрализации);
- реагируют с **солями** при условии образования малорастворимого, малодиссоциирующего или газообразного вещества;
- **металлы**, стоящие в ряду напряжений до водорода, взаимодействуют с кислотами (кроме кислот-окислителей HNO_3 и H_2SO_4 (конц.)) с выделением H_2 .

Соли

Соли вступают в реакции термического разложения, кислотно-основного взаимодействия, окислительно-восстановительные и гидролиза. Реакции кислотно-основного взаимодействия и гидролиз солей протекают без изменения степеней окисления, реакции же термического разложения могут как приводить к изменению степеней окисления, так и не приводить.

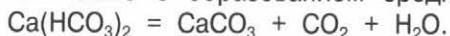
- **Термическое разложение.**
- **Окислительно-восстановительные реакции**, обусловленные свойствами катиона или аниона:



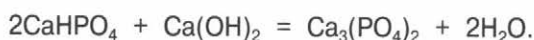
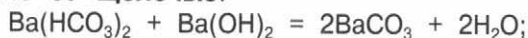
- **Гидролиз.**

Химические свойства кислых солей

- **Термическое разложение** с образованием средней соли:



- Взаимодействие со **щёлочью**:

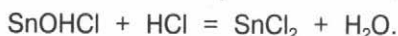


Химические свойства основных солей

- **Термическое разложение:**



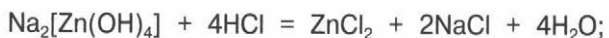
- Взаимодействие с **кислотой** с образованием **средней соли**:



Химические свойства комплексных солей

- **Реакции:**

- ▴ с кислотами:



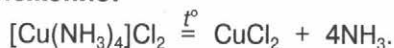
- ▴ кислотными оксидами:



- ▴ окислительно-восстановительные:



- **Термическое разложение:**



- **Гидролиз:**



ПРАВИЛО БЕРТОЛЛЕ для ионных реакций: реакции обмена протекают только тогда, когда образуется малорастворимое соединение (осадок), легколетучее вещество (газ) или малодиссоциирующее соединение (очень слабый электролит, в том числе вода).



ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

7.1

Нитрат серебра прокалили. К образовавшемуся твёрдому остатку X добавили концентрированную азотную кислоту, при этом наблюдали интенсивное выделение газа Y. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые соответствуют приведённому описанию.

- 1) оксид серебра(I)
- 2) нитрит серебра
- 3) серебро
- 4) оксид азота(II)
- 5) оксид азота(IV)

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

7.2

В пробирку с раствором соли X добавили несколько капель раствора вещества Y. В результате реакции наблюдали выделение бесцветного газа. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые могут вступать в описанную реакцию.

- 1) KOH
- 2) HCl
- 3) $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$
- 4) K_2SO_3
- 5) Na_2SiO_3

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

7.3

В пробирку с раствором соли X добавили несколько капель раствора вещества Y. В результате реакции наблюдали выделение желеобразного осадка. Из предложенного перечня выберите два вещества, которые могут вступать в описанную реакцию.

- 1) KOH
- 2) K_2SiO_3
- 3) HCl
- 4) LiBr
- 5) KNO_3

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

7.4

Нитрат алюминия прокалили. Полученный твёрдый остаток X обработали раствором гидроксида калия, при этом образовалось вещество Y. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые соответствуют приведённому описанию.

- 1) $K[Al(OH)_4]$
- 2) $KAlO_2$
- 3) K_3AlO_3
- 4) Al
- 5) Al_2O_3

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

7.5

Оксид железа(III) сплавляли с твёрдым карбонатом калия. Выделившийся газ X пропустили через известковую воду, при этом образовался прозрачный раствор вещества Y. Из предложенного перечня выберите вещества X и Y, которые соответствуют приведённому описанию.

- 1) CO_2
- 2) CO
- 3) $CaCO_3$
- 4) $Ca(HCO_3)_2$
- 5) $Ca(CH_3COO)_2$

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

Химические свойства неорганических веществ. Нахождение вещества



5—7 минут



повышенный



2 балла

Задание № 8 рассчитано на проверку знаний химических свойств основных классов неорганических соединений и свойств отдельных представителей этих классов.

Задание состоит из двух столбцов: в первом (обозначен буквой) представлены формулы (названия веществ, несколько реагирующих между собой веществ, схемы превращений), во втором (обозначен цифрой) — реагенты (вещества, формулы), с ко-

торыми они могут реагировать, продукты реакции. К каждой позиции, обозначенной буквой, необходимо подобрать соответствующую позицию, обозначенную цифрой. В ответе надо записать получившуюся последовательность цифр.



Для успешного выполнения этого задания нужно безошибочно определять, какое соединение перед вами (оксид, кислота, основание, соль).



При подготовке к заданию необходимо повторить:

- характерные химические свойства простых веществ — металлов: щелочных, щёлочноземельных, магния, алюминия; переходных металлов (медь, цинк, хром, железо);
- характерные химические свойства простых веществ — неметаллов: водорода, галогенов, кислорода, серы, азота, фосфора, углерода, кремния;
- характерные химические свойства оксидов: основных, амфотерных, кислотных;
- характерные химические свойства оснований и амфотерных гидроксидов;
- характерные химические свойства кислот;
- характерные химические свойства солей: средних, кислых, основных, комплексных (на примере гидроксосоединений алюминия и цинка);
- основные принципы межклассового взаимодействия (кислота не будет реагировать с кислым оксидом и т. д.);
- электролитическую диссоциацию электролитов в водных растворах, сильные и слабые электролиты;
- реакции ионного обмена (правило Бертолле).



План выполнения

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Определите принадлежность каждого предложенного вещества к классу неорганических веществ.
3. Вспомните химические и специфические свойства веществ, указанных в задании.
4. Составьте соответствующие уравнения реакций (при необходимости). Проанализируйте их согласно правилам написания химических уравнений реакций.
5. Запишите цифры в таблицу под соответствующими буквами в поле ответа КИМ. Перенесите в бланк ответов № 1 только последовательность цифр.



Задание

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

- А) С
Б) CO_2
В) $\text{Al}(\text{OH})_3$
Г) AlBr_3 (p-p)

РЕАГЕНТЫ

- 1) AgNO_3 , K_3PO_4 , Cl_2
2) H_2O , CaO , KOH
3) H_2 , Cl_2 , O_2
4) HCl , LiOH , CH_3COOH (p-p)
5) H_3PO_4 (p-p), BaCl_2 , CuO

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г
3	2	4	1

Пояснение:

Определяем принадлежность заданных веществ к классам/группам неорганических соединений: С — неметалл (простое вещество); CO_2 — солеобразующий кислотный оксид; $\text{Al}(\text{OH})_3$ — нерастворимое в воде основание, амфотерный гидроксид; AlBr_3 — средняя соль.

А) Неметаллы взаимодействуют с металлами, неметаллами, водородом, кислородом, сильными кислотами-окислителями и со щелочами. Из всего перечисленного для углерода подходит пункт 3, это H_2 , Cl_2 , O_2 . Поэтому букве **А** соответствует цифра **3**.

Б) Кислотные оксиды вступают в реакции с водой, основными оксидами и щелочами. Данному перечню химических свойств соответствует цифра 2, это H_2O , CaO (основный оксид), KOH (щёлочь) (**Б — 2**).

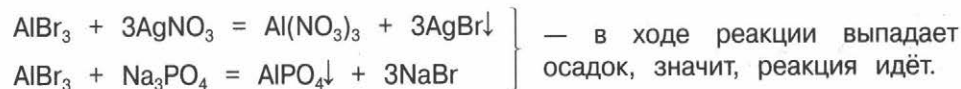
В) Химические свойства амфотерных гидроксидов — взаимодействие с растворами кислот и щелочей. Подобный перечень веществ есть в пункте 4, это HCl , LiOH , CH_3COOH (p-p) (**В — 4**).

Г) Средняя соль обладает всеми свойствами солей — вступает в реакцию с более активными металлами, щелочами, кислотами, солями. Такого перечня веществ в предложенных реагентах нет, поэтому необходимо вспомнить специфические свойства некоторых солей, например галогенидов (в задании есть соль, образованная галогеном — бромом).



Более активные галогены вытесняют менее активные галогены из растворов их солей.

Теперь для бромида цинка есть реагенты, с которыми соль реагирует, — AgNO_3 , K_3PO_4 , Cl_2 (1). Для подтверждения последнего взаимодействия составим соответствующие уравнения реакций:



$2\text{AlBr}_3 + 3\text{Cl}_2 = 2\text{AlCl}_3 + 3\text{Br}_2$ — в ходе реакции можем наблюдать изменение окраски раствора, так как образуется свободный бром (жидкость тёмно-красного цвета).

Все три взаимодействия имеют место, значит, букве Г действительно соответствует цифра 1.

Внимательно прочитав задание ещё раз, заполняем таблицу: А — 3; Б — 2; В — 4; Г — 1.



У каждого вещества помимо основных свойств, которые определяются составом и строением, есть ещё и *специфические* (характерные только для данного вещества), о которых часто спрашивается в заданиях разного уровня.



СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

Для выполнения задания можно воспользоваться теоретическим материалом к заданиям № 6, 7.



ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

8.1

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

- А) N_2
- Б) CuO
- В) HNO_3
- Г) $CuSO_4$

РЕАГЕНТЫ

- 1) H_2, O_2, Li
- 2) H_2, CO, Al
- 3) Fe_2O_3, O_2, CO_2
- 4) S, Na_2CO_3, FeS
- 5) $NaOH, BaCl_2, KI$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

8.2

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

- А) K
- Б) Zn
- В) Cl_2
- Г) N_2

РЕАГЕНТЫ

- 1) $Fe, KI, NaOH$
- 2) $NaOH, MgCl_2, HF$
- 3) $C_6H_6, CsOH, CO_2$
- 4) O_2, H_2, Li
- 5) O_2, S, HBr

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

8.3

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

- А) P красн.
- Б) P_2O_3
- В) $MgBr_2$
- Г) $Zn(OH)_2$

РЕАГЕНТЫ

- 1) $HCl, NaOH, CaO$
- 2) $NaOH, Na_3PO_4, Cl_2$
- 3) HNO_3, HCl, Cl_2
- 4) $O_2, NaOH, HNO_3$
- 5) S, HCl, O_2

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

8.4

Установите соответствие между формулой вещества и реагентами, с каждым из которых это вещество может взаимодей-

становать: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

РЕАГЕНТЫ

- А) KOH
- Б) Ba(OH)₂
- В) K₂SO₄
- Г) NaHSO₃

- 1) Ba(NO₃)₂, SrBr₂, H₂SO₄
- 2) AlCl₃, NH₄Cl, HNO₃
- 3) H₂SO₄, NaOH, HBr
- 4) CH₃COOH, N₂, Na₂SO₄
- 5) KOH, Ca(OH)₂, Mg

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

8.5

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) Zn
- Б) ZnCl₂
- В) Zn(OH)₂
- Г) KOH

- 1) O₂, Cl₂, Ca
- 2) HNO₃, Cu, H₃PO₄
- 3) HCl, H₂SO₄, KOH (p-p)
- 4) HCl, CO₂, KHCO₃ (p-p)
- 5) NaOH (p-p), (NH₄)₂S (p-p), AgNO₃ (p-p)

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

8.6

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) Cu
- Б) CO₂
- В) HCl
- Г) CuBr₂

- 1) Mg, CaO, C
- 2) S, Cl₂, HNO₃
- 3) Cl₂, NaOH, KI
- 4) Br₂, H₂SO₄, KCl
- 5) Mg, MgO, AgNO₃

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Химические свойства неорганических веществ. Нахождение продукта реакции



5—7 минут



повышенный



2 балла

Задание № 8 рассчитано на проверку знаний химических свойств основных классов неорганических соединений, свойств отдельных представителей этих классов, понимания зависимости свойств неорганических веществ от их состава и строения, умения объяснять сущность различных видов химических реакций.

Задание состоит из двух столбцов: в первом (обозначен буквой) представлены два исходных (реагирующих) вещества, во втором (обозначен цифрой) — продукты реакций, которые получаются в результате взаимодействия двух веществ из

первого столбца. К каждой позиции, обозначенной буквой, необходимо подобрать соответствующую позицию, обозначенную цифрой. В ответе надо записать получившуюся последовательность цифр.



При подготовке к заданию необходимо повторить химические свойства:

- простых веществ — **металлов**: щелочных, щёлочноземельных, магния, алюминия; переходных металлов (медь, цинк, хром, железо);
- простых веществ — **неметаллов**: водорода, галогенов, кислорода, серы, азота, фосфора, углерода, кремния;
- **оксидов**: основных, амфотерных, кислотных;
- **оснований** и **амфотерных гидроксидов**;
- **кислот**;
- **солей**: средних, кислых, основных, комплексных (на примере гидроксо соединений алюминия и цинка).



Вспомните:

- свойства концентрированной серной и азотной кислот и характер образующихся продуктов в зависимости от концентрации кислоты и активности металла или неметалла;
- условия горения некоторых сложных веществ в избытке кислорода и продукты реакций горения.



План выполнения

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Вспомните химические и специфические свойства веществ, указанных в задании.
3. Составьте уравнения реакций для веществ, указанных в задании.
4. Проанализируйте уравнения реакций согласно правилам написания химических уравнений реакций.
5. Запишите цифры в таблицу под соответствующими буквами в поле ответа КИМ. Перенесите в бланк ответов № 1 только последовательность цифр.



Задание

Установите соответствие между исходными веществами, вступающими в реакцию, и продуктами этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, выберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА

- А) Mg и HNO_3 (конц.)
- Б) MgO и HNO_3
- В) S и HNO_3 (конц.)
- Г) H_2S и HNO_3 (конц.)

ПРОДУКТЫ РЕАКЦИИ

- 1) $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ и H_2O
- 2) MgO , NO_2 и H_2O
- 3) SO_3 и H_2O
- 4) SO_2 , NO_2 и H_2O
- 5) $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$, NO_2 и H_2O
- 6) SO_2 и H_2O

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

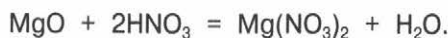
А	Б	В	Г
5	1	4	4

Пояснение:

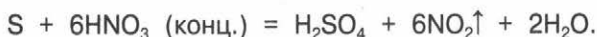
А) Устанавливаем соответствие между исходными веществами (даны активный металл и концентрированная азотная кислота) и продуктами реакции. Вспоминаем продукты взаимодействия концентрированной азотной кислоты с металлами разной химической активности. Согласно данным задания составляем уравнение реакции и получаем набор веществ, характерный для пункта 5:



Б) Исходные вещества — оксид металла (основный оксид) и кислота. Согласно правилам оксид металла с кислотой дают соль и воду. Составим уравнение реакции — набор продуктов есть в пункте 1:



В) Сера — неметалл, в присутствии сильного окислителя (концентрированной азотной кислоты) повышает свою степень окисления, то есть восстанавливается до серы со степенью окисления +6. Составим уравнение реакции и определим продукты реакции — они соответствуют пункту 4:



Г) Уравнение реакции горения сероводорода в избытке кислорода имеет вид, при котором продукты реакции соответствуют перечню веществ из пункта 4:



СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

Для выполнения задания можно воспользоваться теоретическим материалом к заданиям № 6, 7.



ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

9.1

Установите соответствие между исходными веществами, вступающими в реакцию, и продуктами этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА

- А) FeO и HNO_3 (конц.)
- Б) Fe_3O_4 и HNO_3 (конц.)
- В) Fe_2O_3 и HNO_3 (конц.)
- Г) $\text{Fe}(\text{OH})_2$ и HNO_3 (конц.)

ПРОДУКТЫ РЕАКЦИИ

- 1) $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{H}_2\text{O}$
- 2) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 3) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{H}_2\text{O}$
- 4) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{N}_2\text{O}_5 + \text{H}_2\text{O}$
- 5) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 6) $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

9.2

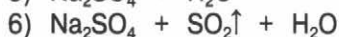
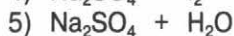
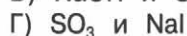
Установите соответствие между исходными веществами, вступающими в реакцию, и продуктами этой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ИСХОДНЫЕ ВЕЩЕСТВА

- А) Na_2O_2 и H_2SO_4
- Б) Na_2O и H_2SO_4

ПРОДУКТЫ РЕАКЦИИ

- 1) $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- 2) $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2\uparrow + \text{I}_2\downarrow$



Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

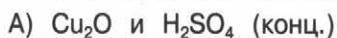
Ответ:

А	Б	В	Г

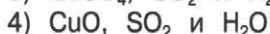
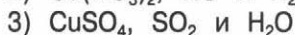
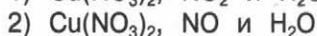
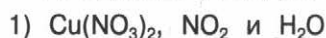
9.3

Установите соответствие между реагирующими веществами и продуктами, которые образуются при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА



ПРОДУКТЫ РЕАКЦИИ



Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

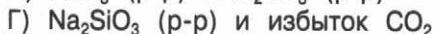
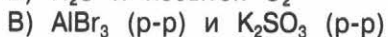
Ответ:

А	Б	В	Г

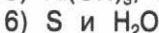
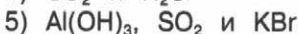
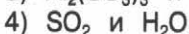
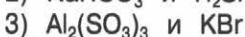
9.4

Установите соответствие между реагирующими веществами и продуктами, которые образуются при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА



ПРОДУКТЫ РЕАКЦИИ



Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Взаимосвязь неорганических веществ



2—3 минуты



базовый



2 балла

Задание № 10 рассчитано на проверку знаний о неорганических соединениях и их химических свойствах.

Задание содержит схему превращений с неизвестными (X, Y) и перечень веществ, из которых необходимо выбрать подходящие для X и Y.

В ответе надо записать цифры, соответствующие правильному ответу для неизвестных веществ X и Y.



При подготовке к заданию необходимо повторить:

- классификацию всех неорганических соединений (оксиды несолеобразующие и солеобразующие (основные, амфотерные, кислые) и др.);
- основные принципы межклассового взаимодействия (кислота не будет реагировать с кислым оксидом и т. д.);
- характерные химические свойства оснований и амфотерных гидроксидов, кислот и солей (средних, кислых, основных, комплексных (на примере гидроксосоединений алюминия и цинка));
- электролитическую диссоциацию электролитов в водных растворах, сильные и слабые электролиты;
- реакции ионного обмена (правило Бертолле).



Для успешного выполнения задания нужно безошибочно определять, какое соединение в нём указано (оксид, кислота, основание, соль).



План выполнения

1. Проанализируйте схему и установите принадлежность веществ к определённым классам неорганических веществ.
2. Вспомните характерные химические свойства веществ, указанных в задании (оксиды, кислоты, соли (средние, кислые, основные), основания, амфотерные соединения). При необходимости вспомните специфические свойства некоторых веществ (галогениды, карбонаты, гидрокарбонаты, силикаты и др.).

3. Составьте соответствующие уравнения реакций.
4. Проанализируйте уравнения реакций согласно правилам написания химических уравнений реакций.
5. Запишите номера нужных веществ в таблицу под соответствующими буквами в поле ответа КИМ. Перенесите в бланк ответов № 1 только последовательность цифр.



Задание

Задана следующая схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

- 1) NaCl (p-p)
- 2) LiOH (p-p)
- 3) O₂
- 4) HBr (избыток)
- 5) CO₂

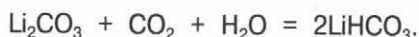
Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y
4	2

Пояснение:

Вспоминаем свойства карбонатов и делаем вывод: из предложенных веществ с карбонатом лития могут вступать в реакцию бромоводородная кислота и кислотный оксид (углекислый газ). Взаимодействие карбоната лития с углекислым газом приводит к образованию кислой соли, уравнение реакции имеет вид:



При взаимодействии карбоната лития и бромоводородной кислоты одним из продуктов реакции является газообразный продукт — диоксид углерода. Уравнение реакции имеет вид:



Из уравнения реакции видно, что вещество X — это бромоводородная кислота, так как именно в этой реакции выделяется углекислый газ. Следовательно, для X запишем 4.

CO₂ — это солеобразующий кислотный оксид, при взаимодействии с основными оксидами и щелочами образует соли, поэтому из предложенных веществ диоксид углерода может реагировать со щёлочью, а именно с раствором гидроксида лития. Для получения кислой соли необходимо через раствор гидроксида лития пропустить избыток углекислого газа. Уравнение реакции имеет вид:



Следовательно, неизвестным веществом **Y** будет **LiOH (2)**.



Неизвестным **X** и **Y** соответствуют определённые вещества. При написании ответа важно не перепутать и для **X** записать вещество, соответствующее **X**, а для **Y** — вещество, соответствующее **Y**.



При выполнении задания старайтесь прописать уравнения соответствующих реакций. Это позволит, во-первых, исключить ошибку, во-вторых, более верно определить неизвестные вещества.



СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

Для выполнения задания можно воспользоваться теоретическим материалом к заданиям № 6, 7.

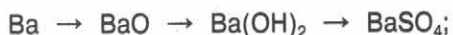
Взаимосвязь различных классов неорганических веществ



Стрелками указано, какие классы неорганических соединений могут взаимодействовать между собой и что является продуктом их взаимодействия. Например: металл + неметалл = соль; основание + кислотный оксид = соль.

Примеры взаимосвязей между различными классами неорганических соединений:

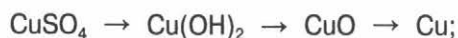
- металл → основной оксид → основание → соль:



- неметалл → кислотный оксид → кислота → соль:



- соль → основание → основной оксид → металл:



• соль \rightarrow кислота \rightarrow оксид \rightarrow неметалл:



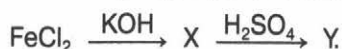
Кроме того, существует взаимосвязь между средними, кислыми и основными солями, характеризующая способы их получения друг из друга.



ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

10.1

Задана следующая схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

- 1) гидроксид железа(III)
- 2) сульфат железа(II)
- 3) сульфит железа(III)
- 4) сульфид железа(II)
- 5) гидроксид железа(II)

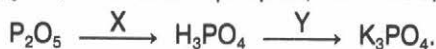
Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

10.2

Задана следующая схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

- 1) H_2
- 2) KHSO_4
- 3) H_2O
- 4) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$
- 5) KOH

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

10.3

Задана следующая схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

- 1) хлороводород
- 2) хлорид железа(II)
- 3) оксид железа(II)
- 4) гидрид железа(II)
- 5) хлорид железа(III)

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

10.4

Задана следующая схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

- 1) H_2
- 2) KOH
- 3) H_2O
- 4) HNO_3
- 5) KCl

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

10.5

Задана следующая схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

- 1) Cl_2
- 2) HClO
- 3) NaOH
- 4) HCl
- 5) NaHCO_3

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

10.6

Задана следующая схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

- 1) H_2SO_4 (разб.)
- 2) H_2SO_3
- 3) MgSO_4
- 4) MgSO_3
- 5) H_2SO_4 (конц.)

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

10.7

Задана следующая схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

- 1) HCl
- 2) Cl_2
- 3) Fe
- 4) H_2O
- 5) AlCl_3

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35

Классификация органических веществ. Номенклатура



2—3 минуты



базовый



2 балла

Задание № 11 рассчитано на проверку навыков в области классификации органических соединений по всем известным классификационным признакам, знания номенклатуры органических веществ, как классических (международных), так и тривиальных (исторических).

Задание на соответствие состоит из формулировки и перечня формул (названий) веществ в первом столбце, для которых необходимо опре-

делить класс (группу) или тривиальное название из второго столбца. В ответе надо записать получившуюся последовательность цифр.



Для успешного выполнения задания нужно:

- знать все классы органических соединений (алканы, алкены, алкины, арены и др.);
- знать особенности строения каждого гомологического ряда органических веществ, а именно виды связей между атомами углерода и функциональные группы, соединённые с углеводородным радикалом;
- уметь дать название соединению по тривиальной и международной номенклатуре.



План выполнения

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Вспомните гомологические группы и гомологические ряды органических веществ, а также особенности строения веществ, указанных в задании.
3. Проанализируйте состав приведённых в задании формул (на наличие видов связей — одинарных или кратных, функциональных групп, заместителей) и определите принадлежность к гомологическому ряду органических веществ.
4. Примените полученные знания для определения класса/группы органических веществ и к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

5. Запишите цифры в таблицу под соответствующими буквами в поле ответа КИМ. Перенесите в бланк ответов № 1 только последовательность цифр.



Вспомните, что для углеводов характерно наличие в молекулах одинарных, двойных или тройных связей, а для кислородсодержащих и азотсодержащих органических соединений — наличие в молекулах различных функциональных групп.



Задание

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) этилбензол
Б) анилин
В) 2-метилпентаналь

- 1) альдегиды
2) амины
3) аминокислоты
4) углеводороды

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В
4	2	1

Пояснение:

По названию вещества устанавливаем соответствие между веществом и классом/группой, к которому(-ой) оно принадлежит.

А) **Этилбензол** — наличие в названии части «бензол» говорит о том, что вещество относится к ряду ароматических углеводородов, то есть к аренам. Приставка **этил-** свидетельствует: данное вещество имеет радикал и является гомологом бензола, также является ароматическим углеводородом. Ароматические углеводороды относятся к углеводородам, так как состоят из атомов углерода и водорода. Следовательно, метилбензол — это углеводород. В ответе для буквы **А** запишем цифру **4**.



При определении класса веществ можно вспомнить и написать молекулярную формулу этилбензола. Формула имеет вид: $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—C}_6\text{H}_5$, а дальше по качественному составу (состоит из углерода и водорода) определить принадлежность к группе углеводородов. Осталось записать правильный ответ.

Б) **Анилин** — одно из веществ, которое в своём составе содержит бензольное кольцо и функциональную группу атомов — аминогруппу,

наличие которой указывает на принадлежность вещества к группе аминов. Вспоминаем, что амины — это азотсодержащие органические вещества, производные аммиака (NH_3), в молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены на углеводородный радикал. Таким образом, в составе аминов есть группа атомов — NH_2 , соединённая с углеводородным радикалом. Анилин — один из представителей аминов. Поэтому для буквы **Б** запишем цифру **2**.

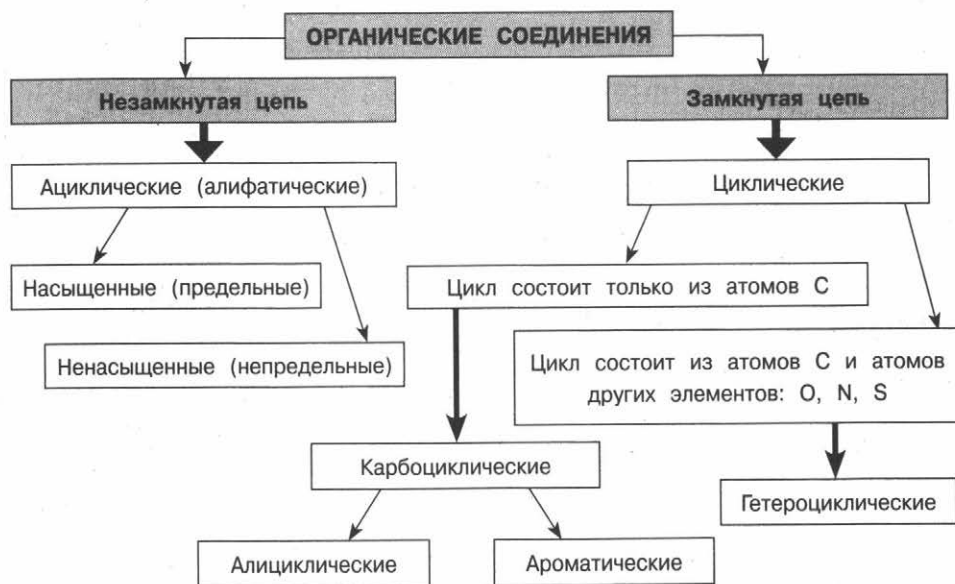
В) 2-Метилпентаналь — принадлежность этого вещества к определённой группе органических веществ можно выявить по суффиксу **-аль-**, который характерен для гомологического ряда альдегидов. Поэтому для буквы **В** запишем цифру **1**.



СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

Классификация органических веществ

Классификация по строению углеродного скелета



Углеродный скелет (углеродная цепь) — последовательность связывания атомов углерода в молекуле.

Ациклические (алифатические) **соединения** — соединения с открытой цепью атомов углерода.

Насыщенные соединения — соединения, неспособные присоединять водород или другие вещества.

Ненасыщенные соединения — соединения, способные присоединять водород или другие вещества.




Циклические соединения — соединения с замкнутой в цикл цепью атомов.

Карбоциклические соединения — соединения, в которых цепь, состоящая только из атомов углерода, замкнута в цикл.

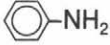
Гетероциклические соединения — соединения, имеющие в составе циклического скелета кроме атомов углерода один или несколько гетероатомов — как правило, атомы азота, кислорода, серы.

Классификация в зависимости от природы функциональной группы

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ГРУППЫ И СООТВЕТСТВУЮЩИЕ ИМ КЛАССЫ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Классы соединений	Общая формула	Пример
Функциональная группа: -OH Название группы: гидроксил		
Спирты	R-OH	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ этиловый спирт
Фенолы		 фенол
Функциональная группа: >C=O Название группы: карбонил		
Альдегиды	$\begin{array}{c} \text{R} \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagup \\ \text{H} \end{array}$	CH_3CHO уксусный альдегид
Кетоны	$\begin{array}{c} \text{R} \\ \diagdown \\ \text{C}=\text{O} \\ \diagup \\ \text{R} \end{array}$	CH_3COCH_3 ацетон
Функциональная группа: $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C} \\ \diagup \\ \text{OH} \end{array}$ Название группы: карбоксил		
Карбоновые кислоты	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{R}-\text{C} \\ \diagup \\ \text{OH} \end{array}$	CH_3COOH уксусная кислота
Функциональная группа: -NO ₂ Название группы: нитрогруппа		
Нитросоединения	R-NO ₂	CH_3NO_2 нитрометан

>>>

Классы соединений	Общая формула	Пример
Функциональная группа: $-\text{NH}_2$ Название группы: аминогруппа		
Амины	$\text{R}-\text{NH}_2$	 анилин
Функциональная группа: $-\text{F}$, $-\text{Cl}$, $-\text{Br}$, $-\text{I}$ (Hal) Название группы: фтор, хлор, бром, иод (галоген)		
Галогенопроизводные	$\text{R}-\text{Hal}$	CH_3Cl хлористый метил

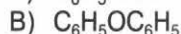


ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

11.1

Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой органических соединений, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА



КЛАСС/ГРУППА

1) простые эфиры

2) кетоны

3) сложные эфиры

4) альдегиды

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

11.2

Установите соответствие между формулой вещества и классом/группой органических соединений, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА



КЛАСС/ГРУППА

1) фенолы

2) алкадиены

3) спирты

4) карбоновые кислоты

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

11.3

Установите соответствие между названием вещества и классом/группой органических соединений, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	КЛАСС/ГРУППА
А) этаналь	1) сложные эфиры
Б) пропин	2) алкины
В) этилацетат	3) спирты
	4) альдегиды

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

11.4

Установите соответствие между названием органического вещества и классом/группой органических соединений, к которому(-ой) это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	КЛАСС/ГРУППА
А) этиленгликоль	1) углеводы
Б) рибоза	2) углеводороды
В) стирол	3) спирты
	4) карбоновые кислоты

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

11.5

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/ГРУППА

- А) C_3H_6O
Б) C_6H_6O
В) $C_3H_6O_2$

- 1) фенолы
2) спирты
3) альдегиды
4) сложные эфиры

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

11.6

Установите соответствие между структурной формулой вещества и общей формулой гомологического ряда, к которому это вещество принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СТРУКТУРНАЯ ФОРМУЛА
ВЕЩЕСТВА

ОБЩАЯ ФОРМУЛА
РЯДА

- А) $HC \equiv C-CH_2-CH_3$
Б) $H_2C=CH-CH_2-CH_3$
В) $HC \equiv C-CH=CH-CH_3$

- 1) C_nH_{2n+2}
2) C_nH_{2n}
3) C_nH_{2n-2}
4) C_nH_{2n-4}

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

11.7

Установите соответствие между названием органического соединения и классом, к которому это соединение принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ СОЕДИНЕНИЯ

КЛАСС

- А) нитроглицерин
Б) метилацетилен
В) глицерин

- 1) сложные эфиры
2) одноатомные спирты
3) алкины
4) многоатомные спирты

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

Теория строения органических соединений.

Типы связей



2 минуты



базовый



1 балл

Задание № 12 рассчитано на проверку следующих умений: применять основные положения химической теории (строение атома, химическая связь, электролитическая диссоциация, кислоты и основания, строение органических соединений, химическая кинетика) для анализа строения и свойств веществ; определять вид химических связей в соединениях и тип кристаллической решётки; изображать (представлять) пространственное строение молекул; находить гомологи и изомеры.

Задание включает формулировку и перечень формул или названий веществ, из которых необходимо выбрать два, отвечающие заданно-

му вопросу. В ответе надо записать получившуюся последовательность цифр.



Для успешного выполнения задания нужно знать основные понятия органической химии:

- гомология и изомерия (структурная и пространственная);
- взаимное влияние атомов в молекулах;
- типы связей в молекулах органических веществ;
- гибридизация атомных орбиталей углерода;
- радикал;
- функциональная группа.



План выполнения

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Определите принадлежность указанного в задании вещества к классу органических соединений.
3. Вспомните определение изомеров, виды структурной изомерии, характерные для каждого класса органических веществ.

4. Составьте молекулярные формулы для всех веществ, указанных в задании. Выберите формулы веществ, которые имеют одинаковый качественный и количественный состав.
5. Запишите цифры, под которыми указаны выбранные вещества, в поле ответа КИМ и бланк ответов № 1.



Задание

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые являются структурными изомерами пентена-2.

- 1) пентан
- 2) циклопентан
- 3) пентин-2
- 4) пентадиен-1,4
- 5) 2-метилбутен-2

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

2	5
---	---

Пояснение:

Определим принадлежность пентена-2 к гомологическому ряду алкенов (наличие характерного суффикса **-ен-**). Вспомним все виды структурной изомерии, характерные для алкенов. Это изомерия углеродного скелета, изомерия положения двойной связи, межклассовая изомерия (гомологический ряд циклоалканов).

Молекулярная формула пентена-2 имеет вид C_5H_{10} . Составим молекулярные формулы всех веществ, указанных в задании:

- 1) пентан — C_5H_{12} ;
- 2) циклопентан — C_5H_{10} ;
- 3) пентин-2 — C_5H_8 ;
- 4) пентадиен-1,4 — C_5H_8 ;
- 5) 2-метилбутен-2 — C_5H_{10} .

Анализируя качественный и количественный состав полученных формул веществ, приходим к выводу, что одинаковый состав C_5H_{10} имеют пентен-2, циклопентан (**2**) и 2-метилбутен-2 (**5**). Поэтому в ответе запишем цифры 2, 5.



СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

Гомология

Гомологический ряд — ряд близких по строению и химическому поведению соединений, каждый последующий (высший) член которого отличается от предыдущего (низшего) на одну группу $-CH_2-$. Соединения гомологического ряда имеют сходные химические свойства,

однако по мере увеличения числа атомов изменяются физические свойства.

В общей формуле гомологического ряда отражается молекулярная формула каждого члена гомологического ряда при определённом значении числа атомов углерода, которое выражается индексом n ($n = 1, 2, 3$ и т. д.). Например, C_nH_{2n+2} — общая формула гомологического ряда алканов, при $n = 1$ получаем CH_4 — метан.

Типы связей в молекулах органических веществ

Для органических соединений характерны σ - и π -ковалентные связи:

- σ -связи образуются при перекрывании облаков по линии, соединяющей ядра атомов;
- π -связи образуются при перекрывании электронных облаков над линией и под линией, соединяющей ядра атомов.

π -Связь менее прочна, чем σ -связь, и её электроны могут легче отрываться от атома. Если два атома связаны одинарной связью, то это всегда σ -связь. При образовании двойной или тройной связи между двумя атомами первой образуется σ -связь, затем — π -связи.

Гибридизация атомных орбиталей углерода

В зависимости от комбинации гибридных и негибридизованных орбиталей атом С может находиться в состоянии sp^3 - (только одинарные связи), sp^2 - (двойные связи) или sp -гибридизации (тройные связи).



Типы гибридизации атомов углерода у кумулированных алкадиенов, то есть у тех диенов, где две двойные связи находятся у одного атома углерода, неодинаковые, так как разное количество σ - и π -связей окружает атомы углерода. Например, $H_2C=C=CH_2$, пропadiен. Типы гибридизации у первого и третьего атомов углерода sp^2 (наличие одной двойной связи при каждом атоме углерода). У второго атома углерода тип гибридизации sp , поскольку при одном атоме углерода две двойные связи (которые состоят из двух π -связей и двух σ -связей).

Радикал и функциональная группа

Углеводородный радикал (R) — остаток углеводорода без одного атома водорода.

Например: $CH_3-CH_2-CH_2-$ — n -пропил; $CH_3-\underset{|}{CH}-CH_3$ — изопропил.

Функциональная группа — группа атомов, определяющая физические и химические свойства органического вещества ($-OH$, $-COOH$, $-NH_2$ и др.). Функциональные группы обуславливают принадлежность к тому или иному классу органических соединений.



ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

12.1

Из предложенного перечня выберите два вещества, для которых характерна цис-транс-изомерия.

- 1) бутен-1
- 2) бутен-2
- 3) пентен-1
- 4) бутин-2
- 5) пентен-2

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

--	--

12.2

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые являются гомологами аланина.

- 1) глицин
- 2) ацетамид
- 3) глицерин
- 4) анилин
- 5) α -аминобутановая кислота

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

--	--

12.3

Из предложенного перечня выберите два класса веществ, к которым можно отнести вещество, формула которого $C_4H_{10}O$.

- 1) спирты
- 2) альдегиды
- 3) простые эфиры
- 4) сложные эфиры
- 5) кетоны

Запишите в поле ответа номера выбранных классов веществ.

Ответ:

--	--

12.4

Из предложенного перечня выберите два типа гибридизации орбиталей атома углерода молекулы 2-метилбутена-2.

- 1) sp^3
- 2) sp^2
- 3) sp
- 4) sp^3 и sp
- 5) sp^2 и sp

Запишите в поле ответа выбранные номера.

Ответ:

--	--

12.5

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые не являются гомологами.

- 1) цикlopентан и циклопропан
- 2) бутен и пентен
- 3) циклопропан и пропан
- 4) этан и гексан
- 5) бутадиен-1,2 и пропен

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

12.6

Из предложенного перечня выберите две кислоты, которые являются гомологами уксусной кислоты.

- 1) хлоруксусная
- 2) масляная
- 3) олеиновая
- 4) муравьиная
- 5) бензойная

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

12.7

Из предложенного перечня выберите два класса веществ, в состав которых входит гидроксогруппа.

- 1) спирты
- 2) амины
- 3) альдегиды
- 4) фенолы
- 5) сложные эфиры

Запишите в поле ответа номера выбранных классов веществ.

Ответ:

12.8

Из предложенного перечня выберите два класса веществ, к которым можно отнести вещество, формула которого C_2H_6O .

- 1) спирт
- 2) альдегид
- 3) простой эфир
- 4) сложный эфир
- 5) кетон

Запишите в поле ответа номера выбранных классов веществ.

Ответ:

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

81

Химические свойства и получение углеводородов



2 минуты



базовый



1 балл

Задание № 13 рассчитано на проверку знаний и навыков в области химических превращений органических веществ.

Задание состоит из формулировки и перечня формул или названий веществ, из которых необходимо выбрать два, вступающие в реак-

цию с заданным веществом. В ответе надо записать две цифры, которые соответствуют выбранным веществам.



Для успешного выполнения этого задания нужно знать:

- все классы органических соединений (алканы, алкены, алкадиены, циклоалканы, арены и др.);
- характерные химические свойства углеводородов: алканов, циклоалканов, алкенов, диенов, алкинов, ароматических углеводородов (бензол и гомологи бензола, стирол);
- типы химических реакций в органической химии;
- взаимосвязь различных классов органических соединений;
- основные способы получения углеводородов (в лаборатории и в промышленности).



План выполнения

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Определите по названию или формуле указанных в задании веществ их принадлежность к определённому классу углеводородов.
3. Вспомните особенности строения молекул указанных в задании веществ (так как именно строение органических веществ определяет их химические свойства), а также характерные и специфические химические свойства указанных в задании веществ.
4. Примените полученные знания для определения веществ, отвечающих условию задания.
5. Запишите цифры, под которыми указаны выбранные варианты, в поле ответа КИМ и бланк ответов № 1.



Характерные свойства углеводородов, которые обязательно надо повторить для выполнения этого задания:

- способность к реакциям окисления раствором перманганата калия углеводородов разных классов, а именно:

- ▲ алкенов (симметричных, несимметричных, с одним или двумя радикалами при атомах углерода с двойной связью);
- ▲ алкинов (симметричных или несимметричных, а также этина);
- ▲ алкадиенов;
- ▲ аренов (гомологов бензола);
- ▲ циклоалкенов;

- особенности реакций окисления веществ перманганатом калия или дихроматом калия в органической химии в зависимости от среды раствора.



Задание

Из предложенного перечня выберите два вещества, при взаимодействии которых с раствором перманганата калия в присутствии серной кислоты при нагревании будет наблюдаться изменение окраски раствора.

- 1) циклобутан
- 2) бензол
- 3) пропен
- 4) бутан
- 5) ксилол

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

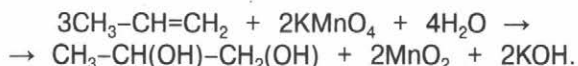
Ответ:

3	5
---	---

Пояснение:

Алканы, циклоалканы относятся к предельным углеводородам и не взаимодействуют с водным раствором перманганата калия. Следовательно, варианты под цифрами 1 и 4 не подходят. Бензол — арен, не окисляется растворами сильных окислителей (перманганатом калия). Для ответа пункт 2 не подходит.

Проверим оставшиеся пункты. Пропен (3), как непредельный углеводород, окисляется раствором перманганата калия и изменяет окраску раствора. Уравнение реакции имеет вид:



Записываем цифру 3 в бланк ответов. Ксилол (5) — арен, в отличие от бензола, окисляется водным раствором перманганата калия с образованием соли бензойной кислоты и неорганических продуктов. Значит, цифру 5 записываем в бланк ответов.



Данный теоретический материал можно использовать для выполнения задания № 16.

Реакции, характерные для алканов

В обычных условиях алканы химически инертны. Для них характерны реакции замещения, окисления и термических превращений.

Алкан + $\text{Hal}_2 \rightarrow$ галогеналкан + галогеноводород (реакция галогенирования).

Алкан + $\text{HNO}_3 \xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (конц.)}, t^\circ}$ нитроалкан + H_2O (реакция нитрования, реакция Коновалова).

Алкан + $\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ (конц.)} \xrightarrow{t^\circ}$ сульфоалкан + H_2O (реакция сульфирования).

Алкан $\xrightarrow{\text{AlCl}_3, t^\circ}$ алкан (с разветвлённой цепью) (реакция изомеризации).

Алкан $\xrightarrow{\text{H}_2, t^\circ}$ алкан + алкен (реакция крекинга).

Алкан $\xrightarrow{\text{Cr}_2\text{O}_3, t^\circ}$ циклоалкан (алкен) + H_2 (реакция дегидрирования).

Метан $\xrightarrow{1500^\circ\text{C}}$ ацетилен + H_2 или: метан $\xrightarrow{t^\circ}$ $\text{C} + \text{H}_2$ (пиролиз).

Алкан $\xrightarrow{\text{Cr}_2\text{O}_3, t^\circ}$ арен + H_2 (риформинг).

Метан + $\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{кат.}, t^\circ}$ $\text{CO} + \text{H}_2$ (конверсия).

Реакции неполного окисления

- метан + $\text{O}_2 \xrightarrow{\text{кат.}, t^\circ}$ метанол
- метан + $\text{O}_2 \xrightarrow{\text{кат.}, t^\circ}$ метаналь + H_2O
- метан + $\text{O}_2 \xrightarrow{\text{кат.}, t^\circ}$ метановая кислота + H_2O

Галогеналкан (R-Cl) + $\text{Na} \xrightarrow{t^\circ}$ алкан (R-R) + NaCl (реакция Вюрца).

Галогеналкан (R-Cl) + NaOH (спирт) $\xrightarrow{t^\circ}$ алкен + соль (NaCl) + H_2O (реакция Вюрца).

Галогеналкан (R-Cl) + NaOH (водн.) $\xrightarrow{t^\circ}$ спирт + соль (NaCl).

Галогеналкан + ацетиленид $\xrightarrow{t^\circ}$ алкин + соль.

Дигалогеналкан + Zn (или Mg) $\xrightarrow{t^\circ}$ алкен + соль.

Дигалогеналкан + NaOH (водн.) $\xrightarrow{t^\circ}$ альдегид (кетон) + соль + H_2O .

Тригалогеналкан + NaOH (водн.) $\xrightarrow{t^\circ}$ карбоновая кислота + соль + H_2O .

Реакции, характерные для циклоалканов

А) Малые циклы (циклопропан и циклобутан) — реакции присоединения.

Циклоалкан + $H_2 \rightarrow$ алкан (гидрирование).

Циклоалкан + $Hal_2 \rightarrow$ дигалогеналкан (галогенирование).

Циклоалкан + галогеноводород \rightarrow моногалогеналкан (гидрогалогенирование).

Б) Большие циклы — реакции замещения.

Циклоалкан + $Hal_2 \rightarrow$ моногалогенциклоалкан + галогеноводород (галогенирование).

Циклоалкан $\xrightarrow{t^\circ}$ арен + $3H_2$ (реакция дегидрирования).

Циклоалкан + $KMnO_4$ + $H_2SO_4 \rightarrow$ алкандиовая кислота + $MnSO_4$ + K_2SO_4 + H_2O (реакция окисления проходит с разрывом цикла).

Реакции, характерные для алкенов

Для алкенов характерны реакции присоединения, полимеризации, окисления.

Алкен + $H_2 \xrightarrow{\text{кат.}, t^\circ}$ алкан (реакция гидрирования).

Алкен + $Hal_2 \rightarrow$ дигалогеналкан (галогенирование — качественная реакция — обесцвечивание раствора).

Алкен + галогеноводород \rightarrow галогеналкан (гидрогалогенирование, для несимметричных алкенов по правилу Марковникова).



Отклонение от правила Марковникова:

- присутствие пероксидов;
- присутствие сильно электроотрицательных заместителей в молекуле, например $CF_3-CH=CH_2$. В этом случае водород присоединяется к наименее гидрированному атому углерода.

Алкен + $H_2O \xrightarrow{\text{кат.}, t^\circ}$ алканол (или одноатомный спирт) (реакция гидратации).

n -Алкен $\xrightarrow{\text{кат.}, t^\circ}$ полимер (реакция полимеризации).

Алкен + $KMnO_4$ + $H_2O \xrightarrow{t^\circ}$ диол (или двухатомный спирт) + MnO_2 + KOH .

$KMnO_4$ + H_2SO_4 \rightarrow $\begin{cases} \text{алкен-1} \rightarrow \text{карбоновая кислота} + CO_2 + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O \\ \text{алкен (симметричный)} \rightarrow \text{две одинаковые карбоновые кислоты} + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O \\ \text{алкен (несимметричный)} \rightarrow \text{две разные карбоновые кислоты} + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O \text{ (если у алкена есть радикал при двойной связи, то образуется кетон и соответствующие продукты)} \end{cases}$

$2\text{Алкен} + O_2 \xrightarrow{Ag, 200^\circ C}$ 2Эпоксиалкан (реакция неполного окисления).

Алкен + $Hal_2 \xrightarrow{t^\circ > 400^\circ C}$ галогеналкен + галогеноводород (реакция замещения — сохраняется двойная связь).

Реакции, характерные для алкадиенов (диенов)

Бутадиен-1,3 + $H_2 \rightarrow$ бутен-2 или: бутадиен-1,3 + $2H_2 \rightarrow$ бутан (реакция гидрирования).

Бутадиен-1,3 + $Hal_2 \rightarrow$ 3,4-дигалогеналкен-1
 \rightarrow 1,4-дигалогенбутен-2
 \rightarrow 1,2,3,4-тетрагалогеналкан (при избытке галогена)

Бутадиен-1,3 + $HHal \rightarrow$ 3-галогенбутен-1
 \rightarrow 1-галогенбутен-2
 \rightarrow 2,3-дигалогенбутан (при избытке галогеноводорода)

Бутадиен-1,3 + $H_2O \rightarrow$ бутен-3-ол-2 или: бутадиен-1,3 + $2H_2O \rightarrow$ бутандиол-2,3 (реакция гидратации).

n-Бутадиен-1,3 \rightarrow бутадиеновый каучук (реакция полимеризации проходит с образованием каучуков).

Реакции, характерные для алкинов

Алкин + $H_2 \rightarrow$ алкен или: алкин + $2H_2 \rightarrow$ алкан (реакция гидрирования).

Алкин + $Hal_2 \rightarrow$ дигалогеналкен или: алкин + $2Hal \rightarrow$ тетрагалогеналкан (реакция галогенирования).

Алкин + галогеноводород \rightarrow моногалогеналкен (гидрогалогенирование, для несимметричных алкинов по правилу Марковникова).

Алкин + 2 галогеноводорода \rightarrow дигалогеналкан (гидрогалогенирование, для несимметричных алкинов по правилу Марковникова).

Алкин + $H_2O \rightarrow Hg^{2+}$ альдегид или: кетон (реакция Кучерова).

Алкин $\xrightarrow{t^\circ, C_{акт.}}$ арен (бензол или ароматические углеводороды) (реакция тримеризации).

Алкин + $[Ag(NH_3)_2]OH \rightarrow$ ацетиленид серебра \downarrow + $NH_3 \uparrow$ + H_2O (реакция замещения для терминальных алкинов).

Алкин + $KMnO_4$ + $H_2O \xrightarrow{t^\circ}$ карбоновые кислоты или: CO_2 (реакция окисления с разрывом цепи).

Реакции, характерные для аренов

Бензол + $H_2 \rightarrow$ циклогексан (реакция гидрирования).

Бензол + $Hal_2 \xrightarrow{FeCl_3}$ галогенбензол + галогеноводород (галогенирование).

Бензол + $3Hal_2 \xrightarrow{h\nu}$ гексагалогенциклогексан (или гексахлоран) (реакция галогенирования).

Бензол + HNO_3 (конц.) \rightarrow нитробензол + H_2O (реакция нитрования).

Бензол + H_2SO_4 (конц.) \rightarrow сульфобензол + H_2O (реакция сульфирования).

Бензол + галогеналкан $(\text{R}-\text{Cl})-\text{AlCl}_3 \rightarrow$ гомолог бензола + галогеноводород (реакция алкилирования).

Бензол + алкен $\xrightarrow{\text{AlCl}_3, t^\circ}$ гомолог бензола (алкилирование, реакция Фриделя — Крафтса).

Гомолог бензола + $\text{H}_2 \rightarrow$ циклоалкан (реакция гидрирования).

Гомолог бензола + $\text{Hal}_2 \xrightarrow{\text{AlCl}_3}$ галогенарен + галогеноводород (реакция галогенирования проходит с образованием орто- и пара-замещённых по отношению к радикалу исходного вещества).

Гомолог бензола + $\text{Hal}_2 \xrightarrow{h\nu}$ фенилгалогеналкан + галогеноводород (замещение проходит в радикале, замещение водорода на галоген у того атома углерода, который непосредственно связан с бензольным кольцом).

Гомолог бензола + $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ бензойная кислота + $\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ (любой гомолог бензола с одним радикалом образует бензойную кислоту, а «лишний» углерод выделяется в реакции в виде $\text{CO}_2\uparrow$).

Гомолог бензола с двумя и более радикалами + $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ даёт двух-, трёх- и более основную ароматическую кислоту и тот же набор неорганических продуктов.

Гомолог бензола + HNO_3 (конц.) \rightarrow нитроарен (2,4,6-тринитроарен) + H_2O (реакция нитрования проходит с образованием орто- и пара-замещённых по отношению к радикалу исходного вещества).



ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

13.1

Из предложенного перечня выберите два вещества, при взаимодействии которых с бромной водой будет наблюдаться изменение окраски раствора.

- 1) циклопентан
- 2) бромметан
- 3) бутен-2
- 4) пропан
- 5) метилацетилен

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

13.2

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые будут реагировать с аммиачным раствором оксида серебра(I).

- 1) толуол
- 2) этаналь

- 3) бутин-2
- 4) метилацетилен
- 5) анилин

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

--	--

13.3

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые могут быть использованы для получения бензола.

- 1) ацетилен
- 2) этилен
- 3) этан
- 4) бензоат натрия
- 5) бутадиен-1,3

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

--	--

13.4

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые образуются при электролизе раствора пропионата натрия.

- 1) бутан
- 2) пропан
- 3) этан
- 4) метан
- 5) водород

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

--	--

13.5

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые могут при окислении перманганатом калия в кислой среде образовать карбоновые кислоты.

- 1) бутен-2
- 2) 2-метилпропен-1
- 3) бутин-1
- 4) этилен
- 5) бензол

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

--	--

Химические свойства и получение кислородсодержащих органических соединений



2 минуты



базовый



1 балл

Задание № 14 рассчитано на проверку знаний и навыков в области химических превращений органических веществ, умения определять по названию вещества или строению молекулы принадлежность к определённому классу органических соединений, составлять уравнения химических реакций.

Задание содержит формулировку и перечень формул или названий веществ, из которых необходимо выбрать два, вступающие в реак-

цию с заданным веществом. В ответе надо записать цифры, которые соответствуют выбранным вариантам.



Для успешного выполнения задания нужно знать:

- классы кислородсодержащих органических соединений (спирты, альдегиды, кетоны, простые эфиры, карбоновые кислоты, сложные эфиры) и их функциональные группы;
- характерные химические свойства предельных одноатомных и многоатомных спиртов, фенола; альдегидов и кетонов; предельных карбоновых кислот; сложных эфиров;
- качественные реакции на кислородсодержащие соединения;
- типы химических реакций в органической химии;
- взаимосвязь различных классов органических соединений;
- основные способы получения кислородсодержащих органических соединений (в лаборатории).



План выполнения

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Определите по названию вещества или строению молекулы принадлежность к определённому классу кислородсодержащих органических соединений.
3. Вспомните особенности строения веществ этого класса — наличие функциональной группы, так как именно она обуславливает характерные химические свойства кислородсодержащих

органических веществ, а также характерные химические свойства данного класса веществ.

4. Примените полученные знания для определения веществ, отвечающих условию задания.

5. Запишите цифры, под которыми указаны выбранные варианты, в поле ответа КИМ и бланк ответов № 1.



Задание

Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми реагирует ацетальдегид.

- 1) CuO
- 2) NH_3
- 3) H_2
- 4) Ag_2O (NH_3 p-p)
- 5) CH_3NO_2

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

3	4
---	---

Пояснение:

По названию вещества — ацетальдегид — определяем принадлежность к классу альдегидов — это этаналь. Для альдегидов характерны реакции окисления (реакция с аммиачным раствором оксида серебра или реакция «серебряного зеркала» и реакция со свежесосаждённым гидроксидом меди(II) при нагревании), а также реакции восстановления (гидрирования или взаимодействие с водородом). Из данных свойств можно сделать вывод о том, с какими из указанных веществ будет реагировать ацетальдегид. Из указанных в задании веществ подходят для ответа водород (**3**) и оксид серебра в растворе аммиака (**4**).

Остальные вещества — оксид меди (1), аммиак (2), нитрометан (5) — с альдегидами не взаимодействуют.



СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

Данный теоретический материал можно использовать для выполнения задания № 17.

Реакции, характерные для спиртов

Спирт + щелочной металл \rightarrow алкоголят + $\text{H}_2\uparrow$.

Спирт + кислота $\xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4, t^\circ}$ сложный эфир + H_2O (реакция этерификации).

Спирт + галогеноводород \rightarrow галогеналкан + H_2O .

Спирт + $PBr_5 \rightarrow$ бромалкан + бромоводород + $POBr_3$ (галоген может быть любой).

Спирт $\xrightarrow{H_2SO_4, t^\circ > 140^\circ C}$ алкен + H_2O (внутримолекулярная дегидратация, идёт в избытке спирта с образованием алкенов).

Спирт $\xrightarrow{H_2SO_4, t^\circ < 140^\circ C}$ простой эфир + H_2O (межмолекулярная дегидратация, идёт в избытке спирта с образованием простых эфиров, причём в реакцию вступают как одинаковые, так и разные спирты).

Спирт (первичный) + $CuO \xrightarrow{t^\circ}$ альдегид + Cu + H_2O (реакция окисления).

Спирт (вторичный) + $CuO \xrightarrow{t^\circ}$ кетон + Cu + H_2O (реакция окисления).

Спирт (первичный) $\xrightarrow{Cu, t^\circ}$ альдегид + $H_2\uparrow$ (реакция дегидрирования).

Спирт (вторичный) $\xrightarrow{Cu, t^\circ}$ кетон + $H_2\uparrow$ (реакция дегидрирования).



Третичные спирты не окисляются оксидом меди(II) и не подвергаются реакции дегидрирования.

2Этанол $\xrightarrow{ZnO, Al_2O_3, t^\circ}$ бутадиен-1,3 (дивинил) + $2H_2O$ + $H_2\uparrow$ (реакция Лебедева).

Спирт (первичный) + $[O] \xrightarrow{t^\circ}$ [альдегид] (чаще окисление проходит до образования соответствующей карбоновой кислоты и неорганических продуктов (реакция окисления $KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$ в присутствии H_2SO_4)).

Спирт (вторичный) + $[O] \xrightarrow{t^\circ}$ кетон и неорганические продукты (реакция окисления $KMnO_4$, $K_2Cr_2O_7$ в присутствии H_2SO_4).

Спирт + $NH_3 \xrightarrow{t^\circ, P}$ амин + H_2O .

Реакции, характерные для многоатомных спиртов

Наиболее значимые реакции для многоатомных спиртов — это взаимодействие со щелочными металлами, галогеноводородом, карбоновыми и неорганическими кислотами.

Качественная реакция на многоатомные спирты — взаимодействие с гидроксидом меди(II) без нагревания с образованием ярко-синего раствора гликолята меди(II).

Реакции, характерные для фенола

Проявляет свойства очень слабой кислоты — карболовая кислота.

Фенол + щелочной металл \rightarrow фенолят + $H_2\uparrow$.

Фенол + щёлочь \rightarrow фенолят + H_2O .

Фенол + галогенангидрид \rightarrow сложный эфир + галогеноводород.

Фенол + галоген \rightarrow галогенфенол + галогеноводород (качественная реакция на фенол — взаимодействие с бромом с образованием осадка белого цвета — 2,4,6-трибромфенол).



Гидроксогруппа — заместитель I рода, поэтому отправляет последующие заместители в положение орто- и пара-.

Фенол + $\text{HNO}_3 \rightarrow$ 2,4,6-тринитрофенол (или пикриновая кислота) + H_2O (реакция нитрования).

Фенол + формальдегид \rightarrow фенолформальдегидная смола + H_2O (реакция поликонденсации).

Качественной реакцией на фенол является воздействие раствора хлорида железа и образование комплекса фиолетового цвета.

Реакции, характерные для альдегидов и кетонов

Альдегид (кетон) + $\text{H}_2 \xrightarrow{t^\circ}$ спирт (альдегиды дают первичные спирты; кетоны — вторичные) (реакция восстановления или гидрирования).

Альдегид + $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \xrightarrow{t^\circ}$ аммонийная соль карбоновой кислоты + $\text{Ag}\downarrow$ + $\text{NH}_3\uparrow$ + H_2O (реакция окисления — **качественная реакция на альдегиды** — реакция «серебряного зеркала»).

Альдегид + $2\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t^\circ}$ карбоновая кислота + $\text{Cu}_2\text{O}\downarrow$ + $2\text{H}_2\text{O}$ (реакция окисления — качественная реакция на альдегиды идёт с образованием осадка).

Альдегид (кетон) + $\text{PCl}_5 \rightarrow$ дихлоралкан + POCl_3 (галоген может быть любой).

Альдегид (кетон) + $\text{HCN} \rightarrow \text{R}-\text{CH}(\text{OH})-\text{CN}$ (реакция с синильной кислотой с образованием циангидрина).

Альдегид + спирт \rightarrow полуацеталь.

Альдегид + $[\text{O}] \xrightarrow{t^\circ}$ карбоновая кислота и неорганические продукты (реакция окисления KMnO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ в присутствии H_2SO_4).

Альдегид (кетон) + галоген \rightarrow α -галогенальдегид + галогеноводород (реакция замещения в радикале у α -атома углерода).

Реакция поликонденсации с образованием фенолформальдегидной смолы.

Реакции, характерные для карбоновых кислот

Общие с другими кислотами:

Карбоновая кислота + металл (активный) \rightarrow соль + $\text{H}_2\uparrow$.

Карбоновая кислота + основной оксид \rightarrow соль + H_2O .

Карбоновая кислота + основание \rightarrow соль + H_2O .

Карбоновая кислота + соль \rightarrow новая соль + новая кислота (\downarrow или \uparrow).

Карбоновая кислота + спирт \rightarrow сложный эфир + H_2O (реакция этерификации).

Карбоновая кислота $\xrightarrow{\text{P}_2\text{O}_5, t^\circ}$ ангидрид + H_2O .

Карбоновая кислота + $\text{PCl}_5 \rightarrow$ галогенангидрид + POCl_3 + HCl (замещение гидроксогруппы на галоген).

Карбоновая кислота + галоген-Р_{красный} → α-галогенкарбоновая кислота + галогеноводород (реакция замещения по радикалу).

Карбоновая кислота + 2H₂ $\xrightarrow{\text{кат., } t^\circ}$ спирт + H₂O.

HOOC-COOH $\xrightarrow{t^\circ}$ HCOOH + CO₂↑ или: HOOC-CH₂-COOH $\xrightarrow{t^\circ}$ CH₃-COOH + CO₂↑ (реакции термического разложения — щавелевая и малоновая кислоты неустойчивы и легко декарбоксилируются).

Соли щавелевой кислоты (оксалаты) распадаются при нагревании, однако продукты могут быть разными в зависимости условий и металла (активные: Na₂C₂O₄ $\xrightarrow{t^\circ}$ Na₂CO₃ + CO↑; неактивные: CuC₂O₄ $\xrightarrow{t^\circ}$ Cu + 2CO₂↑).



Особенности строения муравьиной (метановой) кислоты — наличие в молекуле и альдегидной, и карбоксильной группы, поэтому для муравьиной кислоты будут характерны химические свойства карбоновых кислот и химические свойства альдегидов.

HCOOH + 2[Ag(NH₃)₂]OH $\xrightarrow{t^\circ}$ CO₂↑ + 2Ag↓ + 2NH₃↑ + H₂O (реакция окисления — реакция «серебряного зеркала»).

HCOOH + 2Cu(OH)₂ $\xrightarrow{t^\circ}$ CO₂↑ + Cu₂O↓ + 3H₂O (реакция окисления с образованием осадка).

HCOOH $\xrightarrow{\text{H}_2\text{SO}_4, t^\circ}$ CO + H₂O.

HCOOH + Cl₂ → CO₂ + 2HCl.

Реакции, характерные для солей карбоновых кислот

R-COONa + NaOH $\xrightarrow{t^\circ}$ R-H + Na₂CO₃ (сплавление солей карбоновых кислот со щелочами — реакция декарбоксилирования).

(R-COO)₂Ba $\xrightarrow{t^\circ}$ BaCO₃ + R-CO-R (термическое разложение бариевых и кальциевых солей карбоновых кислот с образованием кетонов).

2R-COONa + 2H₂O $\xrightarrow{\text{электролиз}}$ R-R + 2CO₂↑ + 2NaOH + H₂↑ (реакция Кольбе — электролиз водных растворов солей карбоновых кислот).

Реакции, характерные для сложных эфиров

Сложный эфир + H₂O ↔ карбоновая кислота + спирт (реакция водного гидролиза — обратима).

Сложный эфир + щёлочь \longleftrightarrow соль карбоновой кислоты + спирт (реакция щелочного гидролиза — необратима, реакция омыления).

Сложный эфир + $2\text{H}_2 \xrightarrow{\text{кат., } t^\circ}$ спирт + спирт (реакция восстановления или гидрирования).

Сложный эфир + $\text{NH}_3 \longleftrightarrow$ алкиламид + спирт (реакция образования амидов).



ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

14.1

Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми, в отличие от этанола, фенол вступает во взаимодействие.

- 1) гидроксид калия
- 2) натрий
- 3) кислород
- 4) бром
- 5) бромоводород

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

--	--

14.2

Из предложенного перечня химических реакций выберите две, в результате проведения которых можно получить изопропиловый спирт.

- 1) $\text{CH}_3\text{-CH}=\text{CH}_2 + \text{HON} \rightarrow \dots$
- 2) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO} + \text{H}_2 \rightarrow \dots$
- 3) $\text{CH}_3\text{-C(O)-CH}_3 + \text{H}_2 \rightarrow \dots$
- 4) $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{Cl} + \text{NaOH (водн.)} \rightarrow \dots$
- 5) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_2\text{CH}_3 + \text{HON} \rightarrow \dots$

Запишите в поле ответа номера выбранных реакций.

Ответ:

--	--

14.3

Из предложенного перечня выберите два вещества, с помощью которых можно отличить бутаналь от бутанона.

- 1) H_2SO_4 (конц.)
- 2) FeCl_3
- 3) H_2
- 4) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$
- 5) $\text{Cu}(\text{OH})_2$ (при нагревании)

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

--	--

14.4

Из предложенного перечня карбоновых кислот выберите две, которые можно получить при окислении пентена-2 горячим подкисленным раствором перманганата калия.

- 1) метановая кислота
- 2) бутановая кислота
- 3) этановая кислота
- 4) пентановая кислота
- 5) пропановая кислота

Запишите в поле ответа номера выбранных кислот.

Ответ:

14.5

Из предложенного перечня химических реакций выберите две, которые являются качественными для муравьиной кислоты.

- 1) обесцвечивание хлора
- 2) жёлтое окрашивание лакмуса
- 3) белый осадок с бромной водой
- 4) реакция «серебряного зеркала»
- 5) обесцвечивание бромной воды

Запишите в поле ответа номера выбранных реакций.

Ответ:

14.6

Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми не может взаимодействовать этановая кислота.

- 1) этанол
- 2) гидроксид меди(II)
- 3) оксид меди(II)
- 4) бромоводород
- 5) медь

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

14.7

Из предложенного перечня выберите две реакции, в результате которых может образоваться простой эфир.

- 1) взаимодействие метанола с этанолом
- 2) взаимодействие хлорбензола с избытком раствора гидроксида калия
- 3) гидратация формальдегида
- 4) взаимодействие хлорэтана с этилатом калия
- 5) внутримолекулярная дегидратация этанола

Запишите в поле ответа номера выбранных реакций.

Ответ:

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35

Азотсодержащие органические соединения



2 минуты



базовый



1 балл

Задание № 15 рассчитано на проверку знаний и навыков в области химических превращений органических веществ, умений определять по названию вещества или строению молекулы принадлежность к определённому классу органических соединений, составлять уравнения химических реакций.

Задание содержит формулировку и перечень формул или названий веществ, из которых необходимо выбрать два, удовлетворяющие

условию задания. В ответе надо записать две цифры, которые соответствуют выбранному варианту.



Для успешного выполнения задания нужно знать:

- классы азотсодержащих органических соединений (амины и аминокислоты) и их функциональные группы;
- характерные химические свойства аминокислот;
- типы химических реакций в органической химии;
- взаимосвязь различных классов органических соединений;
- важнейшие способы получения аминов и аминокислот;
- биологически важные вещества: жиры, углеводы (моно-, ди-, полисахариды), белки.



План выполнения

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Определите по названию вещества его принадлежность к классу азотсодержащих органических соединений.
3. Вспомните особенности строения указанного вещества (наличие функциональных групп), так как именно строение органических веществ определяет их химические свойства.
4. Вспомните характерные химические свойства данного класса веществ, а также результат взаимного влияния атомов в молекуле друг на друга.

5. Примените полученные знания для определения веществ, отвечающих условию задания, и выберите формулы (названия) тех, которые способны вступать в реакции с указанным веществом.

6. Запишите цифры, под которыми указаны выбранные варианты, в поле ответа КИМ и бланк ответов № 1.



Задание

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые взаимодействуют с анилином.

- 1) бром
- 2) глюкоза
- 3) гидроксид меди(II)
- 4) вода
- 5) азотная кислота

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

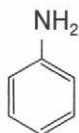
Ответ:

1	5
---	---

Пояснение:

По названию вещества (анилин) определяем принадлежность указанного вещества к ряду ароматических аминов. Вспоминаем молекулярную и структурную формулу анилина:

$C_6H_5NH_2$ — молекулярная формула;



— структурная формула.

Из структурной формулы видно, что в составе молекулы есть аминогруппа, связанная с бензольным кольцом. Делаем вывод: для анилина характерны химические свойства по аминогруппе — это взаимодействие с кислотами, а также свойства по бензольному кольцу — взаимодействие с бромом и азотной кислотой. Среди указанных веществ есть бром (1) и азотная кислота (5). Значит, в ответе запишем цифры **1** и **5**. Остальные вещества: глюкоза, гидроксид меди и вода — с анилином в реакции не вступают и для ответа не подходят.



Будьте внимательны, не ошибитесь при прочтении слов **анилин** и **аланин**. Это разные по физическим и химическим свойствам вещества, так как они принадлежат к разным классам органических веществ.



СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

Азотсодержащие соединения

К азотсодержащим органическим соединениям относятся амины, аминокислоты и белки.

Амины — производные аммиака NH_3 , в молекулах которых от одного до трёх атомов водорода H замещены на алифатический или ароматический остаток углеводорода.

Аминокислотами называют органические соединения, молекулы которых содержат карбоксильную группу — COOH и аминогруппу — NH_2 . Аминокислоты часто имеют название соответствующей карбоновой кислоты, к которой добавляют **амино-**. Положение аминогруппы относительно карбоксильной обозначают греческими буквами α (альфа), β (бета), γ (гамма) и т. д.

Реакции, характерные для аминов

Амин + кислота \rightarrow соль амина.

Амин + галогеналкан \rightarrow соль амина (реакция получения вторичных и третичных аминов).

Амин (первичный) + $\text{HNO}_2 \rightarrow$ спирт + $\text{N}_2\uparrow$ + H_2O .

Амин (вторичный) + $\text{HNO}_2 \rightarrow \text{R}_2\text{N}-\text{N}=\text{O}$ + H_2O .

Амин (третичный) + $\text{HNO}_2 \rightarrow$ не реагирует.

Анилин — ароматический амин.

Анилин + кислота \rightarrow соль (например, хлорид фениламмония, или хлорид анилина).

Анилин + $\text{Br}_2 \rightarrow$ 2,4,6-триброманилин.

Амины горят на воздухе с образованием углекислого газа, воды и азота.

Убывание основных свойств азотсодержащих соединений

вторичные	первичные	третичные	аммиак	анилин	дифениламин	трифениламин

Химические свойства аминокислот

Определяются количеством амино-, карбоксильных и других функциональных групп.

Аминокислоты — **амфотерные** соединения: реагируют и с кислотами, и со щелочами, вступают в химические взаимодействия, характерные для аминов и карбоновых кислот. Реагируют друг с другом с образованием полипептидов.

Жиры

Жиры (триглицериды) — смесь сложных эфиров высших карбоновых кислот и глицерина.

В зависимости от химического строения остатков карбоновых кислот жиры разделяют на жидкие (растительные масла) и твёрдые (животный жир, маргарин).

Жидкие жиры характеризуются наличием остатков ненасыщенных высших карбоновых кислот (например, олеиновой $C_{17}H_{33}-COOH$, линолевой $C_{17}H_{31}-COOH$, линоленовой $C_{17}H_{29}-COOH$).

Твёрдые жиры содержат остатки насыщенных высших карбоновых кислот (например, пальмитиновой $C_{15}H_{31}-COOH$, стеариновой $C_{17}H_{35}-COOH$).

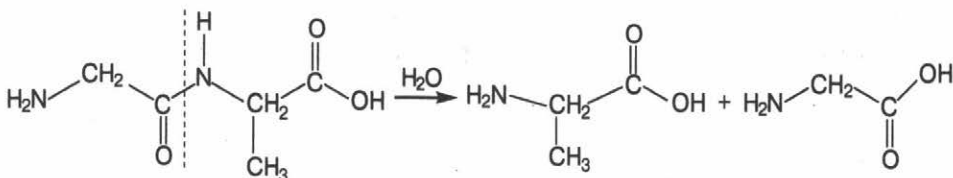
Для жиров характерны реакции водного и щелочного (омыление) гидролиза.

Белки

Белки — природные высокомолекулярные соединения, состоящие из остатков α -аминокислот (могут быть от 100 до нескольких тысяч). Между собой α -аминокислоты соединены с помощью пептидных связей.

Белки вступают в реакции окисления — восстановления, этерификации, алкилирования, нитрования, могут образовывать соли как с кислотами, так и с основаниями (амфотерны).

Гидролиз белков протекает с образованием аминокислот:



Качественные реакции на белки:

- ксантопротеиновая реакция (ярко-жёлтое окрашивание при взаимодействии с концентрированной HNO_3);
- биуретовая реакция (ярко-фиолетовое окрашивание с концентрированными растворами CuSO_4 и NaOH);
- цистеиновая реакция (чёрное окрашивание с ацетатом свинца для кислот, содержащих серу).

Углеводы

Углеводы — класс природных соединений, с химической точки зрения — полигидроксикарбонильные соединения. Содержат несколько гидроксильных групп $-\text{OH}$ и одну альдегидную либо кетогруппу.

Реакции, характерные для углеводов

Моносахариды

Глюкоза + $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow$ глюконовая кислота + $\text{Ag}\downarrow$ + $\text{NH}_3\uparrow$ + H_2O .

Глюкоза + $2\text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow$ глюконовая кислота + $\text{Cu}_2\text{O}\downarrow$ + $2\text{H}_2\text{O}$ (реакция окисления протекает по альдегидной группе и при нагревании с образованием осадка).

Глюкоза + $\text{H}_2 \rightarrow$ сорбит (реакция восстановления протекает с образованием шестиатомного спирта).

Глюкоза + $\text{Cu}(\text{OH})_2 \rightarrow$ глицерат меди(II) + H_2O (качественная реакция на глюкозу как многоатомный спирт протекает с образованием раствора ярко-синего цвета и без нагревания).

Для глюкозы характерны реакции брожения — расщепление глюкозы под действием ферментов:

- Глюкоза \rightarrow этанол + H_2O (спиртовое брожение).
- Глюкоза \rightarrow молочная кислота (молочнокислое брожение).
- Глюкоза \rightarrow масляная кислота + $\text{CO}_2\uparrow$ + $\text{H}_2\uparrow$ (реакция маслянокислого брожения).

Дисахариды

Сахароза + $\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ глюкоза + фруктоза (реакция гидролиза).

Являясь многоатомным спиртом, сахароза даёт синее окрашивание раствора при реакции с $\text{Cu}(\text{OH})_2$.

Полисахариды

Крахмал (целлюлоза) + $\text{H}_2\text{O} \rightarrow$ α -глюкоза (β -глюкоза) (реакция водного гидролиза).

Крахмал + $\text{I}_2 \rightarrow$ характерное синее окрашивание (качественная реакция на крахмал).

Целлюлоза + карбоновая кислота \rightarrow сложный эфир + H_2O (реакция этерификации).

Целлюлоза + $\text{HNO}_3 \rightarrow$ моно-, ди-, тринитроцеллюлоза (сложный эфир) + H_2O .



ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

15.1

Из предложенного перечня выберите два вещества, с которыми может реагировать глицин.

- 1) соляная кислота
- 2) водород
- 3) бромид натрия
- 4) гидроксид лития
- 5) метан

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

--	--

15.2

Из предложенного перечня выберите два ряда веществ, при взаимодействии которых может образоваться соль.

- 1) $C_2H_5NH_2$ и HI
- 2) $C_6H_5NH_2$ и C_2H_5OH
- 3) H_2N-CH_2-COOH и Na_2O
- 4) CH_3NH_2 и H_2O
- 5) $H_2N-CH_2-CH_2-COOH$ и CH_3OH

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

15.3

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые подвергаются щелочному гидролизу.

- 1) рибоза
- 2) глюкоза
- 3) целлюлоза
- 4) сахароза
- 5) фруктоза

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

15.4

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые могут образоваться при гидролизе жира.

- 1) этановая кислота
- 2) олеиновая кислота
- 3) этиленгликоль
- 4) глицерин
- 5) пропанон

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

15.5

Из предложенного перечня химических реакций выберите две, в которых могут принимать участие и глюкоза, и фруктоза.

- 1) окисление оксидом меди(II)
- 2) восстановление (гидрирование)
- 3) этерификации с этановой кислотой
- 4) присоединения метиламина
- 5) «серебряного зеркала»

Запишите в поле ответа номера выбранных реакций.

Ответ:

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35

Углеводороды.

Установление соответствия



5—7 минут



повышенный



2 балла

Задание № 16 рассчитано на проверку знаний и навыков в области химических превращений органических веществ.

Задание состоит из формул или названий веществ и продуктов реакций, которые преимущественно образуются при взаимодействии указанных в задании веществ. Необходимо найти соответствие между

формулами или названиями веществ и продуктами реакции. В ответе нужно записать получившуюся последовательность цифр. Цифры могут повторяться.



Для успешного выполнения задания нужно знать:

- характерные химические свойства углеводородов: алканов, циклоалканов, алкенов, диенов, алкинов, ароматических углеводородов (бензола и гомологов бензола, стирола);
- важнейшие способы получения углеводородов;
- ионный (правило Марковникова) и радикальный механизмы реакций в органической химии.



План выполнения

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Определите принадлежность заданных веществ к определённым классам органических соединений.
3. Вспомните особенности строения указанных органических соединений (наличие кратных связей, заместителей), основные правила взаимодействия органических веществ (Марковникова, Зайцева), важнейшие способы получения углеводородов, ионный и радикальный механизмы реакций в органической химии.
4. Составьте при необходимости соответствующее уравнение реакции и определите продукты реакции.
5. Запишите цифры в таблицу под соответствующими буквами в поле ответа КИМ. Перенесите в бланк ответов № 1 только последовательность цифр.



Задание

Установите соответствие между названием вещества и продуктом, который преимущественно образуется при взаимодействии этого вещества с избытком бромоводорода: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА

- А) пропен
- Б) пропин
- В) циклопропан
- Г) стирол

ПРОДУКТ РЕАКЦИИ

- 1) 1-бромпропан
- 2) 2-бромпропан
- 3) 1-бром-1-фенилэтан
- 4) бромбензол
- 5) 2,2-дибромпропан
- 6) 3-бромпропан

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г
2	5	1	3

Пояснение:

Для выполнения задания составим соответствующие заданию уравнения реакций бромоводорода с указанными веществами и определим продукты реакции.

А) Взаимодействие пропена с бромоводородом идёт с разрывом двойной углерод-углеродной связи и по правилу Марковникова (атом водорода присоединяется по двойной связи к более гидрированному атому углерода). Составим уравнение реакции:

$\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2 + \text{HBr} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CHBr-CH}_3$ — в результате реакции образуется 2-бромпропан.

Значит, **А — 2**.

Б) Взаимодействие пропина с избытком бромоводорода идёт по двойной связи и по правилу Марковникова. Составим уравнение реакции и определим продукты:

$\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH} + 2\text{HBr} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CBr}_2\text{-CH}_3$ — в результате реакции образуется 2,2-дибромпропан.

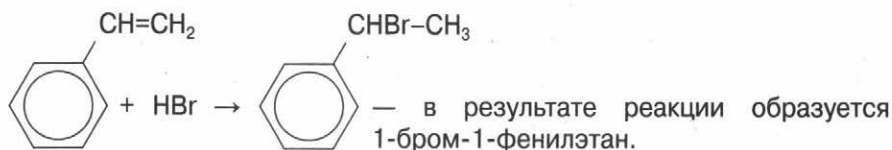
Следовательно, **Б — 5**.

В) Взаимодействие бромоводорода с циклопропаном приводит к образованию следующих продуктов:

$\begin{array}{c} \text{CH}_2 \\ / \quad \backslash \\ \text{H}_2\text{C}-\text{CH}_2 \end{array} + \text{HBr} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-Br}$ — в результате реакции образуется 1-бромпропан.

Значит, **В — 1**.

Г) Взаимодействие стирола с бромоводородом проходит по непредельному радикалу. Реакция протекает с разрывом двойной углерод-углеродной связи и по правилу Марковникова. Составим уравнение реакции:



Следовательно, Г — 3.

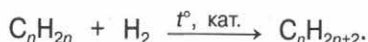


СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

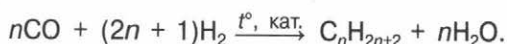
Получение углеводов

Получение алканов

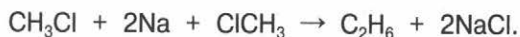
- Гидрирование непредельных углеводов:



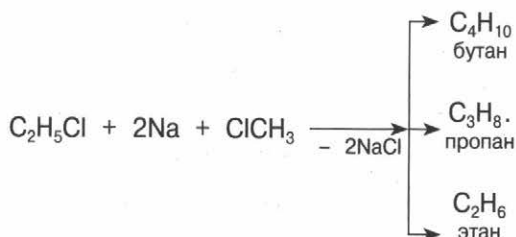
- На основе синтез-газа, или водяного газа:



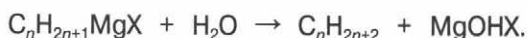
- Реакция Вюрца (получают углеводороды с большим числом атомов углерода в цепи):



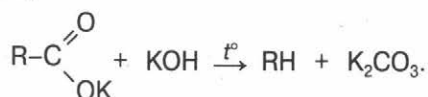
При взаимодействии разных галогеналканов образуется смесь трёх углеводородов:



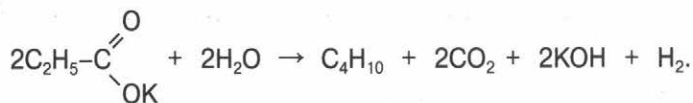
- Магнийорганический синтез:



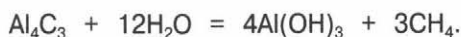
- Декарбосилирование (сплавление щелочей с солями одноосновных карбоновых кислот):



- Реакция Кольбе (электролиз раствора солей одноосновных карбоновых кислот):

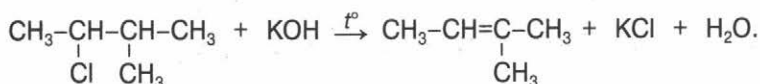


- Получение метана из карбида алюминия:

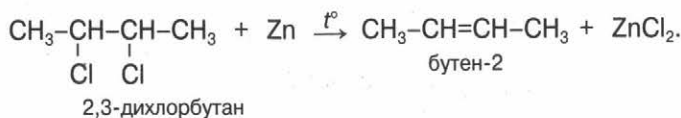


Получение алкенов

- Дегидратация спиртов (под действием H_2SO_4 , H_3PO_4 , ZnCl_2 , Al_2O_3).
- Дегидрогалогенирование моногалогеналканов под действием твёрдой щёлочи или спиртового раствора щёлочи. Происходит по правилу Зайцева:

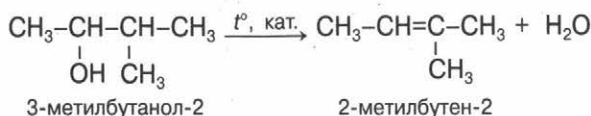


- Дегалогенирование дигалогеналканов с атомами галогена у соседних атомов углерода под действием цинка или магния:



Правило Зайцева

При дегидратации спиртов атом водорода отщепляется от атома углерода, связанного с меньшим числом атомов водорода.

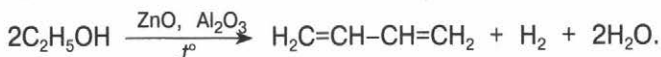


3-метилбутанол-2

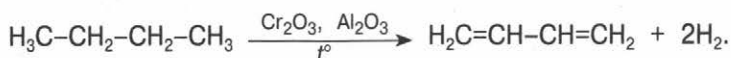
2-метилбутен-2

Получение диенов

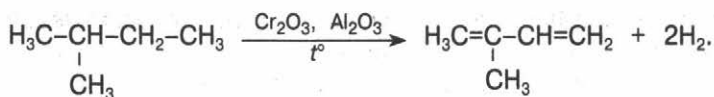
- Нагревание этанола в присутствии катализаторов Al_2O_3 , ZnO (**способ Лебедева**):



- Дегидрированием бутана получают бутadiен-1,3:

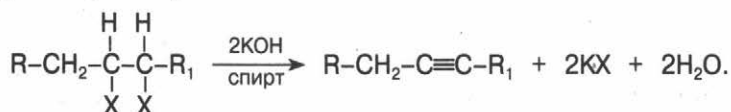


- Дегидрированием 2-метилбутана получают изопрен. Реакция приводит к образованию смеси продуктов (бутен-1, изомеры бутена-2, 2-метилпропен), которые разделяют в процессе последующей переработки:

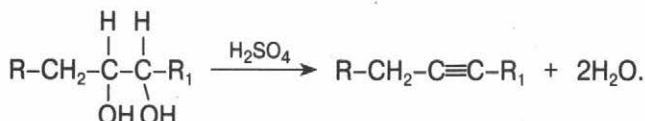


Получение алкинов

- Дегидрогалогенирование галогенпроизводных углеводородов спиртовым раствором щёлочи:



- Дегидратация диолов в присутствии водоотнимающих средств:

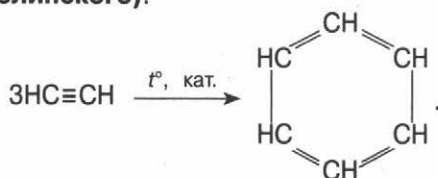


- Разложение карбида кальция водой или раствором кислоты:

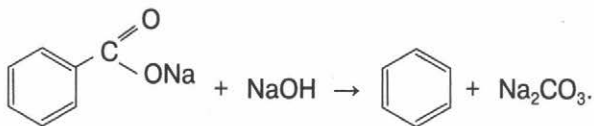


Получение бензола

- Тримеризация ацетилена в присутствии катализатора активированного угля (**реакция Зелинского**):

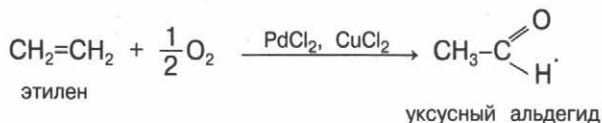


- Дегидрирование циклогексана.
- Декарбосилирование солей бензойной кислоты (сплавление со щелочами):



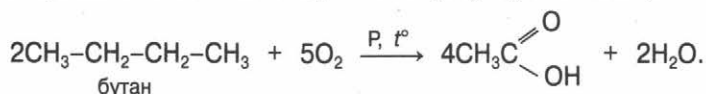
Есть реакции, которые очень редко встречаются в школьном курсе органической химии.

- Реакция прямого окисления этилена в уксусный альдегид:



Эта реакция несложная, но в школьном курсе отрабатывается мало, чаще — реакция превращения ацетилена в альдегид (реакция Кучерова), а если в цепочке встретится превращение этилен → альдегид, то это ставит учащихся в тупик. Надо помнить, что имеется в виду эта реакция!

- Реакция прямого окисления бутана в уксусную кислоту:



Эта реакция лежит в основе промышленного производства уксусной кислоты.

Ионный и радикальный механизмы реакций в органической химии

Ионный механизм реакции

Ионные реакции — это реакции, которые протекают с гетеролитическим разрывом связи.

Гетеролитический разрыв — разрушение связи, при котором один атом получает оба электрона, которые ранее были общей электронной парой. В результате гетеролитического разрыва образуются заряженные частицы — ионы.

Схема гетеролитического разрыва

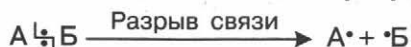


Радикальный механизм реакции

Радикальные реакции — это процессы, которые протекают с гомолитическим разрывом связи.

Гомолитический разрыв — разрушение ковалентной связи между двумя атомами, в результате которого каждый атом получает по одному электрону, превращаясь в свободный радикал. Свободный радикал — частица, имеющая неспаренный электрон.

Схема гомолитического разрыва



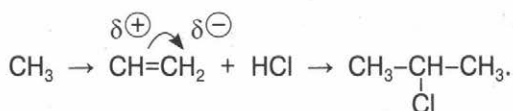
Радикальный механизм реакции наблюдается в процессе галогенирования метана.

Правило Марковникова

Реакции, протекающие по ионному механизму, подчиняются правилу Марковникова.

Присоединение к несимметричным алкенам молекул сложных веществ с условной формулой HX (где X — атом галогена или гидроксильная группа): атом водорода присоединяется к наиболее гидрогенизированному (содержащему больше атомов водорода) атому углерода при двойной связи, а X — к наименее гидрогенизированному.

Так, в реакции HCl с пропиленом из двух возможных структурных изомеров 1-хлорпропана и 2-хлорпропана образуется последний:

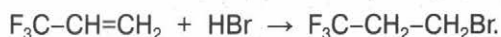


Правило Марковникова можно объяснить другим способом — с точки зрения смещения электронной плотности в молекуле или электронных эффектов. Алкильные группы обладают так называемым положительным индуктивным электронным эффектом (+I-эффектом).

Исключения из правила Марковникова

В некоторых случаях реакция присоединения протекает против правила Марковникова. Например:

- если в реакцию вступают соединения, у которых атом углерода у двойной связи имеет сопряжённую связь с электроотрицательной группировкой, оттягивающей на себя частично электронную плотность:

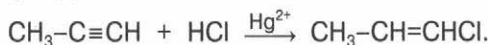


Если заместитель электроноакцепторный (циано-, нитро-, сульфо-, карбокси-, карбонильная и тому подобные группы), то присоединение протекает против правила Марковникова;

- в химических реакциях с радикальным механизмом. Примером такой реакции является присоединение бромоводорода к олефинам. Эта реакция протекает в присутствии перекиси и называется ещё **эф-эффектом Хариша**:



- при присоединении нуклеофильных реагентов к алкинам в присутствии солей ртути(II):



При этом реакции по правилу Марковникова протекают с меньшими энергетическими затратами, чем присоединение, идущее против этого правила.



При выполнении задания обязательно установите принадлежность заданного вещества к определённому классу углеводородов, особенности строения.

Вспомните особенности протекания химических реакций, а также правила Марковникова и Зайцева.



ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

16.1

Установите соответствие между названием вещества и продуктом реакции, который преимущественно образуется при взаимодействии этого вещества с водой: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТ РЕАКЦИИ
А) этин	1) этанол
Б) бутин-1	2) бутанол
В) пропин	3) ацетальдегид
Г) бутин-2	4) пропаналь
	5) пропанон
	6) бутаналь

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

16.2

Установите соответствие между названием вещества и продуктом его дегидрирования при нагревании с катализатором: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	ПРОДУКТ ДЕГИДРИРОВАНИЯ
А) циклогексан	1) бензол
Б) изобутан	2) 2-метилпропен
В) гептан	3) циклогептан
Г) гексан	4) гексен-2
	5) толуол
	6) гексан

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

16.3

Установите соответствие между схемой процесса и стадией цепной реакции, на которой происходит этот процесс: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СХЕМА ПРОЦЕССА	СТАДИЯ ЦЕПНОЙ РЕАКЦИИ
А) $\text{CH}_4 + \text{Cl}\cdot \rightarrow \text{CH}_3\cdot + \text{HCl}$	1) зарождение цепи
Б) $\cdot\text{CH}_3 + \cdot\text{CH}_3 \rightarrow \text{CH}_3-\text{CH}_3$	2) развитие цепи

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

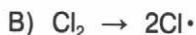
32

33

34

35

109



3) обрыв цепи



Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

16.4

Установите соответствие между реагирующими веществами и органическим продуктом, который преимущественно образуется при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, выберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

- А) пропен и бромоводород
- Б) ацетилен и водород
- В) ацетилен и вода
- Г) циклопропан и бромоводород

ОРГАНИЧЕСКИЙ ПРОДУКТ

- 1) этен
- 2) этаналь
- 3) 1-бромпропан
- 4) 2-бромпропан
- 5) бромциклопропан
- 6) 1,3-дибромпропан

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

16.5

Установите соответствие между реагирующими веществами и органическим продуктом, который преимущественно образуется при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, выберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

- А) пропан и бром
- Б) циклопентан и бром
- В) пропен и бромная вода
- Г) пропин и бромная вода

ОРГАНИЧЕСКИЙ ПРОДУКТ

- 1) 1-бромпропан
- 2) 2-бромпропан
- 3) бромциклопентан
- 4) 1,2-дибромпропан
- 5) 1,2-дибромпропен
- 6) 1,3-дибромпропан

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Кислородсодержащие органические соединения. Установление соответствия



5—7 минут



повышенный



2 балла

Задание № 17 рассчитано на проверку навыков в области химических превращений органических веществ, знаний характерных химических свойств предельных одноатомных и многоатомных спиртов, фенола, альдегидов, карбоновых кислот, сложных эфиров, а также важнейших способов получения кислородсодержащих органических соединений.

Задание содержит названия или формулы веществ и продукты реакций, которые преимущественно образуются при взаимодействии указанных веществ. Необходимо со-

отнести формулы или названия веществ с продуктами реакции. В ответе надо записать получившуюся последовательность цифр. Цифры могут повторяться.



Для успешного выполнения задания нужно знать:

- характерные химические свойства кислородсодержащих органических соединений: предельных одноатомных и многоатомных спиртов, фенола, альдегидов, карбоновых кислот, сложных эфиров;
- ориентанты I и II рода и их ориентирующее действие;
- важнейшие способы получения кислородсодержащих органических соединений;
- ионный (правило Марковникова) и радикальный механизмы реакций в органической химии.



План выполнения

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Определите принадлежность заданных веществ к определённым классам органических соединений.
3. Вспомните особенности строения указанных органических соединений (наличие функциональных групп, заместителей),

основные и специфические свойства кислородсодержащих органических соединений и правила взаимодействия органических веществ (Марковникова, Зайцева), важнейшие способы получения кислородсодержащих органических соединений.

4. Составьте при необходимости соответствующее уравнение реакции и определите продукты реакции.

5. Запишите в таблицу цифры под соответствующими буквами в поле ответа КИМ. Перенесите в бланк ответов № 1 только последовательность цифр.



Задание

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

- А) пропановая кислота и бромоводород
- Б) пропановая кислота и хлор
- В) пропанон и водород
- Г) пропаналь и водород

ПРОДУКТ РЕАКЦИИ

- 1) пропанол-2
- 2) пропанол-1
- 3) 2-хлорпропановая кислота
- 4) 3-хлорпропановая кислота
- 5) пропановая кислота
- 6) не взаимодействуют

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:	А	Б	В	Г
	6	3	1	2

Пояснение:

Составляем соответствующие заданию уравнения реакций указанных веществ и определяем продукты реакции.

А) Взаимодействие пропановой кислоты с бромоводородом невозможно, так как пропановая кислота и бромоводород — это кислоты, то есть вещества, относящиеся к одному классу. Значит, **А — 6**.

Б) Взаимодействие пропановой кислоты с хлором идёт по радикалу, причём замещаются атомы водорода у того атома углерода, где их меньше, то есть для пропановой кислоты у второго атома углерода. Составляем уравнение реакции и определяем продукты:

$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—COOH} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{—CHCl—COOH}$ — в результате реакции образуется 2-хлорпропановая кислота.

Следовательно, **Б — 3**.

В) Вспоминаем, что взаимодействие пропанона и водорода приводит к образованию соответствующего спирта, то есть вторичного. Составляем уравнение реакции:

$\text{CH}_3\text{-CO-CH}_3 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3$ — в результате реакции образуется пропанол-2.

Значит, **В** — 1.

Г) Вспоминаем, что взаимодействие пропанала с водородом приводит к образованию соответствующего спирта, то есть первичного. Составляем уравнение реакции:

$\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CHO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{OH}$ — в результате реакции образуется пропанол-1.

Следовательно, **Г** — 1.

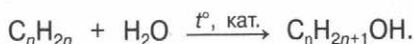


СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

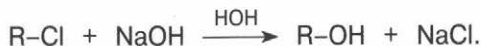
Для выполнения задания можно воспользоваться теоретическим материалом к заданию № 14.

Получение спиртов

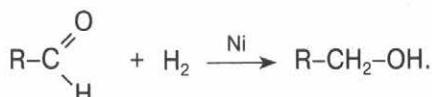
- Гидратация алкенов (катализаторы Al_2O_3 , ZnO , H_3PO_4 , H_2SO_4):



- Щелочной гидролиз моногалогенпроизводных углеводов:



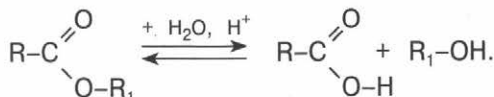
- Восстановление карбонильных соединений (катализаторы Ni , Pt , Pd или LiAlH_4 , NaBH_4):



- Получение из водяного газа (синтез-газа) (катализаторы Cr_2O_3 , ZnO):



- Гидролиз сложных эфиров:



- Спиртовое брожение глюкозы:



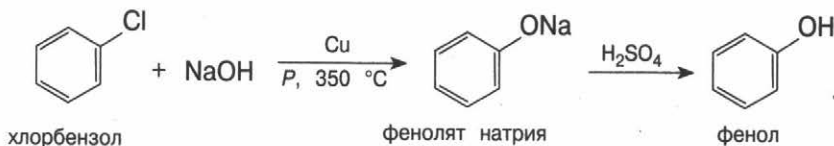
- Получение этиленгликоля окислением этилена раствором KMnO_4 на холоде ($0-5^\circ\text{C}$):



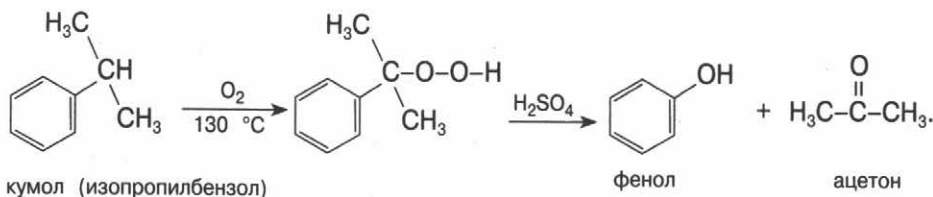
- Глицерин получают гидролизом жиров.

Получение фенола

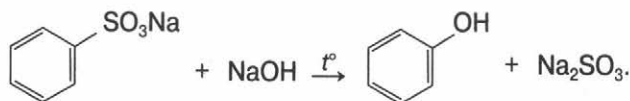
- Щелочной гидролиз хлорбензола:



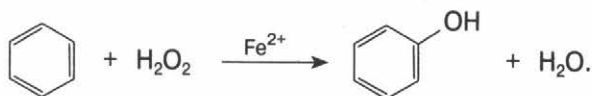
- Кумольный способ:



- Нагревание солей сульфокислот со щёлочью:



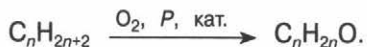
- Окисление бензола пероксидом водорода:



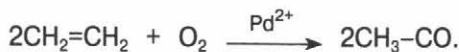
- Фенол также получают из продуктов коксования каменного угля.

Получение альдегидов и кетонов

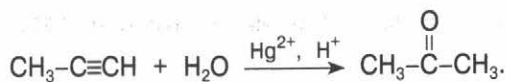
- Окисление алканов при нагревании в присутствии катализатора:



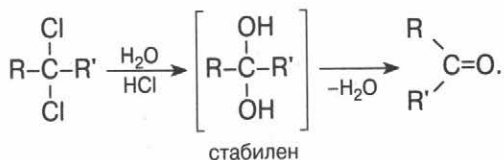
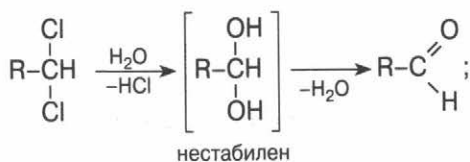
- Окисление алкенов в присутствии солей палладия:



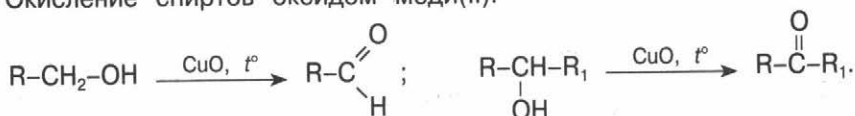
- Гидратация алкинов:



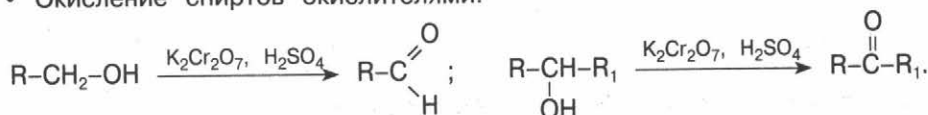
- Гидролиз дигалогеналканов:



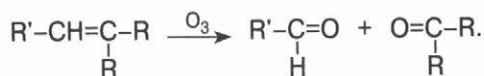
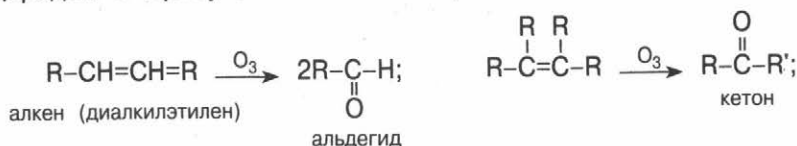
- Окисление спиртов оксидом меди(II):



- Окисление спиртов окислителями:

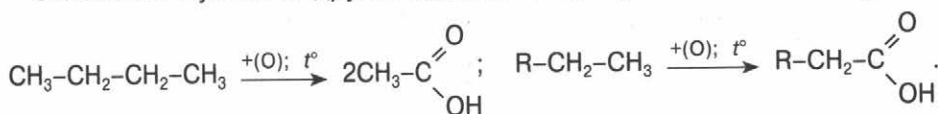


- Озонолиз алкенов, восстановление хлорангидридов карбоновых кислот водородом в присутствии катализатора палладия:

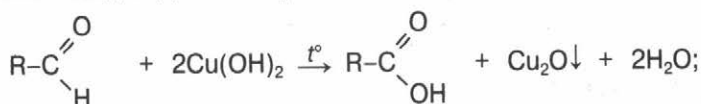


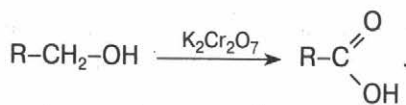
Получение карбоновых кислот

- Окисление бутана и других алканов в присутствии катализатора:

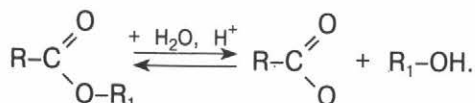


- Окисление альдегидов и первичных спиртов:

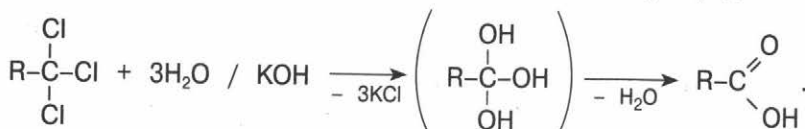




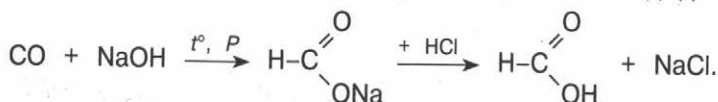
- Гидролиз сложных эфиров (щелочной или кислотный):



- Гидролиз тригалогенпроизводных у одного атома углерода:



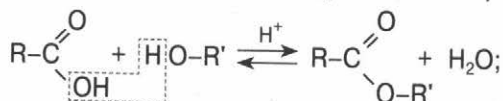
- Взаимодействие угарного газа с горячей щёлочью под давлением:



Получение сложных эфиров

Основные способы получения сложных эфиров:

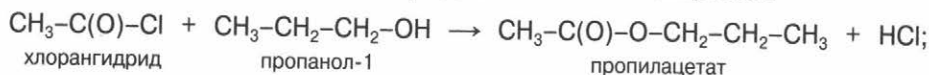
- взаимодействие кислот со спиртами (реакция этерификации):



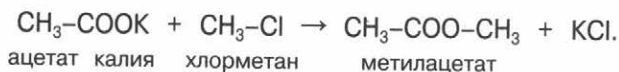
- взаимодействие ангидридов карбоновых кислот со спиртами:



- взаимодействие галогенангидридов кислот со спиртами:



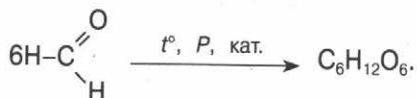
- взаимодействие солей карбоновых кислот с алкилгалогенидами:



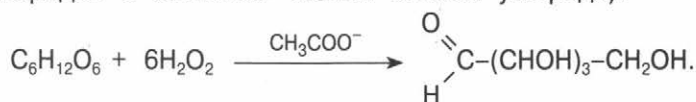
Получение углеводов

- Фотосинтез: $6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{t^\circ, P, \text{кат.}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2\uparrow$

- Из формальдегида по методу Бутлерова:



- Окисление пероксидом водорода в присутствии ацетатов (получение моносахаридов с меньшим числом атомов углерода):



При выполнении задания обязательно:

- установите принадлежность заданного вещества к определённому классу кислородсодержащего соединения, строение функциональной группы, реакции, связанные с наличием функциональной группы в молекуле;
- вспомните особенности протекания химических реакций, а также правила Марковникова и Зайцева;
- повторите особенности строения муравьиной кислоты и, соответственно, её химические свойства.



ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

17.1

Установите соответствие между названием вещества и продуктом, который преимущественно образуется при взаимодействии этого вещества с натрием: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА

- А) метанол
Б) олеиновая кислота
В) глицерин
Г) фенол

ПРОДУКТ РЕАКЦИИ

- 1) фенолят натрия
2) тринатрийглицерат
3) метилат натрия
4) глицерин натрия
5) олеат натрия
6) не взаимодействует

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

17.2

Установите соответствие между названием соли и реагирующими веществами, при взаимодействии которых эта соль образуется: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ СОЛИ

- А) ацетат натрия
Б) фенолят натрия
В) этилат натрия
Г) формиат натрия

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

- 1) этановая кислота и гидрокарбонат натрия
2) фенол и гидроксид натрия
3) муравьиная кислота и гидроксид натрия
4) уксусная кислота и формиат натрия
5) этиловый спирт и натрий
6) уксусная кислота и этанол

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

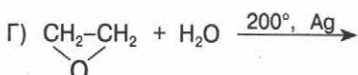
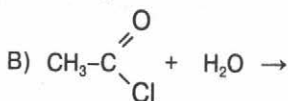
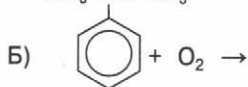
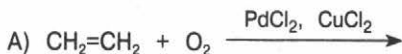
А	Б	В	Г

17.3

Установите соответствие между реагирующими веществами и органическим продуктом, который преимущественно образуется при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

ОРГАНИЧЕСКИЙ ПРОДУКТ



- 1) пропанон
- 2) этиленгликоль
- 3) глицерин
- 4) ацетальдегид
- 5) уксусная кислота
- 6) бензол

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

17.4

Установите соответствие между реагирующими веществами и продуктом реакции, который преимущественно образуется при взаимодействии этих веществ: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

ПРОДУКТ РЕАКЦИИ

- А) пропанол и натрий
- Б) муравьиная кислота и аммиачный раствор оксида серебра
- В) ацетальдегид и аммиачный раствор оксида серебра
- Г) бензальдегид и гидроксид меди(II)

- 1) диоксид углерода
- 2) уксусная кислота
- 3) бензойная кислота
- 4) не взаимодействует
- 5) бензол
- 6) пропилат натрия

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Взаимосвязь углеводов, кислородсодержащих и азотсодержащих органических соединений



2—3 минуты



базовый



2 балла

Задание № 18 рассчитано на проверку знаний и навыков в области химических превращений органических веществ.

Задание состоит из схемы превращений, в которой необходимо определить неизвестные вещества X и Y, удовлетворяющие условиям

переходов. В ответе надо записать цифры, соответствующие правильному варианту для неизвестных веществ X и Y.



Для успешного выполнения задания нужно знать:

- классы органических веществ и особенности строения каждого класса;
- характерные химические свойства углеводов, кислородсодержащих и азотсодержащих веществ;
- лабораторные способы получения углеводов, кислородсодержащих, азотсодержащих соединений;
- классификацию химических реакций в органической химии;
- признаки химических реакций;
- правило Марковникова.



План выполнения

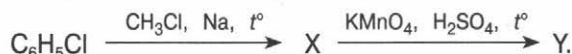
1. Внимательно прочитайте задание.
2. Определите принадлежность заданного вещества к определённому классу органических соединений.
3. Внимательно посмотрите, что добавляют к заданному веществу или какое вещество получается в результате заданного перехода. Составьте соответствующее уравнение реакции и определите первое неизвестное вещество.
4. Определите принадлежность следующего по схеме вещества к определённому классу органических соединений.

5. Внимательно посмотрите, что добавляют к следующему веществу или какое вещество образуется в результате перехода. Составьте соответствующее уравнение реакции и определите второе неизвестное вещество.
6. Запишите номера нужных веществ в таблицу под соответствующими буквами в поле ответа КИМ. Перенесите в бланк ответов № 1 только последовательность цифр.



Задание

Задана следующая схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

- 1) толуол
- 2) стирол
- 3) фенол
- 4) циклогексанол
- 5) бензойная кислота

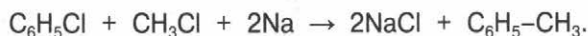
Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y
1	5

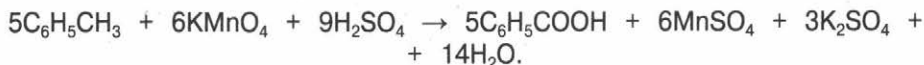
Пояснение:

Внимательно читаем задание. Определяем принадлежность первого указанного в схеме вещества к классу ароматических производных — это хлорбензол. К хлорбензолу по схеме добавляют хлорметан при температуре в присутствии натрия. Вспомним, что это синтез Вюрца, который ведёт к удлинению цепи. Составим уравнение реакции:



В результате реакции получается метилбензол, или толуол. Таким образом, первое неизвестное вещество **X** — это толуол (**1**).

Далее к толуолу добавляют раствор перманганата калия в присутствии серной кислоты при нагревании. Составим уравнение реакции, вспомнив, что гомологи бензола окисляются до бензойной кислоты:



В результате реакции получается бензойная кислота (**5**) — это второе неизвестное вещество **Y**.

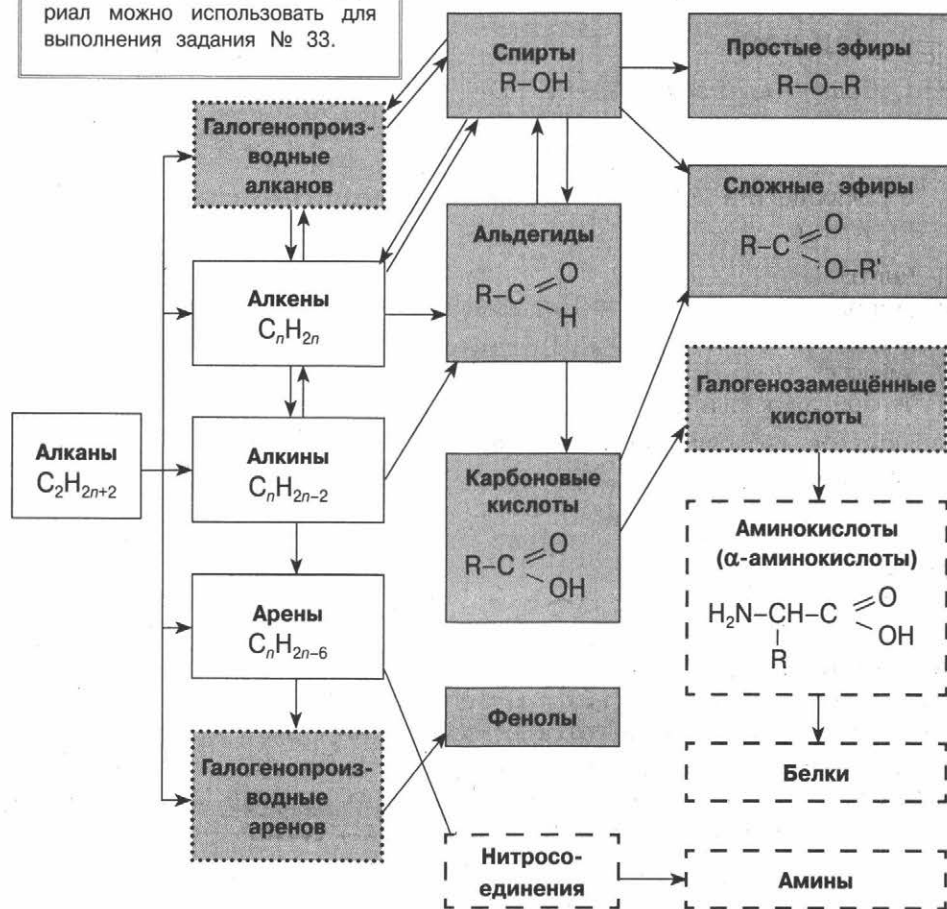


СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

Для выполнения задания можно воспользоваться теоретическим материалом к заданиям № 11–17.

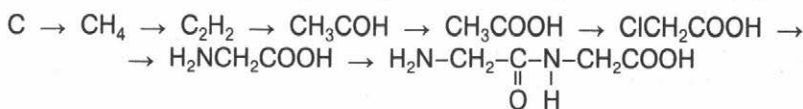
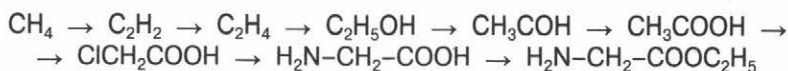
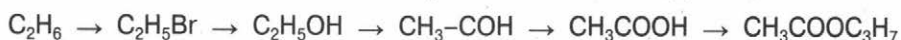
Взаимосвязь органических соединений

Данный теоретический материал можно использовать для выполнения задания № 33.



Все органические вещества можно представить как производные наиболее простых соединений — углеводов.

Схемы взаимосвязи органических соединений





ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

18.1

Задана следующая схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

- 1) HCl
- 2) H₂
- 3) KCl
- 4) O₂
- 5) Cl₂

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

18.2

Задана следующая схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

- 1) NaOH
- 2) H₂O
- 3) HCl
- 4) H₂
- 5) CuO

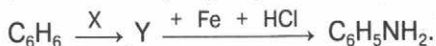
Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

18.3

Задана следующая схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

- 1) C₆H₁₂
- 2) C₆H₅Cl
- 3) C₆H₅NO₂
- 4) C₆H₅OH
- 5) HNO₃

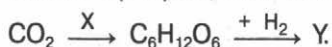
Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

18.4

Задана следующая схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

- 1) HCHO
- 2) C₂H₅OH
- 3) C₆H₁₄O₆
- 4) H₂O
- 5) Cu(OH)₂

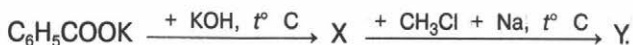
Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

18.5

Задана следующая схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

- 1) C₆H₆
- 2) C₆H₅OH
- 3) C₆H₅CH₃
- 4) C₆H₁₁OH
- 5) C₆H₁₂

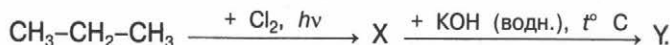
Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

18.6

Задана следующая схема превращений веществ:



Определите, какие из указанных веществ являются веществами X и Y.

- 1) CH₃–CH₂–CH₂OH
- 2) CH₃–CH(OH)–CH₃
- 3) CH₃–CHCl–CH₃
- 4) CH₃–CH₂–CH₂Cl
- 5) CH₂Cl–CH₂–CH₃

Запишите в таблицу номера выбранных веществ под соответствующими буквами.

Ответ:

X	Y

Классификация химических реакций в неорганической и органической химии



2 минуты



базовый



1 балл

Задание № 19 рассчитано на проверку знаний по классификации химических реакций в неорганической и органической химии, умений безошибочно определять тип вещества (простое или сложное), а также изменение (неизменение) значения степени окисления элементов в веществах.

Задание содержит формулировку и перечень типов реакций, из которых необходимо выбрать два, отве-

чающие заданному вопросу. В ответе надо записать две цифры, соответствующие выбранному варианту.



Для успешного выполнения задания нужно знать:

- понятие химической реакции;
- типы химических реакций;
- способы управления химической реакцией.



План выполнения

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Определите тип вещества (простое или сложное).
3. Составьте уравнение реакции.
4. Вспомните типы химических реакций. Проанализируйте уравнения реакций согласно правилам написания химических уравнений реакций и определите тип реакции.
5. Запишите цифры, под которыми указаны выбранные варианты, в поле ответа КИМ и бланк ответов № 1.



Задание

Из предложенного перечня типов реакций выберите два типа реакции, к которым можно отнести взаимодействие натрия с водой.

- 1) каталитическая
- 2) гомогенная

- 3) замещения
- 4) окислительно-восстановительная
- 5) обратимая

Запишите в поле ответа номера выбранных типов реакций.

Ответ:

3	4
---	---

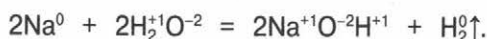
Пояснение:

Определяем тип веществ, участвующих в реакции: натрий — простое вещество, вода — сложное.

Составляем уравнение указанной в задании химической реакции:



Определяем степень окисления каждого элемента в веществах, участвующих в реакции:



Степень окисления элементов в процессе реакции изменяется, следовательно, это окислительно-восстановительная реакция. В ответе запишем цифру 4.

Это реакция замещения: в ходе реакции атомы натрия замещают атомы водорода в молекуле воды и выделяется газообразный продукт (водород). Значит, в ответе запишем цифру 3.

Проверим остальные варианты ответа: 1) каталитическая — не подходит, так как натрий — очень активный металл («бегает» по поверхности воды, активно с ней реагируя); 2) гомогенная — не подходит, поскольку участвующие в реакции вещества находятся в разных агрегатных состояниях (вода — жидкость, натрий — твёрдое вещество, водород — газ), то есть это гетерогенная реакция; 5) обратимая — не подходит, в ходе реакции выделяется газ.



Задание

Из предложенного перечня выберите две реакции замещения.

- 1) взаимодействие бутана с бромом при освещении
- 2) взаимодействие сульфида железа(II) с соляной кислотой
- 3) взаимодействие этена с бромом
- 4) взаимодействие натрия с водой
- 5) взаимодействие бензола с хлором при освещении

Запишите в поле ответа номера выбранных реакций.

Ответ:

1	4
---	---

Пояснение:

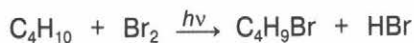
Реакции замещения — это такие реакции, при которых атомы простого вещества замещают атомы одного из элементов в сложном ве-

шестве. Поэтому для выполнения задания можно определить состав всех веществ, участвующих в реакции.

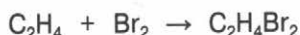
- 1) Бутан — сложное вещество, бром — простое. Поскольку в реакции участвуют одно простое вещество, а другое сложное, этот вариант для ответа подходит (совпадает с определением типа реакции).
- 2) Сульфид железа(II) и соляная кислота — два сложных вещества; скорее всего, они будут вступать друг с другом в реакцию обмена.
- 3) Этен — сложное вещество, бром — простое; для ответа подходит.
- 4) Натрий — простое вещество, вода — сложное; для ответа подходит.
- 5) Бензол — сложное вещество, хлор — простое; для ответа подходит.

Получается, что, определив состав вещества, ответ на вопрос мы не получили, поскольку вариантов должно быть два. Однозначно можно сказать, что реакция пункта 2 точно не является реакцией замещения и для ответа не подходит. Остаётся написать соответствующие уравнения реакций.

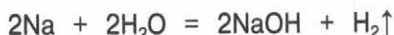
- 1) Бутан — углеводород, относится к предельным насыщенным органическим соединениям, то есть алканам. Для алканов характерны реакции замещения. Из уравнения реакции видно, что атомы брома замещают атомы водорода в молекуле бутана. Значит, в ответе запишем цифру 1.



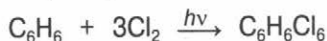
- 3) Этен — непредельный этиленовый углеводород, с бромом (галогеном) вступает в реакцию присоединения за счёт разрыва π -связи (реакция галогенирования — качественная реакция на алкены). В результате реакции образуется одно вещество, следовательно, это реакция присоединения.



- 4) При взаимодействии натрия с водой образуются гидроксид натрия и водород. По уравнению реакции видно, что атомы натрия замещают атомы водорода в молекуле воды. Поскольку это реакция замещения, в ответе запишем 4.



- 5) Бензол — непредельный ароматический углеводород, для него характерны и реакции замещения (с галогенами в присутствии собственной соли железа(III), с азотной кислотой), и реакции присоединения (с галогенами при солнечном освещении, с водородом в присутствии катализатора). В результате реакции образуется одно сложное вещество, поэтому к реакциям замещения она не относится.





Классификация химических реакций

По агрегатному состоянию реагирующих веществ

- **Гомогенные** (однофазные): $N_2 (г) + 3H_2 (г) \rightarrow 2NH_3 (г)$.
- **Гетерогенные** (многофазные): $CaCO_3 (тв.) \xrightarrow{t^o} CaO (тв.) + CO_2 (г)$.

По направлению протекания (признаку обратимости)

- **Обратимые:** $2SO_2 + O_2 \xrightleftharpoons{Pt} 2SO_3$.
- **Необратимые:** $Ba(OH)_2 + H_2SO_4 = BaSO_4 + 2H_2O$.



При выполнении задания обратите внимание, что в обратимых реакциях чаще всего ставится знак обратимости \longleftrightarrow .

По участию катализаторов

- **Каталитические:** $N_2 (г) + 3H_2 (г) \xrightleftharpoons{Pt} 2NH_3 (г)$.
- **Некаталитические:** $AgNO_3 + NaCl = AgCl + NaNO_3$.



При выполнении задания обратите внимание: в реакциях с участием катализатора чаще всего катализатор (в виде сокращённого слова «кат.» или какого-либо вещества: Pt, Ni, FeCl₃ и др.) ставится над знаком равенства (=) или обратимости (\longleftrightarrow). Если реакция некаталитическая, то соответствующая запись отсутствует.

Иногда над знаком равенства или обратимости указываются условия протекания реакции: t^o , $P_{атм}$. Следует помнить, что такие реакции не относятся к каталитическим.

По числу и составу исходных веществ и продуктов реакции

- **Соединения.** Общая схема: $A + B + C \rightarrow D$.
 $CaO + SiO_2 = CaSiO_3$; $2Na + Cl_2 = 2NaCl$.
- **Разложения.** Общая схема: $A \rightarrow B + C + D$.
 $Cu(OH)_2 \xrightarrow{t^o} CuO + H_2O$; $2Ag_2O \xrightarrow{t^o} 4Ag + O_2$.
- **Замещения.** Общая схема: $A + BC \rightarrow AB + C$.
 $CuSO_4 + Zn = ZnSO_4 + Cu$; $2KBr + Cl_2 = 2KCl + Br_2$.
- **Обмена.** Общая схема: $AB + CD \rightarrow AD + CB$.
 $AgNO_3 + KCl = AgCl + KNO_3$; $NaOH + HCl = NaCl + H_2O$.

В органической химии для реакций разложения и соединения существует более подробная классификация.

• **Реакции соединения (присоединения):**

- ▲ гидрирование, или гидрогенизация (присоединение водорода);
- ▲ гидратация (присоединение воды);
- ▲ гидрогалогенирование (присоединение галогеноводородов);
- ▲ полимеризация (образование полимера из мономера).

• **Реакции разложения:**

- ▲ дегидрирование (отщепление водорода): $C_4H_{10} \rightarrow C_4H_6 + 2H_2$;
- ▲ дегидратация (отщепление воды);
- ▲ дегидрогалогенирование (отщепление галогеноводорода);
- ▲ деполимеризация (образование исходного мономера из полимера);
- ▲ крекинг (разрыв углеродной цепочки): $C_{18}H_{38} \rightarrow C_9H_{18} + C_9H_{20}$.

По изменению степеней окисления элементов

- **Окислительно-восстановительные:** $2KNO_3 = 2KNO_2 + O_2$.
- **Без изменения степени окисления:** $HCl + KNO_2 = KCl + HNO_2$.



Степень окисления простых веществ всегда равна нулю.

По тепловому эффекту

- **Экзотермическая:** $4Al + 3O_2 = 2Al_2O_3 + Q$.
- **Эндотермическая:** $N_2 + O_2 \leftrightarrow 2NO - Q$.



При выполнении задания на определение типа реакции по тепловому эффекту обратите внимание на знак «+» (плюс) или «-» (минус), который ставится перед символом Q (обозначает количество теплоты). Если $+Q$, то реакция экзотермическая; если $-Q$, то реакция эндотермическая.



ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

19.1

Из предложенного перечня типов реакций выберите два типа реакции, к которым можно отнести взаимодействие азота с водородом.

- 1) каталитическая
- 2) разложения
- 3) необратимая
- 4) экзотермическая
- 5) эндотермическая

Запишите в поле ответа номера выбранных типов реакций.

Ответ:

--	--

19.2

Из предложенного перечня выберите две реакции замещения.

- 1) $2\text{Na} + \text{O}_2 = \text{Na}_2\text{O}_2$
- 2) $\text{CH}_4 + 4\text{Cl}_2 = \text{CCl}_4 + 4\text{HCl}$
- 3) $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3 = 2\text{CuO} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 4) $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$
- 5) $\text{Fe} + \text{CuSO}_4 = \text{Cu} + \text{FeSO}_4$

Запишите в поле ответа номера выбранных реакций.

Ответ:

19.3

Из предложенного перечня типов реакций выберите два типа реакции, к которым можно отнести взаимодействие оксида меди(II) с углеродом.

- 1) разложения
- 2) обратимая
- 3) замещения
- 4) гетерогенная
- 5) экзотермическая

Запишите в поле ответа номера выбранных типов реакций.

Ответ:

19.4

Из предложенного перечня типов реакций выберите два типа реакции, к которым можно отнести взаимодействие оксида серы(IV) с кислородом.

- 1) каталитическая
- 2) гетерогенная
- 3) окислительно-восстановительная
- 4) замещения
- 5) разложения

Запишите в поле ответа номера выбранных типов реакций.

Ответ:

19.5

Из предложенного перечня типов реакций выберите два типа реакции, к которым можно отнести получение кислорода из бертолетовой соли.

- 1) замещения
- 2) каталитическая
- 3) обратимая
- 4) окислительно-восстановительная
- 5) обмена

Запишите в поле ответа номера выбранных типов реакций.

Ответ:

Скорость химической реакции



2 минуты



базовый



1 балл

Задание № 20 рассчитано на проверку знаний о скорости химической реакции и её зависимости от различных факторов.

Задание состоит из формулировки и перечня внешних воздействий. Необходимо выбрать два воздействия, которые изменяют скорость

реакции. В ответе надо записать две цифры, соответствующие выбранным вариантам.



План выполнения

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Вспомните факторы, которые способны изменить скорость химической реакции.
3. Составьте при необходимости уравнение химической реакции.
4. Выберите факторы, которые изменяют скорость химической реакции.
5. Запишите цифры, под которыми указаны выбранные варианты, в поле ответа КИМ и бланк ответов № 1.



Задание

Из предложенного перечня внешних воздействий выберите два воздействия, которые приводят к увеличению скорости растворения карбоната кальция в соляной кислоте.

- 1) измельчение соли
- 2) разбавление щёлочи
- 3) увеличение концентрации кислоты
- 4) увеличение давления
- 5) увеличение концентрации углекислого газа

Запишите в поле ответа номера выбранных внешних воздействий.

Ответ:

1

3

Пояснение:

Факторы, влияющие на скорость химической реакции, — это температура, площадь соприкосновения, концентрация реагирующих веществ, природа реагирующих веществ, наличие катализатора или ингибитора. Для повышения скорости указанной в задании реакции выбираем измельчение соли (1) (увеличение площади соприкосновения увеличивает и скорость реакции) и увеличение концентрации кислоты (3), поскольку кислота — исходное вещество, а увеличение концентрации реагирующих веществ всегда увеличивает скорость реакции. Таким образом, в ответе записываем цифры 1 и 3.



ПОМНИТЕ! Если даны реакции, в которых вещества находятся в разных агрегатных состояниях, то наибольшая скорость будет у той реакции, в которой вещества находятся в растворах.



СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

Факторы, влияющие на скорость химических реакций

Факторы, влияющие на увеличение скорости химической реакции	Факторы, влияющие на уменьшение скорости химической реакции
<ul style="list-style-type: none">• Использование химически активных реагентов.• Увеличение концентрации реагирующих веществ.• Увеличение температуры.• Измельчение или растворение реагентов (увеличение площади поверхности соприкосновения реагирующих веществ).• Применение катализаторов	<ul style="list-style-type: none">• Использование малоактивных реагентов. Уменьшение концентрации реагирующих веществ.• Понижение температуры.• Уменьшение площади поверхности соприкосновения реагирующих веществ.• Использование ингибиторов

- **Природа реагирующих веществ.** Реакции протекают в направлении разрушения менее прочных связей и образования веществ с более прочными связями. Для разрыва связей в молекулах H_2 и N_2 требуется много энергии; такие молекулы мало реакционноспособны. В сильно полярных молекулах (HCl , H_2O) для разрыва связей затрачивается меньше энергии и скорость реакции значительно выше.
- **Концентрация реагирующих веществ.** Скорость химической реакции зависит от числа соударений при столкновении молекул реагирующих веществ. Чем выше концентрации реагирующих веществ, тем быстрее протекает реакция.
- **Закон действующих масс.** Скорость химической реакции прямо пропорциональна произведению концентраций реагирующих веществ, возведённых в степени, называемые порядками реакции по соответствующим веществам.
- **Температура.** Зависимость скорости химической реакции от температуры определяется правилом Вант-Гоффа.

Правило Вант-Гоффа

При повышении температуры на каждые 10 °C скорость большинства химических реакций возрастает примерно в 2—4 раза, что можно выразить и математически:

$$v_{t_2} = v_{t_1} \cdot \gamma^{\frac{t_2 - t_1}{10}},$$

где v_{t_2} , v_{t_1} — скорости реакции при температурах t_2 и t_1 , γ — температурный коэффициент скорости реакции.

Температурный коэффициент скорости реакции зависит от природы реагирующих веществ и катализатора.

- **Поверхность соприкосновения реагирующих веществ.** Чем больше поверхность соприкосновения, тем быстрее протекает реакция. Поверхность твёрдых веществ может быть увеличена при их измельчении, а для растворимых веществ — при их растворении.
- **Катализ. Катализаторы** увеличивают скорость химических реакций, оставаясь к концу реакции неизменными. При гомогенном катализе реагенты и катализатор находятся в одном агрегатном состоянии, при гетерогенном катализе — в различных агрегатных состояниях.
- **Ингибиторы** (отрицательные катализаторы) позволяют замедлить протекание нежелательных химических процессов.



ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

20.1

Из предложенного перечня внешних воздействий выберите два воздействия, которые приводят к увеличению скорости спиртового брожения глюкозы в водном растворе.

- 1) нагревание
- 2) увеличение давления
- 3) разбавление раствора
- 4) добавление этанола
- 5) вывод этанола из сферы реакции

Запишите в поле ответа номера выбранных внешних воздействий.

Ответ:

20.2

Из предложенного перечня внешних воздействий выберите два воздействия, которые приводят к уменьшению скорости реакции $N_2 + 3H_2 \leftrightarrow 2NH_3 + Q$.

- 1) нагревание
- 2) внесение катализатора

- 3) уменьшение концентрации аммиака
- 4) уменьшение давления в системе
- 5) уменьшение концентрации N_2

Запишите в поле ответа номера выбранных внешних воздействий.

Ответ:

--	--

20.3

Из предложенного перечня выберите два вещества, которые при комнатной температуре с наибольшей скоростью взаимодействуют с водой.

- 1) Mg
- 2) Ca
- 3) Ba
- 4) Sr
- 5) Zn

Запишите в поле ответа номера выбранных веществ.

Ответ:

--	--

20.4

Из предложенного перечня реакций выберите две реакции, которые при комнатной температуре протекают с наибольшей скоростью.

- 1) реакция магния с водой
- 2) реакция цинка с разбавленной уксусной кислотой
- 3) реакция раствора нитрата серебра с бромоводородной кислотой
- 4) реакция меди с кислородом
- 5) реакция раствора гидроксида лития с азотной кислотой

Запишите в поле ответа номера выбранных реакций.

Ответ:

--	--

20.5

Из предложенного перечня внешних воздействий выберите два воздействия, которые приведут к уменьшению скорости реакции, протекающей в растворе.

- 1) уменьшение концентрации реагирующих веществ
- 2) повышение давления
- 3) понижение температуры
- 4) добавление в реакционную смесь катализатора
- 5) повышение температуры

Запишите в поле ответа номера выбранных воздействий.

Ответ:

--	--

Окислительно-восстановительные реакции. Установление соответствия



5—7 минут



базовый



1 балл

Задание № 21 рассчитано на проверку знаний и понимания понятий «окислитель» и «восстановитель», процессов окисления и восстановления, а также умений правильно определять степени окисления атомов в молекулах и прослеживать, какие именно атомы изменили степень окисления в результате реакции.

Задание состоит из формулировки, перечня формул веществ или частиц, для которых необходимо выбрать свойство, отвечающее их

окислительно-восстановительной способности. В ответе надо записать получившуюся последовательность цифр. Цифры могут повторяться.



План выполнения

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Определите степени окисления элементов в частицах или веществах.
3. Установите, в каких частицах или веществах элементы находятся в минимальной, максимальной или промежуточной степени окисления.
4. Определите среди указанных частиц и веществ окислитель и восстановитель.
5. К каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.
6. Запишите цифры в таблицу под соответствующими буквами в поле ответа КИМ. Перенесите в бланк ответов № 1 только последовательность цифр.



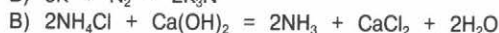
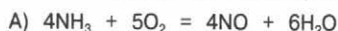
ПОМНИТЕ! Если элемент окисляется, то есть является восстановителем, его степень окисления повышается; если восстанавливается, то есть является окислителем, его степень окисления понижается.



Задание

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

- 1) является окислителем
- 2) является восстановителем
- 3) является и окислителем, и восстановителем
- 4) не проявляет окислительно-восстановительных свойств

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В
2	1	4

Пояснение:

Азот — элемент VA группы, на внешнем уровне атома пять электронов. Высшая степень окисления равна номеру группы, то есть +5 (азот является только окислителем). Низшая степень окисления — -3 (азот может быть только восстановителем). Промежуточные степени окисления — +4, +3, +2, +1, 0, -1, -2 (азот может выступать в окислительно-восстановительной реакции в роли как окислителя, так и восстановителя).

А) $4\text{N}^{-3}\text{H}_3^{+1} + 5\text{O}_2^0 = 4\text{N}^{+2}\text{O}^{-2} + 6\text{H}_2\text{O}^{-2}$ — у азота низшая степень окисления (только восстановитель); в уравнении реакции степень окисления повышается, значит, азот является восстановителем (2). В ответе записываем цифру 2.

Б) $6\text{K}^0 + \text{N}_2^0 = 2\text{K}_3^{+1}\text{N}^{-3}$ — у азота промежуточная степень окисления (и восстановитель, и окислитель); в уравнении реакции степень окисления понижается, следовательно, азот в данной реакции является окислителем (1). В ответе записываем цифру 1.

В) $2\text{N}^{-3}\text{H}_4^{+1}\text{Cl}^{-1} + \text{Ca}(\text{OH})_2 = 2\text{N}^{-3}\text{H}_3^{+1} + \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ — у азота низшая степень окисления (только восстановитель); в уравнении реакции степень окисления не изменяется, значит, азот в данной реакции не проявляет окислительно-восстановительных свойств (4). В ответе записываем цифру 4.



СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

Окислительно-восстановительные реакции

Данный теоретический материал можно использовать для выполнения задания № 30.

Окислительно-восстановительные реакции — это реакции, которые протекают с изменением степеней окисления атомов, входящих в состав реагирующих веществ, и сопровождаются передачей электронов.

Окислители и восстановители

Элемент в наивысшей степени окисления в окислительно-восстановительной реакции может быть только окислителем. Например, марганец в $\text{KMn}^{+7}\text{O}_4$, азот в $\text{HN}^{+5}\text{O}_3^{-2}$.

Элемент в своей низшей степени окисления в окислительно-восстановительной реакции может быть только восстановителем. Например, иодид-ион в KI^- , сера в Na_2S^{-2} , металлы.

Элемент, находящийся в промежуточной степени окисления, в окислительно-восстановительной реакции может быть и окислителем, и восстановителем. Например, азот в $\text{HN}^{+3}\text{O}_2^{-2}$, сера в S^{+4}O_2 , хлор в Cl_2^0 .

НАИБОЛЕЕ ВАЖНЫЕ ВОССТАНОВИТЕЛИ И ОКИСЛИТЕЛИ

Восстановители	Окислители
<ul style="list-style-type: none"> • Металлы. • H_2S, SO_2, H_2SO_3, сульфиты. • HI, HBr, HCl. • NH_3, N_2H_4 (гидразин), HNO_2, NO. • PH_3 (фосфин), H_3PO_3. • Соли: SnCl_2, FeSO_4, MnSO_4, $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ 	<ul style="list-style-type: none"> • Галогены, O_2, O_3. • KMnO_4, K_2MnO_4, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, K_2CrO_4. • Кислоты-окислители: HNO_3, H_2SO_4 (конц.), H_2SeO_4, HMnO_4, «царская водка» (смесь HCl и HNO_3). • Оксиды металлов: PbO_2, MnO_2, CrO_3, Ag_2O, CuO. • FeCl_3, гипохлориты, хлораты, перхлораты. • Ионы неактивных металлов: Ag^+, Au^{3+}

Продукты восстановления перманганат-ионов

При восстановлении перманганат-ионов MnO_4^- в зависимости от характера среды (кислая, нейтральная или щелочная) образуются различные продукты.

ПРОДУКТЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ИОНА MnO_4^-

Окислитель	Характер среды	Продукт восстановления
$\text{KMn}^{+7}\text{O}_4$ (MnO_4^-)	Кислая (H^+)	Mn^{2+} (бесцветный раствор)
	Нейтральная (H_2O)	MnO_2 (бурый осадок)
	Щелочная (OH^-)	MnO_4^{2-} (зелёный раствор)

Продукты восстановления важнейших кислот-окислителей

К важным кислотам-окислителям относятся азотная и серная кислоты. В зависимости от характера среды, концентрации растворов, температуры могут образовываться различные продукты окислительно-восстановительной реакции.

ПРОДУКТЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ HNO_3

Окислитель	Восстановитель	Продукт восстановления
HNO_3 (разб.)	Активные Ме (щ., щ.з.)	NH_4^+
	Ме средней активности и неактивные	NO
HNO_3 (конц.)	Активные Ме (щ., щ.з.)	N_2O
	Ме средней активности и неактивные	NO_2
	Неметаллы	NO_2 + кислота в высшей степени окисления

ПРОДУКТЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОНЦЕНТРИРОВАННОЙ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ H_2SO_4

Окислитель	Восстановитель	Продукт восстановления
H_2SO_4 (разб.)	Активные Ме (щ., щ.з.)	H_2
	Металлы от Al до H_2	
	Неактивные Ме (после H_2)	Не реагирует
H_2SO_4 (конц.)	Активные Ме (щ., щ.з.)	H_2S
	Металлы от Al до H_2	H_2S (при нагревании) S SO_2
	Неактивные Ме (после H_2)	SO_2
	Неметаллы	SO_2 + кислота в высшей степени окисления

Степень окисления

Степени окисления могут иметь положительное, отрицательное, дробное или нулевое значение, причём знак ставится перед числом: -1 , -2 , $+3$ ($\text{B}_2^{+3}\text{O}_3^{2-}$), в отличие от заряда иона, где знак ставится после числа (CO_3^{2-}).

Правила расчёта степени окисления

1. Элемент в простом веществе имеет нулевую степень окисления (0): O_2^0 , Cl_2^0 , P^0 .
2. Водород имеет в соединениях степень окисления $+1$: H^+1Cl , $\text{H}_2^{+1}\text{SO}_4$.
3. Кислород имеет степень окисления -2 : $\text{S}^{+4}\text{O}_2^{-2}$.

**ИСКЛЮЧЕНИЕ!**

Гидриды металлов (соединения водорода с металлами главных подгрупп I–II групп), где водород проявляет степень окисления -1 : $\text{Na}^+ \text{H}^-$, BaH_2^- .

4. Все металлы имеют положительную степень окисления. Степень окисления элементов Li, Na, K, Rb, Cs во всех их соединениях равна $+1$: $\text{Li}^+ \text{Cl}^-$, $\text{Na}_2^+ \text{O}^{2-}$. Степень окисления элементов Be, Mg, Ca, Sr, Ba в их соединениях равна $+2$: $\text{Be}^{+2} \text{O}^{2-}$, $\text{Ca}^{+2} \text{Cl}_2^-$. Степень окисления Al в его соединениях равна $+3$: $\text{Al}_2^{+3} \text{O}_3^{2-}$. У большинства переходных металлов имеются соединения с различными степенями окисления.

5. Фтор имеет степень окисления -1 : $\text{K}^+ \text{F}^-$, $\text{O}_2^+ \text{F}_2^-$.

6. Алгебраическая сумма степеней окисления элементов в молекуле (или структурной единице вещества) равна 0, в ионе — заряду иона.

$\text{Ca}_3^{+2} (\text{P}^{+5} \text{O}_4^{2-})_2$, сумма степеней окисления:

$$3 \cdot (+2) + 2 \cdot (+5) + 8 \cdot (-2) = 0;$$

$(\text{P}^{+5} \text{O}_4^{2-})^{3-}$, сумма степеней окисления:

$$(+5) + 4 \cdot (-2) = -3.$$

7. Высшая степень окисления элемента равна номеру группы Периодической системы, в которой находится данный элемент (K^+ , Mg^{+2} , Al^{+3} , P^{+5} , S^{+6} , Cr^{+6} , Mn^{+7}).

Исключение составляют элементы I группы побочной подгруппы (Cu^{+2} , Ag^{+2} , Au^{+3}) и элементы VIII группы: благородные газы и элементы триад (Fe^{+6} , Co^{+3} , Ni^{+3} и др.). Высшая степень окисления фтора равна 0.

8. Низшая степень окисления элемента равна:

- для металлов — 0;
- для неметаллов — номер группы минус восемь ($N_{\text{гp}} - 8$).

Низшая степень окисления:

$$\text{N}^{-3} (5 - 8 = -3);$$

$$\text{S}^{-2} (6 - 8 = -2);$$

$$\text{Cl}^{-1} (7 - 8 = -1).$$



ПОМНИТЕ! Для элементов положительная степень окисления не может превышать величину, равную номеру группы Периодической системы.



Определяйте правильно степени окисления элементов в частицах, для чего выполните следующие действия:

- запишите частицу и укажите известные степени окисления: $[\text{NH}_4^{+1}]^{+1}$;
- обозначьте неизвестную степень окисления через x : $[\text{N}^x \text{H}_4^{+1}]^{+1}$;
- составьте уравнение с одним неизвестным: $x + 4 = +1$;
- решите уравнение и найдите x : $x = -3$;
- запишите при необходимости все степени окисления элементов в ионе аммония: $[\text{N}^{-3} \text{H}_4^{+1}]^{+1}$.



ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

21.1

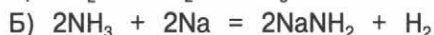
Установите соответствие между уравнением реакции и изменением степени окисления окислителя в данной реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ

ИЗМЕНЕНИЕ СТЕПЕНИ
ОКИСЛЕНИЯ ОКИСЛИТЕЛЯ



1) $+2 \rightarrow 0$



2) $0 \rightarrow -2$



3) $+4 \rightarrow +2$

4) $+1 \rightarrow 0$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

21.2

Установите соответствие между формулой частицы и её способностью проявлять окислительно-восстановительные свойства: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ЧАСТИЦЫ

ОКИСЛИТЕЛЬНО-
ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА



1) только окислитель



2) только восстановитель



3) и окислитель, и восстановитель

4) не проявляет окислительно-восстановительных свойств

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

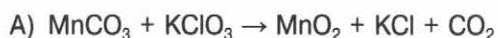
А	Б	В

21.3

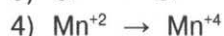
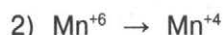
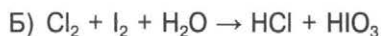
Установите соответствие между схемой реакции и изменением степени окисления окислителя: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СХЕМА РЕАКЦИИ

ИЗМЕНЕНИЕ СТЕПЕНИ
ОКИСЛЕНИЯ ОКИСЛИТЕЛЯ



1) $\text{Cl}^0 \rightarrow \text{Cl}^{-1}$



Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

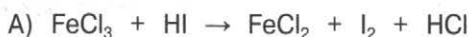
Ответ:

А	Б	В

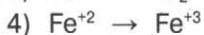
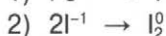
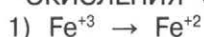
21.4

Установите соответствие между схемой реакции и изменением степени окисления восстановителя: к каждой позиции, обозначенной буквой, выберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СХЕМА РЕАКЦИИ



ИЗМЕНЕНИЕ СТЕПЕНИ
ОКИСЛЕНИЯ ОКИСЛИТЕЛЯ



Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

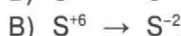
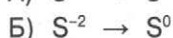
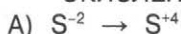
Ответ:

А	Б	В

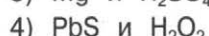
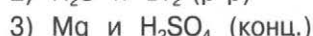
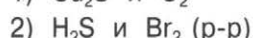
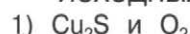
21.5

Установите соответствие между изменением степени окисления серы в реакции и формулами веществ, которые в неё вступают: к каждой позиции, обозначенной буквой, выберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ИЗМЕНЕНИЕ СТЕПЕНИ
ОКИСЛЕНИЯ СЕРЫ



ФОРМУЛЫ
ИСХОДНЫХ ВЕЩЕСТВ



Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В



5—7 минут



повышенный



2 балла

Задание № 22 рассчитано на проверку знаний важнейших химических понятий по теме «Электролиз расплавов и растворов (солей, щелочей, кислот)», умения определять окислитель и восстановитель.

Задание состоит из формулировки, перечня формул веществ и продуктов, которые образуются при электролизе раствора или расплава указанного вещества. Необходимо установить соответствие между

формулами веществ и продуктами (формулами). В ответе надо записать получившуюся последовательность цифр. Цифры могут повторяться.



Для успешного выполнения задания нужно знать:

- отличие растворов от расплавов;
- физические основы электрического тока;
- отличия электролиза расплава от электролиза раствора;
- основные закономерности продуктов, получаемых в результате электролиза раствора (соли, кислоты, щёлочи);
- особенности электролиза раствора уксусной кислоты и её солей (ацетатов).



План выполнения

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Определите принадлежность каждого заданного вещества к классу неорганических веществ (кислота, основание, соль).
3. Электрохимический ряд напряжений металлов разделите на три группы по активности металлов, так как продукты электролиза на катоде зависят от активности металла. Вспомните, какие продукты образует на катоде каждая из групп.
4. Вспомните анодные процессы.
5. Сопоставьте полученные результаты (продукты реакции) с предложенными вариантами ответа.
6. Запишите цифры в таблицу под соответствующими буквами в поле ответа КИМ. Перенесите в бланк ответов № 1 только последовательность цифр.



Чаще всего встречаются задания на установление соответствия формулы соли и катодного или анодного продукта электролиза её раствора или расплава.



Задание

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

- А) CaCl_2
- Б) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$
- В) Li_2SO_4
- Г) FeCl_3

ПРОДУКТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗА

- 1) Ca , O_2 , Cl_2
- 2) Fe , H_2 , Cl_2
- 3) K , H_2 , SO_3
- 4) Fe , H_2 , O_2
- 5) H_2 , Cl_2
- 6) H_2 , O_2

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г
5	4	6	2

Ответ:

Пояснение:

А) Хлорид кальция CaCl_2 — соль, образована металлом, расположенным в электрохимическом ряду напряжений металлов левее марганца. Следовательно, на катоде будет выделяться газообразный водород. Так как хлорид кальция является солью бескислородной кислоты, анодным продуктом электролиза его раствора будет хлор (5). Под буквой **А** записываем цифру **5**.

Б) Нитрат железа(II) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ — соль, образована металлом, расположенным между марганцем и свинцом, поэтому на катоде будет выделяться газообразный водород и восстанавливаться металлическое железо. Поскольку в нитрат железа(II) входит кислородсодержащий анион, при электролизе водного раствора этой соли на аноде будет выделяться кислород (4). Букве **Б** соответствует цифра **4**.

В) Сульфат лития Li_2SO_4 — соль, образована металлом, расположенным левее марганца, на катоде будет выделяться газообразный водород. Так как в сульфат лития входит кислородсодержащий анион, при электролизе водного раствора этой соли на аноде будет выделяться кислород (6). Под буквой **В** записываем цифру **6**.

Г) Хлорид железа(III) FeCl_3 — соль, образована металлом, расположенным между марганцем и свинцом, поэтому на катоде будет выделяться газообразный водород и восстанавливаться металлическое железо. Так как хлорид железа(III) является солью бескислородной кислоты, анодным продуктом электролиза его раствора будет хлор (2). Букве **Г** соответствует цифра **2**.



СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

Электролиз расплавов и растворов (соли, щёлочи, кислоты)

Электролиз — окислительно-восстановительный процесс, протекающий на электродах при прохождении постоянного электрического тока через раствор или расплав электролита.

Катод — электрод, на котором протекает процесс восстановления.

Анод — электрод, на котором протекает процесс окисления.

При электролизе анод — положительно заряженный электрод (анод присоединяется к положительному полюсу внешнего источника электрического тока), катод — отрицательно заряженный электрод (катод присоединяется к отрицательному полюсу внешнего источника электрического тока). Образующиеся при диссоциации электролита катионы перемещаются к катоду, а анионы — к аноду.

Факторы, влияющие на характер протекания электродных процессов

- Состав и природа электролита.
- Материал электрода.
- Режимы электролиза (температура, плотность тока, напряжение на электродах, перемешивания электролита и др.).

Катодные процессы

Электролиз расплавов. При электролизе расплавов на катоде восстанавливаются катионы металлов:



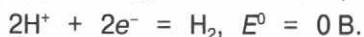
Электролиз водных растворов. При электролизе водных растворов электролитов в электродных процессах могут участвовать и молекулы воды. Катодный процесс восстановления зависит от положения катиона в электрохимическом ряду напряжений металлов.

Если в растворе присутствуют катионы нескольких металлов, то в первую очередь восстанавливаются катионы металлов, стоящих правее в электрохимическом ряду напряжений металлов (группа III).

Схема катодного восстановления

I (активные металлы)			II (металлы средней активности)			III (неактивные металлы)		
[Li ... Al]			[Mn ... Fe ... Pb]			[Cu ... Ag ... Au]		
[Li ... Al]			[Mn ... Fe ... Pb]			[Cu ... Ag ... Au]		
			Возможные процессы:					
$2\text{H}_2\text{O} + 2e^{-} = \text{H}_2 + 2\text{OH}^{-}$			$\text{Me}^{n+} + ne^{-} = \text{Me}^0$			$\text{Me}^{n+} + ne^{-} = \text{Me}^0$		
			$2\text{H}_2\text{O} + 2e^{-} = \text{H}_2 + 2\text{OH}^{-}$					

В кислых растворах (растворах кислот) на катоде происходит восстановление ионов водорода и выделение газообразного водорода:



Анодные процессы

Электролиз растворов. Характер анодного процесса окисления зависит от материала анода. Аноды бывают растворимые и инертные (нерастворимые).

Растворимые аноды (все металлы, кроме Pt) — аноды, материал которых участвует в окислительно-восстановительной реакции, то есть окисляется в процессе электролиза:



Инертные (нерастворимые) **аноды** (графит, Pt) — аноды, материал которых не участвует в окислительно-восстановительной реакции. Инертные аноды служат для передачи электронов. В случае их использования в процессе электролиза окисляются частицы электролита (анионы или вода).

АНОДНОЕ ОКИСЛЕНИЕ НА ИНЕРТНЫХ АНОДАХ

Кислотные остатки		ОН ⁻ (в щелочных средах)
бескислородных кислот (S ²⁻ , I ⁻ , Br ⁻ , Cl ⁻)	кислородсодержащих кислот, F ⁻ (в кислых и нейтральных средах)	
Окисление анионов: $2\text{Cl}^- - 2\text{e}^- = \text{Cl}_2$	Окисление воды: $2\text{H}_2\text{O} - 4\text{e}^- = \text{O}_2 + 4\text{H}^+$	Окисление ионов ОН ⁻ : $4\text{OH}^- - 4\text{e}^- = \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$



ПОМНИТЕ! При электролизе кислородсодержащих кислот, в которых элемент находится в высшей степени окисления (H₂SO₄ и др.), оснований (NaOH, Ca(OH)₂ и др.), солей активных металлов и кислородсодержащих кислот (K₂SO₄ и др.), а также солей плавиковой кислоты на электродах протекает электролиз воды: $2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2\uparrow + \text{O}_2\uparrow$.

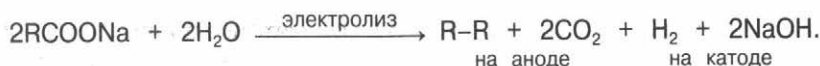
Электролиз солей карбоновых кислот

Продукты на катоде зависят от активности металла и не отличаются от продуктов растворов солей неорганических кислот.

Продукты на аноде всегда образуют диоксид углерода и углеводород (состоящий из удвоенного радикала):



Уравнение электролиза раствора соли карбоновой кислоты имеет вид:



Пример электролиза раствора соли ацетата натрия:



Общее уравнение электролиза:

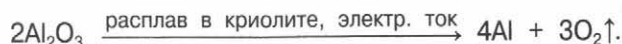


Получение металлов с помощью электролиза

Электрометаллургия — восстановление металлов из растворов или расплавов их соединений под действием электрического тока (электролиз).

С помощью этого метода получают алюминий, щелочные и щёлочно-земельные металлы. При этом чаще всего подвергаются электролизу расплавы оксидов, гидроксидов и хлоридов.

Алюминий в промышленности получают в результате электролиза расплава оксида алюминия в криолите Na_3AlF_6 (из бокситов):

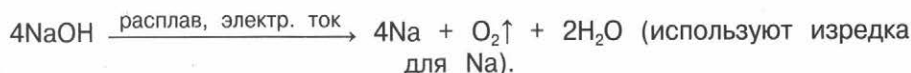


Щелочные и щёлочноземельные металлы получают в промышленности электролизом:

- расплавов солей (чаще всего хлоридов):



- расплавов гидроксидов:



При выполнении задания на получение металлов не берите расплавы нитратов, они проявляют сильные окислительные свойства в твёрдом агрегатном состоянии и расплавах, так как в процессе разложения выделяется кислород, способный окислять многие вещества. Как окислитель нитраты используются в пиротехнике, в таких составах их назначение — обеспечить кислородом процесс горения.



ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

22.1

Установите соответствие между формулой вещества и формулой газа, образующегося на инертном аноде при электролизе водного раствора этого вещества: к каждой позиции, обозначенной буквой, выберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

- А) NaOH
- Б) CuSO_4
- В) ZnCl_2
- Г) HNO_3

ФОРМУЛА ГАЗА НА АНОДЕ

- 1) HCl
- 2) Cl_2
- 3) H_2
- 4) O_2
- 5) SO_2
- 6) NO_2

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

22.2

Установите соответствие между формулой соли и продуктом, образующимся на катоде при электролизе водного раствора этой соли: к каждой позиции, обозначенной буквой, выберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА СОЛИ

- А) CuI_2
- Б) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$
- В) K_2SO_4
- Г) $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$

ПРОДУКТЫ НА КАТОДЕ

- 1) H_2
- 2) Cu
- 3) K
- 4) Ba
- 5) NO_2
- 6) I_2

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

22.3

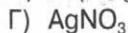
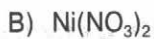
Установите соответствие между формулой соли и продуктом, образующимся на катоде при электролизе водного раствора этой соли: к каждой позиции, обозначенной буквой, выберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА СОЛИ

- А) LiNO_3
- Б) CaBr_2

ПРОДУКТЫ НА КАТОДЕ

- 1) H_2
- 2) Ca



Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г

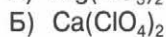
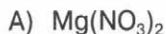
Ответ:

22.4

Установите соответствие между формулой соли и продуктом, образующимся на инертном аноде при электролизе водного раствора этой соли: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА СОЛИ

ПРОДУКТ НА АНОДЕ



Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г

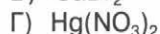
Ответ:

22.5

Установите соответствие между формулой вещества и продуктами электролиза водного раствора этого вещества, которые выделились на инертных электродах: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

ПРОДУКТЫ ЭЛЕКТРОЛИЗА



1) металл и галоген

2) металл и кислород

3) металл и водород

4) галоген и кислород

5) водород и галоген

6) водород и кислород

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г

Ответ:



5—7 минут



повышенный



2 балла

Задание № 23 рассчитано на проверку умений объяснять химические процессы, протекающие в водных растворах солей, определять характер среды растворов солей, тип гидролиза, составлять уравнение гидролиза солей.

Задание состоит из формулировки, перечня формул или названий солей и указаний отношения этих солей к гидролизу. Необходимо установить соответствие между формулами (на-

званием) солей и отношением этих солей к гидролизу. В ответе надо записать получившуюся последовательность цифр. Цифры могут повторяться.



Для успешного выполнения задания нужно знать:

- соли (продукты взаимодействия кислоты и основания);
- химические процессы, протекающие при растворении солей;
- гидролиз (обменное взаимодействие молекул соли с молекулами воды);
- за счёт чего формируется среда раствора (кислая, щелочная, нейтральная);
- изменение окраски индикаторов (лакмус, фенолфталеин, метиловый оранжевый);
- сильные и слабые кислоты и основания.



План выполнения

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Определите состав соли (какой кислотой и каким основанием по силе образованы предложенные соли).
3. Вспомните, как определяется тип гидролиза и среда гидролиза.
4. Проанализируйте данный вами ответ и запишите цифры в таблицу под соответствующими буквами в поле ответа КИМ. Перенесите в бланк ответов № 1 только последовательность цифр.



Задание

Установите соответствие между названием соли и отношением этой соли к гидролизу: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ СОЛИ

- А) нитрат аммония
- Б) сульфат натрия
- В) силикат калия
- Г) сульфид алюминия

ОТНОШЕНИЕ К ГИДРОЛИЗУ

- 1) гидролизуется по катиону
- 2) гидролизуется по аниону
- 3) гидролизу не подвергается
- 4) гидролизуется по катиону и аниону

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г
1	3	2	4

Пояснение:

Устанавливаем, какой кислотой и каким основанием по силе образованы соли, указанные в задании, и на основании этого определяем отношение к гидролизу.

А) Нитрат аммония NH_4NO_3 — соль, образована сильной кислотой (HNO_3 — азотная кислота, сильный электролит) и слабым основанием (NH_4OH — гидроксид аммония, слабый электролит). Тип гидролиза устанавливается по слабому. Для нитрата аммония тип гидролиза — по катиону. В ответе для буквы **А** записываем **1**.

Б) Сульфат натрия Na_2SO_4 — соль, образована сильной кислотой (H_2SO_4 — серная кислота, сильный электролит) и сильным основанием (NaOH — гидроксид натрия, сильный электролит). Данная соль гидролизу не подвергается, поэтому в ответе для буквы **Б** записываем цифру **3**.

В) Силикат калия K_2SiO_3 — соль, образована слабой кислотой (H_2SiO_3 — кремниевая кислота, очень слабый электролит) и сильным основанием (KOH — гидроксид калия, сильный электролит). Тип гидролиза для данной соли — по аниону (анион слабой кремниевой кислоты). В ответе для буквы **В** записываем цифру **2**.

Г) Сульфид алюминия Al_2S_3 — соль, образована слабой кислотой (H_2S — сероводородная кислота, очень слабый электролит) и слабым основанием (Al(OH)_3 — гидроксид алюминия, слабый электролит). Соль, образованная по такому типу, подвергается гидролизу полностью и по катиону, и по аниону, поэтому для буквы **Г** записываем **4**.



ПОМНИТЕ! По таблице растворимости гидроксид аммония растворим в воде, но он не относится к сильным основаниям. Это слабое основание.



Гидролиз солей

Гидролиз солей — обменное взаимодействие ионов соли с молекулами воды, приводящее к образованию слабого электролита.

Гидролизу подвергаются **растворимые соли**, образованные:

- слабой кислотой и сильным основанием;
- слабым основанием и сильной кислотой;
- слабым основанием и слабой кислотой.



Особенность протекания гидролиза

В гидролизе участвуют катионы слабого основания и анионы слабой кислоты. В большинстве случаев гидролиз — процесс обратимый, протекает ступенчато.

Гидролиз приводит к изменению pH среды.

Гидролиз солей, образованных сильным основанием и слабой кислотой

Гидролиз соли Na_2SO_3 в растворе:



Внимание! NaOH — сильное основание
 H_2SO_3 — слабая кислота

Гидролизу подвергается анион слабой кислоты. I степень:



в молекулярной форме:



В растворе соли избыток ионов OH^- , среда щелочная, $\text{pH} > 7$.

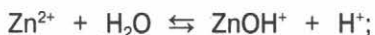
Гидролиз солей, образованных слабым основанием и сильной кислотой

Гидролиз соли $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ в растворе:

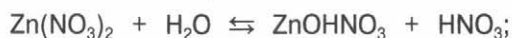


Внимание! $\text{Zn}(\text{OH})_2$ — слабое основание
 HNO_3 — сильная кислота

Гидролизу подвергается катион слабого основания. I степень:



в молекулярной форме:



В растворе соли избыток ионов H^+ , среда кислая, $\text{pH} < 7$.

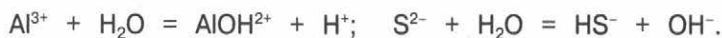
Гидролиз солей, образованных слабым основанием и слабой кислотой

Гидролиз соли Al_2S_3 , образованной слабым основанием и слабой кислотой, протекает, как правило, до конца; в результате образуются слабое основание и слабая кислота:

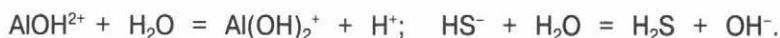


Внимание! $\text{Al}(\text{OH})_3$ — слабое основание
 H_2S — слабая кислота

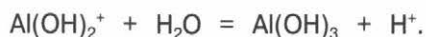
Гидролизу подвергаются катионы слабого основания и анионы слабой кислоты. I степень:



Образующиеся ионы H^+ и OH^- нейтрализуют друг друга, что вызывает смещение равновесия в сторону усиления гидролиза. Поэтому становится возможным протекание следующих ступеней гидролиза. II степень:



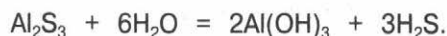
По указанной выше причине протекает и III степень гидролиза:



Суммарное ионно-молекулярное уравнение имеет вид:



в молекулярном виде:



Таким образом, сульфид алюминия гидролизуеться в растворе полностью и необратимо с образованием нерастворимого гидроксида $\text{Al}(\text{OH})_3$ и слабой кислоты H_2S ; pH раствора близок к 7.



Тип гидролиза устанавливается **по слабому электролиту!** Если кислота слабая — то по аниону, если основание слабое — то по катиону.

Среда раствора соли устанавливается **по сильному электролиту!** Если кислота сильная — то среда кислая, если основание сильное — то среда щелочная, если сильные и кислота, и основание — то среда нейтральная.



ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

23.1

Установите соответствие между формулой соли и средой её водного раствора: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА СОЛИ

- А) FeSO_4
- Б) K_2CO_3
- В) LiNO_3
- Г) $\text{Ba}(\text{NO}_2)_2$

СРЕДА РАСТВОРА

- 1) кислая
- 2) нейтральная
- 3) щелочная

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

23.2

Установите соответствие между формулой вещества и средой его водного раствора: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ВЕЩЕСТВА

- А) Cl_2
- Б) NH_3
- В) NaN
- Г) H_2S

СРЕДА РАСТВОРА

- 1) кислая
- 2) нейтральная
- 3) щелочная

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

23.3

Установите соответствие между формулой соли и окраской фенолфталеина: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА СОЛИ

- А) BaCl_2
- Б) K_2SiO_3
- В) Na_2SO_4
- Г) Li_2S

ЦВЕТ ФЕНОЛФТАЛЕИНА

- 1) красный
- 2) бесцветный
- 3) малиновый

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

23.4

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 калия
Б) нитрат цинка
В) фосфат натрия
Г) гидрофосфат натрия

- 1) гидролизуется по катиону
2) гидролизуется по аниону
3) гидролизу не подвергается
4) гидролизуется по аниону и катиону

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г

Ответ:

23.5

Установите соответствие между формулой соли и окраской лакмуса: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА СОЛИ

ЦВЕТ ЛАКМУСА

- А) $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$
Б) KCl
В) CuSO_4
Г) K_2S

- 1) красный
2) синий
3) жёлтый
4) фиолетовый

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г

Ответ:

23.6

Установите соответствие между формулой соли и ионным уравнением её гидролиза: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА СОЛИ

ИОННОЕ УРАВНЕНИЕ ГИДРОЛИЗА

- А) FeBr_2
Б) FeBr_3
В) $\text{Fe}(\text{OH})_2\text{Br}$
Г) $\text{Fe}(\text{OH})\text{Br}_2$

- 1) $\text{Fe}(\text{OH})_2^+ + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{H}^+$
2) $\text{Fe}^{2+} + 2\text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2 + 2\text{H}^+$
3) $\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})^{2+} + \text{H}^+$
4) $\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{FeOH}^+ + \text{H}^+$
5) $\text{Fe}(\text{OH})^{2+} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{Fe}(\text{OH})_2^+ + \text{H}^+$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г

Ответ:

Обратимые и необратимые реакции. Химическое равновесие



5—7 минут



повышенный



2 балла

Задание № 24 рассчитано на проверку знаний протекания химических реакций, умения определять количество вещества в реакции.

Задание состоит из формулировки, перечня уравнений реакций и указания направления смещения химического равновесия. Необходимо установить соответствие между

уравнением реакции и направлением смещения химического равновесия. В ответе надо записать получившуюся последовательность цифр. Цифры могут повторяться.



Для успешного выполнения задания нужно знать:

- условия протекания обратимых и необратимых химических реакций;
- понятие химического равновесия;
- основные факторы воздействия на реакцию, то есть условия смещения химического равновесия под воздействием различных факторов (давление, температура, концентрация веществ).



План выполнения

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Вспомните принцип Ле Шателье, который помогает определить направление смещения химического равновесия при воздействии внешнего фактора (температура, давление, концентрация) на равновесную систему.
3. Установите соответствие, подобрав к каждой букве цифру.
4. Запишите цифры в таблицу под соответствующими буквами в поле ответа КИМ. Перенесите в бланк ответов № 1 только последовательность цифр.



Задание

Установите соответствие между уравнением обратимой реакции и направлением смещения химического равновесия при повышении температуры: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ

НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ
ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

- А) $2\text{NO}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \leftrightarrow 2\text{NO}_2(\text{г}) + Q$
 Б) $2\text{SO}_3(\text{г}) \leftrightarrow 2\text{SO}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) - Q$
 В) $\text{C}(\text{тв.}) + \text{CO}_2(\text{г}) \leftrightarrow 2\text{CO}(\text{г}) + Q$
 Г) $\text{PCl}_3(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г}) \leftrightarrow \text{PCl}_5(\text{г}) + Q$

- 1) смещается в сторону прямой реакции
 2) смещается в сторону обратной реакции
 3) практически не смещается

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г
2	1	2	2

Ответ:

Пояснение:

Для установления соответствия воспользуемся принципом Ле Шателье и для заданных реакций установим соответствие смещения химического равновесия в сторону прямой или обратной реакции при изменении температуры.

А) $2\text{NO}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \leftrightarrow 2\text{NO}_2(\text{г}) + Q$ — реакция экзотермическая, повышение температуры смещает химическое равновесие в систему в сторону обратной реакции. Для **А** запишем **2**.

Б) $2\text{SO}_3(\text{г}) \leftrightarrow 2\text{SO}_2(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) - Q$ — реакция эндотермическая, повышение температуры смещает химическое равновесие в систему в сторону прямой реакции. Для **Б** запишем **1**.

В) $\text{C}(\text{тв.}) + \text{CO}_2(\text{г}) \leftrightarrow 2\text{CO}(\text{г}) + Q$ — реакция экзотермическая, повышение температуры смещает химическое равновесие в систему в сторону обратной реакции. Для **В** запишем **2**.

Г) $\text{PCl}_3(\text{г}) + \text{Cl}_2(\text{г}) \leftrightarrow \text{PCl}_5(\text{г}) + Q$ — реакция экзотермическая, повышение температуры смещает химическое равновесие в систему в сторону обратной реакции. Для **Г** запишем **2**.



Задание

Установите соответствие между уравнением химической реакции и одновременным изменением условий её проведения, приводящим к смещению химического равновесия в сторону прямой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ

ИЗМЕНЕНИЕ УСЛОВИЙ

- А) $\text{N}_2(\text{г}) + 3\text{H}_2(\text{г}) \leftrightarrow 2\text{NH}_3(\text{г}) + Q$
 Б) $\text{N}_2\text{O}_4(\text{ж.}) \leftrightarrow 2\text{NO}_2(\text{г}) - Q$
 В) $\text{CO}_2(\text{г}) + \text{C}(\text{тв.}) \leftrightarrow 2\text{CO}(\text{г}) + Q$
 Г) $4\text{HCl}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \leftrightarrow 2\text{H}_2\text{O}(\text{г}) + 2\text{Cl}_2(\text{г}) + Q$

- 1) увеличение температуры и давления
 2) уменьшение температуры и давления
 3) увеличение температуры и уменьшение давления
 4) уменьшение температуры и увеличение давления

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г
4	3	2	4

Пояснение:

Вспоминаем принцип Ле Шателье и для каждой реакции устанавливаем соответствие смещения химического равновесия **в сторону прямой реакции** при изменении условий (давление и температура):

- **при увеличении давления** равновесие смещается в сторону образования веществ, занимающих **меньший объём**, а **при уменьшении давления** — в сторону образования веществ, занимающих **большой объём**;
- **при повышении температуры** равновесие смещается в сторону **эндотермической** реакции ($-Q$), а **при понижении температуры** — в сторону **экзотермической** реакции ($+Q$).

А) $N_2 (г) + 3H_2 (г) \leftrightarrow 2NH_3 (г) + Q$ — реакция экзотермическая, поэтому необходимо понизить температуру; суммарное количество молей веществ до реакции больше (4, а после — 2), следовательно, давление надо увеличить. Для буквы **А** записываем цифру **4**.

Б) $N_2O_4 (ж.) \leftrightarrow 2NO_2 (г) - Q$ — реакция эндотермическая, температуру надо повысить; до реакции число частиц меньше, следовательно, давление надо понизить. Для буквы **Б** записываем цифру **3**.

В) $CO_2 (г) + C (тв.) \leftrightarrow 2CO (г) + Q$ — реакция экзотермическая — необходимо понизить температуру; число молей веществ до реакции меньше (1, а после — 2), следовательно, давление надо уменьшить. Для буквы **В** записываем цифру **2**.

Г) $4HCl (г) + O_2 (г) \leftrightarrow 2H_2O (г) + 2Cl_2 (г) + Q$ — реакция экзотермическая, поэтому необходимо понизить температуру; суммарное количество молей веществ до реакции больше (5, а после — 4), следовательно, давление надо увеличить. Для буквы **Г** записываем цифру **4**.



СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

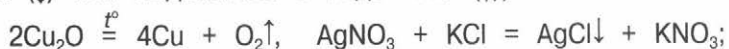
Все реакции в химии делятся на обратимые и необратимые. Состояние химического равновесия характерно для обратимых химических реакций.

Необратимые химические реакции

Необратимые химические реакции протекают в одном направлении и завершаются полным израсходованием исходных реагентов.

Условия необратимости химических реакций:

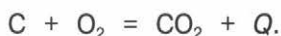
- один из продуктов уходит из реакционной смеси (выпадает в виде осадка (\downarrow) или выделяется в виде газа (\uparrow));



- образуется слабодиссоциирующее соединение (вода, слабые основания и кислоты):



- выделяется большое количество энергии, например в реакции горения:



Обратимые химические реакции

Обратимые химические реакции одновременно протекают и в прямом, и в обратном направлении. При протекании обратимой реакции устанавливается состояние **химического равновесия**. В состоянии химического равновесия скорости прямой и обратной реакции равны. Состояние химического равновесия сохраняется до тех пор, пока на систему не оказано внешнее воздействие: изменение температуры, концентрации реагирующих или образующихся веществ, давления. При оказании воздействия наблюдается переход от одного равновесного состояния к другому, процесс называют **смещением равновесия**.

Принцип Ле Шателье

Если на систему, находящуюся в состоянии равновесия, оказать внешнее воздействие (изменить температуру, концентрацию, давление), то равновесие сместится в направлении процесса, протекание которого ослабляет эффект произведённого воздействия.

Правила смещения химического равновесия

1. **Повышение температуры** приводит к смещению химического равновесия в сторону эндотермической реакции (в реакции перед Q стоит «-»), а **понижение температуры** — в сторону экзотермической реакции (стоит «+»).
2. **Увеличение концентрации** исходных веществ приводит к смещению химического равновесия вправо (в сторону продуктов реакции), а **уменьшение концентрации** продуктов реакции — влево (в сторону исходных веществ).
3. **Повышение давления** приводит к смещению химического равновесия в сторону меньшего числа молей газов, а **понижение давления** — в сторону большего числа молей газов.
4. **Увеличение объёма** приводит к смещению химического равновесия в сторону большего числа молей газов (равносильно понижению давления), а **уменьшение объёма** — в сторону меньшего числа молей газов (равносильно повышению давления).



Применение катализатора **не влияет** на состояние химического равновесия.



ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

24.1

Установите соответствие между уравнением обратимой реакции и направлением смещения химического равновесия при увеличении давления в системе: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ

- А) $2\text{HI}(\text{г}) \leftrightarrow \text{H}_2(\text{г}) + \text{I}_2(\text{тв.}) - Q$
Б) $\text{C}(\text{г}) + 2\text{S}(\text{г}) \leftrightarrow \text{CS}_2(\text{г}) + Q$
В) $\text{C}_3\text{H}_6(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г}) \leftrightarrow \text{C}_3\text{H}_8(\text{г}) - Q$
Г) $\text{H}_2(\text{г}) + \text{F}_2(\text{г}) \leftrightarrow 2\text{HF}(\text{г}) + Q$

НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

- 1) смещается в сторону прямой реакции
2) смещается в сторону обратной реакции
3) практически не смещается

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

24.2

Установите соответствие между уравнением обратимой реакции и одновременным изменением параметров системы, приводящим к смещению химического равновесия в сторону прямой реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ

- А) $\text{C}_4\text{H}_{10}(\text{г}) \leftrightarrow \text{C}_4\text{H}_6(\text{г}) + 2\text{H}_2(\text{г}) - Q$
Б) $\text{CO}(\text{г}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г}) \leftrightarrow \text{CO}_2(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г}) + Q$
В) $\text{H}_2(\text{г}) + \text{I}_2(\text{тв.}) \leftrightarrow 2\text{HI}(\text{г}) - Q$
Г) $\text{H}_2(\text{г}) + \text{F}_2(\text{г}) \leftrightarrow 2\text{HF}(\text{г}) + Q$

ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ

- 1) увеличение температуры и концентрации водорода
2) уменьшение температуры и концентрации водорода
3) увеличение температуры и уменьшение концентрации водорода
4) уменьшение температуры и увеличение концентрации водорода

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

24.3

Установите соответствие между внешним воздействием на систему $\text{C}_3\text{H}_6(\text{г}) + \text{H}_2(\text{г}) \leftrightarrow \text{C}_3\text{H}_8(\text{г}) + Q$ и смещением химического равновесия: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВНЕШНЕЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

- А) увеличение концентрации водорода
 Б) повышение температуры
 В) повышение давления
 Г) использование катализатора

СМЕЩЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

- 1) смещается в сторону прямой реакции
 2) смещается в сторону обратной реакции
 3) практически не смещается

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г

Ответ:

24.4

Установите соответствие между уравнением обратимой реакции и изменением выхода продукта реакции при одновременном понижении температуры и давления в системах: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

УРАВНЕНИЕ РЕАКЦИИ

- А) $C (тв.) + O_2 (г) \leftrightarrow CO_2 (г) + Q$
 Б) $H_2 (г) + I_2 (тв.) \leftrightarrow 2HI (г) - Q$
 В) $6HF (г) + N_2 (г) \leftrightarrow 2NF_3 (г) + 3H_2 (г) - Q$
 Г) $2O_3 (г) \leftrightarrow 3O_2 (г) + Q$

ИЗМЕНЕНИЕ ВЫХОДА ПРОДУКТА РЕАКЦИИ

- 1) произойдёт увеличение выхода продукта реакции
 2) произойдёт уменьшение выхода продукта реакции
 3) выход продукта реакции не зависит от условий проведения реакции

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г

Ответ:

24.5

Установите соответствие между внешним воздействием на систему $WO_3 (тв.) + 3H_2 (г) \leftrightarrow W (тв.) + 3H_2O (г) + Q$ и смещением химического равновесия: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВНЕШНЕЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

- А) удаление паров воды
 Б) повышение температуры
 В) повышение давления
 Г) использование катализатора

СМЕЩЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

- 1) смещается в сторону прямой реакции
 2) смещается в сторону обратной реакции
 3) практически не смещается

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г

Ответ:

24

Качественные реакции неорганических и органических соединений



5—7 минут



повышенный



2 балла

Задание № 25 рассчитано на проверку навыков в области качественного определения органических, неорганических веществ и ионов, умения обобщать и сравнивать химические свойства веществ, систематизировать сведения о классах органических и неорганических веществ.

Задание состоит из формул или названий веществ и признаков химических реакций или реагентов, с помощью которых можно различить указанные вещества. Необходимо найти соответствие

между названиями вещества и признаками химических реакций или реагентов. В ответе надо записать получившуюся последовательность цифр. Цифры могут повторяться.



Для успешного выполнения задания нужно знать:

- химические свойства классов неорганических и органических веществ;
- качественные реакции на неорганические вещества;
- качественные реакции на органические вещества;
- признаки химических реакций.



План выполнения

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Определите принадлежность заданных веществ к определённым классам органических или неорганических соединений.
3. Вспомните качественные реакции на неорганические вещества, неорганические ионы, органические вещества, а также наиболее характерные признаки химических реакций (цвета осадков и растворов, запах газов).
4. Составьте при необходимости на черновике соответствующее уравнение реакции и определите признак реакции по таблице растворимости (осадок, газ, малодиссоциирующее вещество).

5. Проанализируйте данный вами ответ и запишите цифры в таблицу под соответствующими буквами в поле ответа КИМ. Перенесите в бланк ответов № 1 только последовательность цифр.



Задание

Установите соответствие между веществами и реагентом, с помощью которого можно различить эти вещества: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВА

РЕАГЕНТ

- А) этан и этен
Б) этановая кислота и метановая кислота
В) бензол и толуол
Г) пропаналь и пропанон

- 1) KMnO_4
2) HBrO_4
3) CuO
4) $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$
5) NaOH

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г
1	4	1	4

Пояснение:

Для определения реактива вспомним качественные реакции на вещества, указанные в задании.

А) Этан — вещество ряда алканов, этен — представитель непредельных углеводородов ряда алкенов. Для алкенов качественными являются реакции на двойную углерод-углеродную связь — это обесцвечивание раствора бромной воды и раствора перманганата калия. Для алканов такие реакции нехарактерны. Указанные вещества различаются реакционной способностью по отношению к раствору перманганата калия. Следовательно, различить их можно, пропустив эти газы через раствор перманганата калия, — обесцвечивание раствора определит этен. Ответ: **А — 1**.

Б) Этановая и метановая кислоты — это соединения класса предельных карбоновых кислот. Значит, различие химических свойств заложено в строении. Вспомним особенности строения этих веществ: CH_3COOH и HCOOH (или для муравьиной HCOOH), видно, что у муравьиной кислоты помимо карбоксильной есть альдегидная группа, по которой проходят реакции, характерные для альдегидов, — реакция с аммиачным раствором оксида серебра («серебряного зеркала») и со свежеосаждённым гидроксидом меди(II) при нагревании. Среди реактивов для определения подходит вещество из пункта 4, так как при взаимодействии муравьиной кислоты с аммиачным раствором оксида серебра на стенках пробирки будет осажаться чистое металлическое серебро. Аналогичной реакции для этановой кислоты нет. Вещества отличаются признаками реакции с $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$. Ответ: **Б — 4**.

В) Бензол и толуол — представители ряда ароматических углеводородов (или аренов). Толуол, в отличие от бензола, окисляется раствором перманганата калия по боковой цепи с образованием бензойной кислоты. Бензол раствор KMnO_4 не обесцвечивает. Вещества отличаются по признакам взаимодействия с раствором перманганата калия. Ответ: **В — 1.**

Г) Пропаналь — вещество ряда альдегидов, а пропанон относится к классу кетонов. Качественной реакцией на альдегиды является реакция с аммиачным раствором оксида серебра («серебряного зеркала»). Пропанон в реакции окисления с $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ не вступает. Вещества отличаются реакционной способностью по отношению к $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$. Ответ: **Г — 4.**



СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

Распознавание газов

Газ	Реагент/признаки
CO_2	$\text{Ca}(\text{OH})_2$ — помутнение известковой воды
O_2	Вспыхивание тлеющей лучинки
H_2	Лающий хлопок при поджигании
NH_3	OH^- , t° — посинение красной лакмусовой бумажки, малиновое окрашивание фенолфталеиновой бумажки. Появление тумана при поднесении стеклянной палочки, смоченной концентрированной HCl

Качественные реакции на анионы

Анион	Катион (реактив)/признаки реакции
Cl^-	Ag^+ — белый творожистый осадок
Br^-	Ag^+ — желтоватый творожистый осадок
I^-	Ag^+ — жёлтый творожистый осадок
F^-	Ca^{2+} — белый осадок
SO_4^{2-}	Ba^{2+} — белый осадок
NO_3^-	H_2SO_4 (конц.) и Cu — выделение бурого газа
PO_4^{3-}	Ag^+ — ярко-жёлтый осадок
CrO_4^{2-}	Ba^{2+} — жёлтый осадок
S^{2-}	Cu^{2+} — чёрный осадок

>>>

>>>

Анион	Катион (реактив)/признаки реакции
CO_3^{2-}	H^+ — выделение газа без запаха
OH^-	Лакмус — синий цвет раствора
	Фенолфталеин — малиновый цвет раствора
	Метиловый оранжевый — жёлтый цвет раствора

Качественные реакции на катионы

Катион	Анион (реактив)/признаки
H^+	Лакмус — красный цвет раствора
	Метиловый оранжевый — розовый цвет раствора
NH_4^+	OH^- , t° — выделение газа с резким запахом
Ag^+	Cl^- — белый творожистый осадок
Li^+	Пламя — красное окрашивание
Na^+	Пламя — жёлтое окрашивание
K^+	Пламя — фиолетовое окрашивание
Ca^{2+}	Пламя — кирпично-красное окрашивание
	CO_3^{2-} — белый осадок
Ba^{2+}	Пламя — жёлто-зелёное окрашивание
	SO_4^{2-} — белый (мелкокристаллический) осадок
Cu^{2+}	Пламя — зелёное окрашивание
	Вода — гидратированные ионы Cu^{2+} имеют голубую окраску
	OH^- — синий осадок
Fe^{2+}	OH^- — зеленоватый осадок
	Красная кровяная соль $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ — синий осадок (турнбулева синь)
Fe^{3+}	OH^- — бурый осадок
	SCN^- — кроваво-красный осадок
	Жёлтая кровяная соль $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ — тёмно-синий осадок (берлинская лазурь)
Al^{3+}	OH^- — желеобразный осадок белого цвета, растворяется в избытке раствора щёлочи
Pb^{2+}	S^{2-} — осадок чёрного цвета

Качественные реакции в органической химии

Вещество или класс веществ	Реагент/признаки
Алканы	Горят бесцветным пламенем
Непредельные соединения (алкены, алкины, диены)	Br_2 (водн.) — обесцвечивание бромной воды
	KMnO_4 — обесцвечивание подкисленного раствора перманганата калия
Алкины (терминальные)	Ag_2O (аммиачный р-р) — выпадение творожистого осадка серого цвета
Спирты первичные	CuO , t° — покраснение прокалённой медной проволоки
Спирты многоатомные	$\text{Cu}(\text{OH})_2$, без t° — образование раствора ярко-синего цвета
Фенол	Fe^{3+} — образование раствора сиренево-фиолетового цвета
	Br_2 (водн.) — выпадение белого осадка
Альдегиды	Ag_2O (аммиачный р-р), t° — образование налёта металлического серебра на стенках сосуда — «серебряное зеркало»
	$\text{Cu}(\text{OH})_2$, t° — выпадение кирпично-красного осадка Cu_2O
Карбоновые кислоты (низшие)	CO_3^{2-} — бурное выделение газа
Анилин	Br_2 (водн.) — выпадение белого осадка
Алифатические амины	Посинение красной лакмусовой бумаги
Углеводы (восстанавливающие)	$\text{Cu}(\text{OH})_2$, t° — образование раствора ярко-синего цвета, при нагревании окраска исчезает и выпадает осадок кирпично-красного цвета
Белки	$\text{Cu}(\text{OH})_2$, OH^- — фиолетовая окраска раствора (биуретовая реакция)
	HNO_3 — появление жёлтой окраски (ксантопротеиновая реакция)



ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

25.1

Установите соответствие между веществами и реагентом, с помощью которого можно различить эти вещества: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

- ВЕЩЕСТВА
- А) пропен и пропин
Б) анилин и фенол
В) глюкоза и сахароза
Г) триолеин и тристеарин

- РЕАГЕНТ
- 1) H_2O
2) Br_2 (ж.)
3) $Cu(OH)_2$
4) $[Ag(NH_3)_2]OH$
5) $FeCl_3$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

25.2

Установите соответствие между веществами и реагентом, с помощью которого можно различить эти вещества: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

- ВЕЩЕСТВА
- А) бензол и гексен
Б) бутин-1 и бутин-2
В) глюкоза и сорбит
Г) пропионовая кислота и пропанол

- РЕАГЕНТ
- 1) бромная вода
2) фенолфталеин
3) соляная кислота
4) раствор карбоната натрия
5) аммиачный раствор оксида серебра(I)

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

25.3

Установите соответствие между признаками качественной химической реакции и веществами, которые дают эту реакцию: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

- ПРИЗНАКИ РЕАКЦИЙ
- А) исчезновение окраски раствора и выпадение белого осадка
Б) исчезновение окраски раствора и выпадение бурого осадка

- ВЕЩЕСТВА
- 1) водный раствор $KMnO_4$ и этилен
2) фенол и бромная вода
3) раствор лакмуса и уксусной кислоты
4) пропен и бромная вода

- В) обесцвечивание раствора без выпадения осадка
Г) образование раствора с интенсивной синей окраской

5) этиленгликоль и гидроксид меди(II)

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

25.4

Установите соответствие между реагирующими веществами и признаком протекающей между ними реакции: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

РЕАГИРУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА

- А) этаналь и аммиачный раствор оксида серебра при нагревании
Б) этанол и калий
В) бензальдегид и гидроксид меди(II) при нагревании
Г) стирол и раствор бромной воды

ПРИЗНАК РЕАКЦИИ

- 1) обесцвечивание раствора бромной воды
2) образование тёмно-красного осадка
3) выделение серебра на стенках пробирки
4) выделение газа
5) образование раствора интенсивно синей окраски

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

25.5

Установите соответствие между веществами и реагентом, с помощью которого можно различить эти вещества: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВА

- А) пропаналь и о-ксилол
Б) ксилол и бензол
В) этаналь и этиленгликоль
Г) хлорэтан и циклогексен

РЕАГЕНТ

- 1) HCl
2) Zn
3) NaOH
4) KMnO_4 (p-p)
5) $\text{Cu}(\text{OH})_2$

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г

Методы познания.

Химия и жизнь



5—7 минут



базовый



1 балл

Задание № 26 направлено на проверку усвоения содержательных линий «Экспериментальные основы химии» и «Общие представления о промышленных способах получения важнейших веществ» и их роли и значении в практике.

Задание содержит формулировку и перечень элементов двух множеств, между элементами которых необходимо установить соот-

ветствие. В ответе надо записать получившуюся последовательность цифр. Цифры могут повторяться.



Для успешного выполнения задания нужно знать:

- правила работы в лаборатории и использования лабораторной посуды и оборудования, правила безопасности при работе с едкими, горючими и токсичными веществами, средствами бытовой химии;
- научные методы исследования химических веществ и превращений, методы разделения смесей и очистки веществ;
- понятие о металлургии: общие способы получения металлов;
- общие научные принципы химического производства (на примере промышленного получения аммиака, серной кислоты, метанола), процесс и последствия химического загрязнения окружающей среды;
- природные источники углеводородов, принципы их переработки;
- понятия: высокомолекулярные соединения, реакции полимеризации и поликонденсации, полимеры, пластмассы, волокна, каучуки.



План выполнения

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Составьте при необходимости на черновике соответствующие уравнения реакций.
3. Перечитайте внимательно задание и запишите цифры в таблице под соответствующими буквами в поле ответа КИМ. Перенесите в бланк ответов № 1 только последовательность цифр.



В одних вариантах задания нужно найти связь между веществом и сферой его применения, веществом и источником его получения, процессом и его целью. В других — установить соответствие между мономером и получаемым из него полимером; между органическим соединением и реактивом, который используется для его обнаружения. Нередки и задания на нахождение связи между каким-либо процессом и его названием или используемым для его проведения катализатором, а также между лабораторным оборудованием и его назначением.



Задание

Установите соответствие между аппаратом, который используется в химическом производстве, и процессом, происходящим в этом аппарате: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

АППАРАТ

- А) печь для обжига пирита
Б) колонна синтеза
В) поглотительная башня

ПРОЦЕСС

- 1) взаимодействие азота и водорода
2) окисление оксида азота(IV)
3) получение олеума
4) получение оксида серы(IV)

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

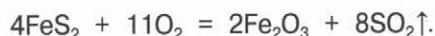
Ответ:

А	Б	В
4	1	3

Пояснение:

Задание направлено на проверку знаний о производстве неорганических веществ: серной кислоты, аммиака.

А) Вспомним, что печь для обжига пирита используется в производстве серной кислоты. Этот процесс заключается во взаимодействии пирита с кислородом при высокой температуре. Составим уравнение реакции обжига пирита и определим продукты:



Из уравнения реакции видно, что продуктами являются оксид железа(III) и оксид серы(IV). Ответ: **А — 4**.

Б) Колонна синтеза предназначена для проведения процесса синтеза аммиака, в контактном аппарате расположены полки с катализатором, на которых и протекает реакция взаимодействия азота и водорода. Ответ: **Б — 1**.

В) Поглотительная башня используется для поглощения триоксида серы и получения в результате поглощения этого оксида концентрированной серной кислотой олеума (безводная серная кислота). Ответ: **В — 3**.



СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

Методы разделения смесей и очистки веществ

Химические методы

- **Экстракция** — процесс распределения вещества между двумя фазами, чаще всего между двумя несмешивающимися жидкостями.
- **Сорбция** — процесс поглощения газов, паров и растворённых веществ твёрдыми или жидкими поглотителями на твёрдом носителе (сорбентами), который используют для разделения и концентрирования веществ.
- **Электролитическое выделение** (электролиз) — процесс, при котором происходит осаждение вещества электрическим током при определённом потенциале.
- **Кристаллизация** — процесс образования зародышей твёрдой фазы при охлаждении раствора, расплава или газа.
- **Выпаривание** — процесс выделения нелетучих твёрдых веществ из водных растворов при нагревании раствора.
- **Перегонка** — процесс, включающий частичное испарение разделяемой смеси с последующей конденсацией образующихся паров, осуществляемый однократно или многократно.
- **Дистилляция** — процесс очистки жидкостей от растворённых в них нелетучих примесей или разделения смесей жидкостей на фракции, отличающиеся по составу, путём испарения и последующей конденсации образующихся паров.

Физические методы

- **Использование магнита.**
- **Отстаивание.**
- **Фильтрование.**
- **Центрифугирование.**
- **Декантация** — механическое отделение твёрдой фазы дисперсной системы (суспензии) от жидкой путём сливания раствора с осадка.

Промышленные способы получения важнейших веществ

Металлургия

Пирометаллургический: получение металлов из руды (оксидной или сульфидной) с помощью реакций восстановления, протекающих при высоких температурах. В качестве восстановителей используют H_2 , C, CO, Al, Mg, Ca.

Гидрометаллургический: получение металлов из растворов солей.

Электрометаллургический: получение металлов из растворов или расплавов солей и оксидов с помощью электрического тока.

Бактериальный: получение чистых металлов из руды с помощью бактерий (тионовые). Используется в выщелачивании металла из руды, то есть в переводе руды в водорастворимые соединения металлов.

Нефть

Нефть — природная маслянистая горючая жидкость со специфическим запахом, которая является сложной смесью углеводородных соединений. В сыром виде она не применяется, для того чтобы получить нефтепродукты, пригодные для использования, её необходимо переработать.

Суть переработки сырой нефти заключается в разложении её на фракции и в дальнейшей их переработке.

Прямая перегонка (ректификация) нефти. Процесс происходит в ректификационных колоннах. Суть его заключается в том, что сырую нефть нагревают, и с постепенным повышением температуры она разделяется на фракции, имеющие различную температуру кипения.

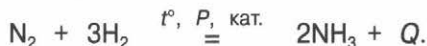
Каталитический и термический крекинг (переработка нефтепродуктов) заключается в разложении нефтяных компонентов на составляющие под действием высоких температур и с применением катализаторов: сложные углеводородные соединения разлагаются на более простые, с меньшей молекулярной массой (например, бензины).

Научные принципы химического производства

Получение аммиака

В лаборатории: $2\text{NH}_4\text{Cl} + \text{Ca}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{CaCl}_2 + 2\text{NH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$.

Промышленный способ получения аммиака основан на взаимодействии азота с водородом при температуре 400—500 °С и повышенном давлении 10—100 МПа в присутствии катализатора (железо, осмий):



Получение азотной кислоты

Сырьё: аммиак (реже азот) и кислород.

Химический процесс:



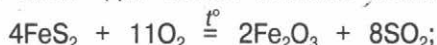
Смесь NO_2 с O_2 поглощается горячей водой с получением концентрированной кислоты: $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{HNO}_3$.

Получение серной кислоты

Сырьё: сера, сероводород, сульфиды и дисульфиды металлов.

Контактный способ:

- обжиг пирита** — происходит в печи для обжига, где используется метод «кипящего слоя» для более полного обжига пирита:



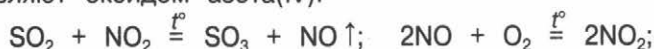
- окисление** — происходит в контактном аппарате при 400—450 °С и в присутствии катализатора (чаще V_2O_5): $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$.

Нитрозный способ:

- получение SO_2 :



- окисление SO_2 в SO_3 . В нитрозном методе получения серной кислоты SO_2 окисляют оксидом азота(IV):



- поглощение SO_3 концентрированной серной кислотой:



олеум

Безводная серная кислота хорошо растворяет SO_3 и реагирует с ним (образуется тяжёлая маслообразная жидкость — **олеум**, содержит $\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_7$).



Правило разбавления концентрированной серной кислоты: при непрерывном перемешивании приготавливаемого раствора кислоту осторожно вливают в воду.

Научные принципы производства:

- непрерывность;
- комплексное использование сырья, использование отходов другого производства;
- безотходное производство;
- теплообмен;
- противоток («кипящий слой»);
- автоматизация и механизация производственных процессов.

Получение минеральных удобрений

Азотные удобрения:

мочевина (карбамид) $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ — наиболее концентрированное твёрдое азотное удобрение:



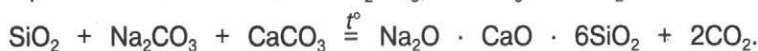
Фосфорные удобрения:

- простой суперфосфат: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 2\text{CaSO}_4$;
- двойной суперфосфат: $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + 4\text{H}_3\text{PO}_4 = 3\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$;
- преципитат: $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

Наиболее ценными являются комплексные удобрения, в состав которых входит сразу несколько микроэлементов. Например, аммофос: $3\text{NH}_3 + 2\text{H}_3\text{PO}_4 = (\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4 + \text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$.

Получение стекла

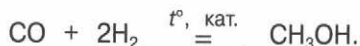
Стекло — это смесь оксидов или карбонатов Na, Ca, Si. Стекло получают при сплавлении смеси Na_2CO_3 , CaCO_3 и SiO_2 :



Получение метанола

Метанол (метиловый, или древесный, спирт) широко используется в промышленности как топливо, является растворителем, участвует в синтезе формальдегида, спиртов, уксусной кислоты, белков и др.

Сырьё: синтез-газ — смесь оксида углерода(II) с водородом (1 : 2) в присутствии катализаторов — ZnO и CuO. При температуре 250 °C и давлении 7 МПа синтез-газ превращается в метанол:



Высокомолекулярные соединения

Высокомолекулярные соединения — природные или синтетические материалы, молекулы которых содержат повторяющиеся группировки атомов, называемые мономерами.

Классификация высокомолекулярных соединений

По способу получения:

- природные (целлюлоза, крахмал, белки);
- искусственные или переработанные природные (эфиры целлюлозы);
- синтетические (капрон, полиэтилен, полистирол).

По свойствам и применению:

- пластмассы (полипропилен, тефлон);
- эластомеры (каучуки бутадиеновый и хлоропреновый);
- волокна (лавсан, капрон, ацетатное волокно).

Получение высокомолекулярных соединений

- Реакции полимеризации.
- Реакции сополимеризации.
- Реакции поликонденсации.

Волокна

Волокна — высокомолекулярные соединения, характеризующиеся высокой упорядоченностью макромолекул, что позволяет использовать их для изготовления нитей.

Природные волокна:

- животного происхождения (шёлк, шерсть);
- растительного (лён, хлопок);
- минерального (асбест).

Искусственные волокна:

- ацетатное;
- вискозное.

Синтетические волокна:

- полиамидное (капрон);
- полиэфирное (лавсан).



ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

26.1

Установите соответствие между лабораторным оборудованием и его назначением: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ЛАБОРАТОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

- А) бюретка
Б) воронка Бюхнера
В) хлоркальцевая трубка

НАЗНАЧЕНИЕ

- 1) фильтрование под вакуумом
2) сушка и очистка газов
3) точное измерение объёма жидкости, титрование
4) перегонка и конденсация паров

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

26.2

Установите соответствие между формулой полимера и его названием: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ФОРМУЛА ПОЛИМЕРА

- А) $(-\text{NH}-(\text{CH}_2)_5-\text{CO}-)_n$
Б) $(-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{C}_6\text{H}_5)-)_n$
В) $(-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{Cl})-)_n$

НАЗВАНИЕ ПОЛИМЕРА

- 1) полистирол
2) поливинилхлорид
3) капрон
4) нитрон

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

26.3

Установите соответствие между химической смесью и способом её разделения: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ХИМИЧЕСКАЯ СМЕСЬ

- А) бензин и вода
Б) этиловый спирт и вода
В) сульфат натрия и вода

СПОСОБ РАЗДЕЛЕНИЯ

- 1) с помощью делительной воронки
2) действие магнитом
3) выпаривание
4) дистилляция

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

26

26.4

Установите соответствие между веществом и областью его применения: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВЕЩЕСТВО

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

- А) этанол
Б) хлоропрен
В) формальдегид

- 1) в качестве растворителя
2) получение каучука
3) производство пластмасс
4) производство волокон

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В

Ответ:

26.5

Установите соответствие между названием аппарата, используемого в производстве серной кислоты, и особенностями процесса в этом аппарате: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ АППАРАТА

ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССА

- А) печь для обжига
Б) контактный аппарат
В) поглотительная башня

- 1) орошение концентрированной серной кислотой
2) применение катализатора
3) «кипящий слой»
4) постоянная циркуляция

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В

Ответ:

26.6

Установите соответствие между веществом и сырьём, которое используется для получения этого вещества в промышленности: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ПОЛУЧАЕМОЕ ВЕЩЕСТВО

СЫРЬЁ

- А) метанол
Б) азотная кислота
В) серная кислота

- 1) аммиак
2) дисульфид железа
3) сульфит натрия
4) монооксид углерода и водород

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В

Ответ:

Расчёты. Массовая доля вещества в растворе



2 минуты



базовый



1 балл

Задание № 27 направлено на проверку знания понятия «массовая доля вещества в растворе» и умения производить вычисления по химическим формулам и уравнениям.

Задание состоит из расчётной задачи с описанием простейшего химического процесса. Чтобы его выполнить, необходимо провести математические расчёты. В ответе

надо записать число, соблюдая при этом указанную степень точности. Единицы измерения физических величин указывать не нужно.



Для успешного выполнения задания нужно знать базовые формулы массовой доли, молярной доли по массе и объёму.



План выполнения

1. Внимательно прочитайте задание.
2. На черновике вычислите массу вещества в исходном растворе.
3. Обозначьте массу добавленного вещества через x .
4. Составьте и решите соответствующее математическое уравнение с одним неизвестным.
5. Проанализируйте условие задачи и запишите получившееся число в бланк ответов № 1.



При решении задачи нужно:

- чётко понимать, что такое раствор (вещество + растворитель) и вещество;
- решать задачу, начиная с записи формулы: «массовая доля = масса вещества / масса раствора»;
- при чтении задачи «собирать» вещество в числителе, раствор — в знаменателе, то есть решать задачу быстро — не по действиям, а осуществляя сразу «сборку» по формуле;
- уметь выполнять математические действия на калькуляторе.



Задание

Вычислите массу хлорида калия (в граммах), которую следует растворить в 180,0 г раствора с массовой долей этой соли 10 % для получения раствора с массовой долей 14 %. (Запишите число с точностью до десятых.)

Ответ: 8,6 (г).

Пояснение:

По условию задачи к начальному раствору добавили определённую массу твёрдого вещества, аналогичного в растворе. Формула расчёта массовой доли растворённого вещества в растворе:

$$\omega = \frac{m(\text{р.в.})}{m(\text{р-ра})} \cdot 100 \, \%$$

Начальный раствор

$$m(\text{р-ра}) = 180 \, \text{г}$$

$$\omega_1(\text{KCl}) = 10 \, \% = 0,1$$

Определим массу растворённого вещества в растворе:

$$m(\text{в.}) = \omega_1 \cdot m(\text{р-ра}) = 180 \cdot 0,1 = 18 \, \text{г.}$$

Изменения с раствором

Обозначим массу добавленного твёрдого хлорида калия через x :

$$m(\text{KCl}) = x \, \text{г.}$$

Конечный раствор

$$\omega_2(\text{KCl}) = 14 \, \% = 0,14.$$

Масса вещества в конечном растворе: $m(\text{в.}) = (18 + x) \, \text{г.}$

Масса раствора после добавления вещества: $m(\text{р-ра}) = (180 + x) \, \text{г.}$

Подставим в формулу массовой доли вещества в растворе записанные выше значения и, решая уравнение с одним неизвестным, получим:

$$0,14 = \frac{(18+x)}{(180+x)}; \quad x = 8,6 \, (\text{г}).$$

Внимательно прочитав условие задачи и округлив число в соответствии с требованиями, записываем в бланк № 1 ответ — 8,6.



СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

Вычисление массовой доли растворённого вещества в растворе

Вычисление массовой доли растворённого вещества в растворе является одним из наиболее часто используемых в лаборатории и повседневной жизни расчётов. Знание этого расчёта необходимо как для приготовления растворов из твёрдых веществ, так и для разбавления (концентрирования) растворов.

Одной из важнейших характеристик раствора является его состав, описываемый с помощью понятия «концентрация раствора» (относительное количество компонентов в растворе). **Концентрация раствора** — это часть, которую составляет масса растворённого вещества от массы всего раствора.

Способы выражения концентрации раствора

Массовая доля

Массовая доля (ω) — число граммов растворённого вещества в 100 г раствора.

Например, форма записи «раствор NaCl с массовой долей ω (NaCl) = 25 %» означает, что 25 г NaCl содержится в 100 г раствора. Масса воды в нём равна 75 г.

Массовая доля растворённого вещества $\omega(X)$ — безразмерная величина, равная отношению массы вещества $m(X)$ к массе раствора $m(p\text{-ра})$:

$$\omega(X) = \frac{m(X)}{m(p\text{-ра})},$$

где $m(p\text{-ра}) = m(X) + m(\text{растворителя})$.

Массовую долю выражают в долях единицы или в процентах.

Молярная концентрация

Молярная концентрация $C(X)$ — число молей n растворённого вещества в 1 л раствора. Молярная концентрация равна отношению количества растворённого вещества ($n(X)$, моль) к объёму раствора (V , л):

$$C(X) = \frac{n(X)}{V(p\text{-ра})}.$$

Количество вещества выражается соотношением:

$$n(X) = \frac{m(X)}{M(X)},$$

где $m(X)$ — масса вещества X , г; $M(X)$ — молярная масса вещества X , г/моль.

Если известна масса m и плотность ρ раствора, то его объём V :

$$V = \frac{m(p\text{-ра})}{\rho}.$$

Формулы для расчёта массы вещества в растворе и массы раствора, производные от формулы массовой доли растворённого вещества:

$$m(X) = \frac{m(p\text{-ра}) \cdot \omega(X)}{100 \%}; \quad m(p\text{-ра}) = \frac{m(X)}{\omega(X)}.$$



Для воды условно считается, что её масса и объём численно равны, так как плотность воды принимается равной 1 г/мл, или 1000 г/л.



Если для приготовления раствора берётся кристаллогидрат некоторой соли (X) (а не сама безводная соль), то используются соотношения:

- масса кристаллогидрата $X \cdot nH_2O$:

$$m(\text{кр.}) = m(X) + m(\text{кр. } H_2O),$$

где $m(\text{кр. } H_2O)$ — масса воды, которая содержится в данной массе кристаллогидрата;

- масса безводной соли X в кристаллогидрате:

$$\frac{m(\text{в.})}{M(\text{в.})} = \frac{m(\text{кр.})}{M(\text{кр.})},$$

так как $n(\text{в.}) = n(\text{кр.})$;

- масса добавляемой воды:

$$m(\text{доб. } H_2O) = m(p\text{-ра}) - m(\text{кр.});$$

$$m(\text{доб. } H_2O) = m(H_2O) - m(\text{кр. } H_2O),$$

где $m(H_2O)$ — суммарная масса воды в приготовленном растворе.



ПОМНИТЕ! Для приготовления концентрированного раствора вещества из разбавленного раствора применяют два способа.

- Выпаривание некоторой порции воды из начального раствора. При этом масса растворённого вещества не меняется, а масса воды, которую удаляют из раствора, определяется по формуле:

$$m(\text{вып. } H_2O) = m_1(p\text{-ра}) - m_2(p\text{-ра}).$$

- Добавление некоторой порции вещества X в начальный раствор. При этом масса воды не изменяется.

Изменение состава раствора

Разбавление раствора водой	<ul style="list-style-type: none"> • масса растворённого вещества не изменяется; • масса раствора увеличивается на массу добавленной воды
Выпаривание воды из раствора	<ul style="list-style-type: none"> • масса растворённого вещества не изменяется; • масса раствора уменьшается на массу испарённой воды
Выпадение вещества из раствора (кристаллизация)	<ul style="list-style-type: none"> • масса растворённого вещества уменьшается на массу выпавшего осадка; • масса раствора уменьшается на массу выпавшего осадка; • масса воды в растворе не изменяется
Смешивание двух растворов	<ul style="list-style-type: none"> • массы растворённых веществ из двух растворов складываются; • массы двух смешивающихся растворов складываются



ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

27.1

При растворении в 270 г воды нитрата калия был получен раствор с массовой долей 10 %. Вычислите массу растворённого нитрата калия. (Запишите число с точностью до целых.)

Ответ: _____ г.

27.2

Определите массу воды, которую надо добавить к 50 г 70%-ного раствора уксусной кислоты для получения 6%-ного раствора уксуса. Вычислите массу добавленной воды. (Запишите число с точностью до целых.)

Ответ: _____ г.

27.3

Вычислите массовую долю серной кислоты в новом растворе, полученном после добавления 20 г воды к 150 г её 5%-ного раствора. (Запишите число с точностью до десятых.)

Ответ: _____ %.

27.4

Определите массовую долю (в %) соляной кислоты в конечном растворе, приготовленном смешиванием 80 г 5%-ного и 160 г 30%-ного растворов этого вещества. Вычислите массовую долю вещества в конечном растворе. (Запишите число с точностью до сотых.)

Ответ: _____ %.

27.5

Разбавлением водой приготовлен 1 кг 6%-ной уксусной кислоты из 70%-ной (плотностью 1,068 г/мл). Вычислите объём (мл) исходного раствора кислоты. (Запишите число с точностью до сотых.)

Ответ: _____ мл.

27.6

Вычислите объём (мл) воды, в котором надо растворить 70 г кристаллогидрата $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ для приготовления 12%-ного раствора. (Запишите число с точностью до целых.)

Ответ: _____ мл.

27.7

Вычислите массовую долю хлорида калия в растворе, полученном после добавления 50 г воды и 12 г той же соли, что и в растворе, к 250 г 10%-ного раствора соли. (Запишите число с точностью до сотых.)

Ответ: _____ %.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35



2 минуты



базовый



1 балл

Задание № 28 направлено на проверку умения производить расчёты по термохимическим уравнениям.

Задание состоит из расчётной задачи на тепловой эффект химической реакции с описанием химического процесса. Чтобы выполнить задание, необходимо провести математические

расчёты. В ответе надо записать число, соблюдая при этом указанную степень точности. Единицы измерения физических величин в бланке ответов указывать не нужно.



Для успешного выполнения задания нужно знать формулы расчёта:

- массы;
- объёма вещества по известному количеству вещества.



План выполнения

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Данные из условия задачи напишите над уравнением реакции. Искомую величину запишите как x .
3. Под формулой вещества запишите соотношение величин согласно коэффициентам (соблюдайте соразмерность физических единиц измерения).
4. Составьте пропорцию и вычислите искомую величину x .
5. Запишите результат с определённой точностью округления, которая указывается в условии задачи.
6. Проанализируйте условие задачи и запишите полученное число в бланк ответов № 1.



Расчёт по термохимическому уравнению ничем не отличается от расчёта по обычному уравнению реакции: над реакцией указывайте данные в условии задачи и искомую величину (её обозначьте через x), под реакцией — их соотношение согласно коэффициентам (соблюдайте соразмерность физических единиц измерения).



ПОМНИТЕ! Тепловой эффект химической реакции — теплота, выделенная или поглощённая термодинамической системой при протекании в ней химической реакции, это именно та цифра, которая записывается в термохимическое уравнение реакции.



При решении задачи нужно:

- записать термохимическое уравнение химической реакции;
- начать решение с записи краткого условия над уравнением химической реакции;
- уметь вычислить массу и объём по соответствующим формулам;
- составить и решить пропорцию;
- уметь выполнить математические действия на калькуляторе.



Задание

Сколько теплоты выделится при растворении 20 г оксида меди(II) (CuO) в серной кислоте, если термохимическое уравнение реакции: $\text{CuO} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O} + 69,8 \text{ кДж}$? (Запишите число с точностью до сотых.)

Ответ: 17,45 кДж.

Пояснение:

Выпишем уравнение реакции. Над оксидом меди(II) в уравнении реакции запишем 20 г (данные по условию задачи), над значением количества теплоты поставим x :



Далее для оксида меди(II) находим массу по известному количеству вещества (это коэффициент перед оксидом меди(II) в уравнении реакции, равен 1) и молярной массе: $M(\text{CuO}) = 80 \text{ г/моль}$:

$$m(\text{CuO}) = 1 \cdot 80 = 80 \text{ (г)}.$$

Составим пропорцию: $\frac{20}{80} = \frac{x}{69,8}$.

Решим пропорцию: $x = 17,45$.

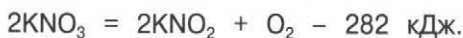
Запишем ответ: 17,45 кДж.



ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

28.1

При термическом разложении нитрата калия выделилось 4,48 л (н. у.) газа. Уравнение реакции имеет вид:



Вычислите количество теплоты, необходимое для прохождения реакции. (Запишите число с точностью до сотых.)

Ответ: _____ кДж.

28.2

В результате реакции, термохимическое уравнение которой

$$4\text{FeS}_2 (\text{тв.}) + 11\text{O}_2 (\text{г}) = 8\text{SO}_2 (\text{г}) + 2\text{Fe}_2\text{O}_3 (\text{тв.}) + 3310 \text{ кДж},$$

выделилось 1655 кДж теплоты. Определите объём (л) выделившегося оксида серы(IV) (н. у.). (Запишите число с точностью до десятых.)

Ответ: _____ л.

28.3

В результате реакции, термохимическое уравнение которой

$$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 (\text{тв.}) + 6\text{O}_2 (\text{г}) = 6\text{CO}_2 (\text{г}) + 6\text{H}_2\text{O} (\text{г}) + 2806 \text{ кДж},$$

выделилось 280,6 кДж теплоты. Вычислите массу глюкозы, которая подверглась окислению в результате этой реакции. (Запишите число с точностью до сотых.)

Ответ: _____ г.

28.4

Вычислите количество теплоты, которое потребуется для получения 12,5 г железа согласно уравнению реакции



(Запишите число с точностью до десятых.)

Ответ: _____ кДж.

28.5

Определите количество теплоты, которое выделится при образовании 1,2 моль MgO в результате реакции горения магния, с помощью термохимического уравнения:

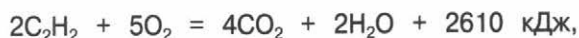


(Запишите число с точностью до сотых.)

Ответ: _____ кДж.

28.6

В результате реакции, термохимическое уравнение которой



выделилось 652,5 кДж теплоты. Определите количество вещества сгоревшего ацетилена. (Запишите число с точностью до десятых.)

Ответ: _____ моль.

Расчёты массы вещества или объёма газов



2 минуты



базовый



1 балл

Задание № 29 направлено на проверку понимания понятия «избыток», умения вычислять массу, объём или количество вещества по известному количеству вещества, массе или объёму одного из участвующих в реакции веществ, умения составлять уравнения химических реакций и решать пропорции.

Задание состоит из расчётной задачи с описанием простейшего химического процесса. Чтобы выполнить задание, необходимо провести математические расчёты. В ответе

надо записать число, соблюдая при этом указанную степень точности. Единицы измерения физических величин в бланке ответов указывать не нужно.



Для успешного выполнения задания нужно знать формулы расчёта:

- массы;
- объёма вещества по известному количеству вещества и наоборот.



План выполнения

1. Внимательно прочитайте задание.
2. Составьте уравнение химической реакции согласно условию задачи, расставьте коэффициенты.
3. Запишите в уравнении реакции над формулами веществ указанные в задании данные (известные и неизвестные величины), а также их соотношение согласно коэффициентам (соблюдайте соразмерность физических единиц измерения).
4. Составьте пропорцию и вычислите искомую величину x .
5. Запишите результат с определённой точностью округления, которая указывается в условии задачи.
6. Проанализируйте условие задачи и запишите полученное число в бланк ответов № 1.



При решении задачи нужно:

- записать уравнение химической реакции, предложенной в задании;
- начать решение с записи краткого условия над уравнением химической реакции;

- уметь вычислить массу, объём, количество вещества по соответствующим формулам;
- составить и решить пропорцию;
- уметь выполнить математические действия на калькуляторе.



Задание

Рассчитайте массу железной окалины, образующейся при сгорании в кислороде 7,65 г железа. (Запишите число с точностью до целых.)

Ответ: 10,56 г.

Пояснение:

Запишем уравнение химической реакции согласно условию задачи и расставим коэффициенты. Над железом в уравнении реакции запишем 7,65 г (данные по условию задачи), над формулой железной окалины поставим x г:



Далее для железа и железной окалины найдём массы по известным количествам веществ (это коэффициенты: перед железом — 3, а перед железной окалиной — 1) и молярной массе. Вычислим молярные массы веществ по таблице химических элементов, о которых идёт речь в задаче: $M(\text{Fe}) = 56$ г/моль.

Согласно молярной массе и количеству вещества по уравнению реакции найдём массу железа по формуле: $m(\text{Fe}) = n \cdot M = 3 \cdot 56 = 168$ г. $M(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 232$ г/моль.

Аналогично определим массу железной окалины: $m(\text{Fe}_3\text{O}_4) = 1 \cdot 232 = 232$ (г).

Для вычисления искомой величины составим пропорцию:

$$\frac{7,65}{168} = \frac{x}{232}$$

Решим пропорцию: $x = 10,56$ (г).

Запишем ответ: 10,56 г.



СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

Расчёты массы вещества или объёма газов по известному количеству, массе или объёму веществ

Для решения такого типа задач необходимо:

- расставить коэффициенты в уравнении реакции;
- определить количество вещества реагентов;
- рассчитать, используя соответствующие формулы, массу вещества или объём газа.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

n — количество вещества, моль	N_A — число Авогадро
m — масса, г	V — объём, л
M — молярная масса, г/моль	V_m — молярный объём = 22,4 л/моль
C — концентрация, моль/л	ρ — плотность
N — количество атомов, молекул	D — относительная плотность

Число Авогадро N_A

1 моль = $6,02 \cdot 10^{23}$ частиц/моль

Закон Авогадро

При нормальных условиях 1 моль идеального газа имеет один и тот же объём: $V_m = 22,413\ 996(39)$ л = 22,4 л.

Количество вещества n (моль)

$n = \frac{m}{M}$ (M — молярная масса; находим по таблице химических элементов Д. И. Менделеева);

$n = \frac{V}{V_m}$ (при н. у.), $V_m = 22,4$ л/моль;

$n = \frac{N}{N_A}$.

Масса вещества m (г)

$m = n \cdot M$, $m = \frac{N}{N_A} \cdot M$, $m = \frac{V}{V_m} \cdot M$, $m = C \cdot V \cdot M$.

Объём вещества V (л)

$V = n \cdot V_m$, $V = \frac{m}{M} \cdot V_m$, $V = \frac{m}{\rho}$.

Число частиц (атомов, молекул, ионов)

$N = n \cdot N_A$, $N = \frac{m}{M} \cdot N_A$, $N = \frac{V}{V_m} \cdot N_A$.

Молярный объём

$V_m = \frac{V}{n}$, $V_m = \frac{V \cdot M}{m}$, $V_m = \frac{M}{\rho}$.

Для расчётов очень важно выбрать соответствующие друг другу единицы измерения массы, объёма и количества веществ. С этой целью можно воспользоваться таблицей.

СООТНОШЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ЕДИНИЦ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН

Единица измерения	Наиболее часто используемые единицы измерения	В 1000 раз большая	В 1000 раз меньшая
Масса	г	кг	мг
Количество вещества	моль	кмоль	ммоль
Молярная масса	г/моль	кг/кмоль	мг/ммоль
Объём	л	м ³	мл
Молярный объём	л/моль	м ³ /кмоль	мл/ммоль
Число частиц	$6 \cdot 10^{23}$ (число Авогадро)	$6 \cdot 10^{26}$	$6 \cdot 10^{20}$



- Если по условию задачи в реакцию вступают вещества, содержащие примеси, то сначала надо определить массу чистого вещества, а затем рассчитать его количество.
- Если в задаче речь идёт о растворе, то сначала вычисляют массу растворённого вещества, которое затем переводят в количество вещества.



ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

29.1

Рассчитайте объём водорода (н. у.), который потребуется для взаимодействия с 48 г оксида железа(III). (Запишите число с точностью до десятых.)

Ответ: _____ г.

29.2

Вычислите массу кислорода (в граммах), необходимого для полного сжигания 3,36 л (н. у.) сероводорода. (Запишите число с точностью до десятых.)

Ответ: _____ г.

29.3

Рассчитайте массу хлорной кислоты (в граммах), необходимую для полной нейтрализации раствора, содержащего 3,7 г гидроксида кальция. (Запишите число с точностью до сотых.)

Ответ: _____ г.

29.4

Какая масса оксида кальция получится при разложении 250 г карбоната кальция, содержащего 20 % примесей? (Запишите число с точностью до сотых.)

Ответ: _____ г.

Окислительно-восстановительные реакции



10—15 минут



высокий



2 балла

Задание № 30 направлено на проверку умения определять степень окисления химических элементов, окислитель и восстановитель; прогнозировать продукты окислительно-восстановительных реакций, в том числе с учётом характера среды; составлять окислительно-восстановительное уравнение реакции, а также электронный баланс и на его основе расставлять коэффициенты в уравнении реакции.

Задание содержит формулировку и перечень названий веществ, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция. Надо записать развёрнутый ответ: окисли-

тельно-восстановительное уравнение реакции, составить электронный (или электронно-ионный) баланс, указать окислитель и восстановитель.



Для успешного выполнения задания нужно знать:

- правила определения степеней окисления атомов;
- важнейшие окислители и восстановители, а также то, что процесс окисления всегда сопровождается процессом восстановления;
- окислительно-восстановительную двойственность некоторых элементов;
- типы окислительно-восстановительной реакции: межмолекулярная, внутримолекулярная, реакция диспропорционирования (самоокисления-самовосстановления).



План выполнения

1. Внимательно прочитайте задание. Запишите номер задания в бланк ответов № 2.
2. На черновике составьте формулы веществ, указанных в задании и способных проявлять окислительно-восстановительные свойства.
3. Определите степень окисления химических элементов в выписанных веществах.
4. Установите, в каких веществах элементы находятся в минимальной, максимальной или промежуточной степени окисления,

и на основании этого определите, какое из указанных в задании веществ может проявлять окислительные, а какое — восстановительные свойства.

5. Составьте окислительно-восстановительное уравнение реакции с выбранными веществами, определяя продукты реакции согласно выбранным веществам.

6. Составьте электронный баланс и на его основе расставьте коэффициенты в уравнении реакции.

7. Укажите окислитель и восстановитель.

8. Подведите баланс элементов в левой и правой части уравнения, при этом в первую очередь надо уравнивать металлы, далее неметаллы, в предпоследнюю очередь — водород и последним — кислород.

9. Внимательно проверьте написанное на черновике уравнение окислительно-восстановительной реакции и перепишите ответ в бланк ответов № 2.



ПОМНИТЕ! В простых веществах степень окисления элементов равна нулю, высшая (максимальная) степень окисления элементов II—VII групп, как правило, равна номеру группы, в которой находится элемент в периодической таблице, низшая (минимальная) степень окисления металлов равна нулю и т. д.



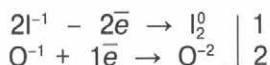
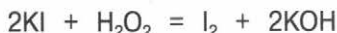
Задание

Для выполнения задания используйте следующий перечень веществ:

йодид калия, нитрат бария, сульфат бария, карбонат натрия, пероксид водорода. Допустимо использование водных растворов веществ.

Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция. В ответе запишите уравнение только одной из возможных реакций. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

Вариант ответа:



KI — восстановитель, за счёт иода в степени окисления -1 (I^{-1}).

H_2O_2 — окислитель, за счёт кислорода в степени окисления -1 (O^{-1}).

Пояснение:

Определим степени окисления элементов в соединениях: $\text{K}^{+1}\text{I}^{-1}$, $\text{Ba}^{+2}(\text{N}^{+5}\text{O}_3^{-2})_2$, $\text{Ba}^{+2}\text{S}^{+6}\text{O}_4^{-2}$, $\text{Na}_2^{+1}\text{C}^{+4}\text{O}_3^{-2}$, $\text{H}_2^{+1}\text{O}_2^{-1}$.

В указанных веществах:

- иод находится в минимальной степени окисления, значит, может выступать в реакциях в роли восстановителя;
- азот, сера, кислород в соединениях находятся в максимальных (высших) степенях окисления, значит, могут быть окислителями;
- кислород в перекиси водорода находится в промежуточной степени окисления, значит, может выступать в роли и окислителя, и восстановителя.

Из предложенных веществ для окислительно-восстановительной реакции возьмём иодид калия и перекись водорода (один элемент в минимальной, другой в промежуточной степени окисления), так как азот, сера и углерод в предложенных в задании солях не проявляют сильных окислительных свойств. Составим схему реакции с учётом изменения степеней окисления и определим продукты реакции:

- иодид-ион может дать простое вещество;
- перекись водорода в роли окислителя даёт воду или гидроксид-ион.

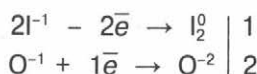
С учётом этого соберём уравнение реакции:



Определим степени окисления каждого элемента в веществах и на основании этого составим электронный баланс:



Электронный баланс:



KI — восстановитель, за счёт иода в степени окисления -1 (I^{-1}).

H_2O_2 — окислитель, за счёт кислорода в степени окисления -1 (O^{-1}).

Расставим коэффициенты в уравнении реакции согласно электронному балансу: $2\text{KI} + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{I}_2 + 2\text{KOH}$.

Проверим количество атомов кислорода до и после реакции: равное. Значит, уравнение реакции составлено верно, и можно записать ответ.

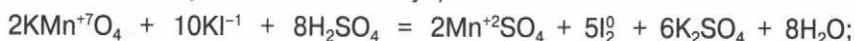


СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

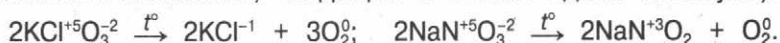
Для выполнения задания можно воспользоваться теоретическим материалом к заданию № 21.

Типы окислительно-восстановительных реакций

Межмолекулярные (атомы элементов окислителя и восстановителя входят в состав различных молекул):



Внутримолекулярные (окислителем и восстановителем являются атомы различных элементов, входящие в состав одной молекулы):



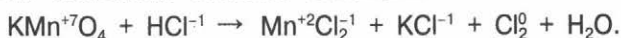
Реакции **самоокисления-самовосстановления**, или **диспропорционирования** (окислителем и восстановителем являются атомы одного и того же элемента):



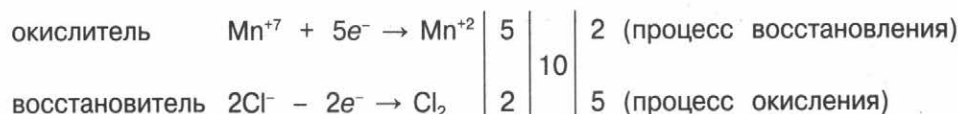
Расстановку коэффициентов в окислительно-восстановительной реакции можно осуществить методом электронного баланса.

Правила расстановки коэффициентов методом электронного баланса

1. Записывают уравнение химической реакции. Определяют элементы, атомы которых изменили степени окисления:



2. Записывают уравнения электронного баланса, определив число отданных и принятых электронов. Указывают окислитель и восстановитель, процесс окисления и восстановления.



3. Для установления электронного баланса число электронов умножают на наименьшие множители (соответственно на 5 и 2 в приведённом выше примере).



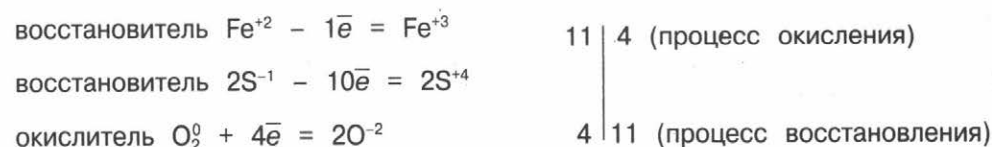
ВНИМАНИЕ!

Число электронов, отданных восстановителем, равно числу электронов, принятых окислителем.

4. Полученные коэффициенты переносят в уравнение реакции:



5. Если окисляемое вещество содержит два восстановителя, определяют общее число отданных электронов.



Особенности некоторых окислителей и восстановителей

Кислородсодержащие соли и кислоты хлора в реакциях с восстановителями обычно переходят в хлориды: $5\text{KClO}_3 + 6\text{P} = 3\text{P}_2\text{O}_5 + 5\text{KCl}$.

Если в реакции участвуют вещества, в которых один и тот же элемент имеет отрицательную и положительную степени окисления, — они встречаются в нулевой степени окисления (выделяется простое вещество): $2\text{H}_2\text{S}^{-2} + \text{S}^{+4}\text{O}_2 = 3\text{S}^0 + 2\text{H}_2\text{O}$.

Если один из реагентов типичный окислитель или восстановитель, второй будет «подстраиваться» под него, либо отдавая электроны окислителю, либо принимая их у восстановителя.

Пероксид водорода — вещество с **двойственной природой**: в роли окислителя (которая для него более характерна) переходит в воду, будучи восстановителем — в свободный газообразный кислород.



При определении продуктов реакции следует учитывать следующее.

- Продукты реакции не должны взаимодействовать с исходными веществами и со средой, в которой проводится реакция:

- ▲ в кислой среде не получатся оксид металла, основание, аммиак;

- ▲ в щелочной среде не получится кислота или кислотный оксид;

- ▲ в водном растворе не выпадет в осадок натрия или другой щелочной или щёлочноземельный металл.

- Продукты реакции не должны взаимодействовать между собой: в пробирке не могут одновременно получиться FeCl_2 и KOH , Cl_2 и NaI .



ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

30.1

Для выполнения задания используйте следующий перечень веществ:

иодид калия, сульфат натрия, гидроксид железа(II), иодоводородная кислота, гидроксид железа(III). Допустимо использование водных растворов веществ.

Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция. В ответе запишите уравнение только одной из возможных реакций. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

30.2

Для выполнения задания используйте следующий перечень веществ:

фосфор, вода, хлорная кислота, гидрокарбонат натрия, карбонат бария. Допустимо использование водных растворов веществ.

30

Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция. В ответе запишите уравнение только одной из возможных реакций. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

30.3

Для выполнения задания используйте следующий перечень веществ:

сульфат железа(II), перманганат калия, серная кислота, хлорид меди(II), гидроксид железа(III). Допустимо использование водных растворов веществ.

Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция. В ответе запишите уравнение только одной из возможных реакций. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

30.4

Для выполнения задания используйте следующий перечень веществ:

гидроксид натрия, хлорат натрия, гидрофосфат аммония, сульфат стронция, фосфин. Допустимо использование водных растворов веществ.

Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция. В ответе запишите уравнение только одной из возможных реакций. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

30.5

Для выполнения задания используйте следующий перечень веществ:

перманганат калия, сульфит натрия, гидрокарбонат калия, сульфат бария, гидроксид калия. Допустимо использование водных растворов веществ.

Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна окислительно-восстановительная реакция. В ответе запишите уравнение только одной из возможных реакций. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.



10—15 минут



высокий



2 балла

Задание № 31 направлено на проверку умения составлять молекулярное уравнение реакции обмена, записывать для него полное и сокращённое ионно-молекулярные уравнения.

Задание состоит из формулировки, перечня названий веществ, между которыми возможна реакция ионного обмена. Надо записать развёрнутый

ответ: молекулярное уравнение реакции, полное и сокращённое ионно-молекулярные уравнения.



Для успешного выполнения задания нужно:

- знать сильные и слабые электролиты;
- знать, что растворимые в воде вещества существуют в виде ионов;
- знать, что степень окисления иона записывается следующим образом: сначала число, а затем знак «+» или «-»;
- знать, что в виде ионов записываются только сильные, хорошо растворимые в воде электролиты;
- знать вещества, которые дают газообразные продукты;
- определять, какие из предложенных в задании веществ могут существовать в растворе в виде ионов, а какие нет, то есть будут соединяться с образованием продукта реакции в виде нерастворимого в воде осадка, газообразного или малодиссоциирующего вещества;
- определять признаки химических реакций.



План выполнения

1. Внимательно прочитайте задание. Запишите номер задания в бланк ответов № 2.
2. Выберите вещества, вступающие в обменное взаимодействие друг с другом.
3. Запишите на черновике молекулярное уравнение и расставьте коэффициенты.
4. Определите, используя таблицу растворимости, растворимость веществ, участвующих в реакции.

5. Составьте полное ионно-молекулярное уравнение, в котором учитывайте результат диссоциации и исходных веществ, и продуктов реакции обмена.
6. Проверьте правильность написания реакции: сложите все коэффициенты в правой и левой части, найдя суммарный коэффициент реакции; если суммы равны, значит, уравнение написано верно.
7. Приведите подобные, то есть сократите одинаковые ионы до и после знака равенства в полном ионно-молекулярном уравнении для получения сокращённой (краткой) ионно-молекулярной формы.
8. Проверьте коэффициенты, они должны быть минимальными, а суммы зарядов в левой и правой части уравнения — одинаковыми. Подсчитайте суммарный коэффициент в сокращённой форме.
9. Внимательно прочитайте задание ещё раз, проверьте правильность написанных формул ионов и молекул и запишите ответ в бланк № 2.



ПОМНИТЕ! В виде ионов записываются все растворимые соединения. Формулы нерастворимых веществ, газов, оксидов, воды записывают в молекулярном виде. Сокращённая (краткая) ионная форма отражает суть химической реакции.



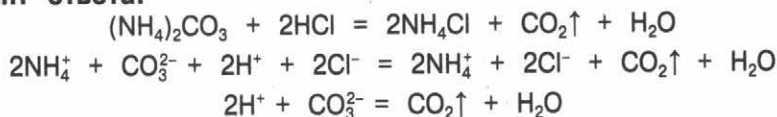
Задание

Для выполнения задания используйте следующий перечень веществ:

хлорид хрома(II), бихромат натрия, соляная кислота, карбонат аммония, сульфат бария. Допустимо использование водных растворов веществ.

Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна реакция ионного обмена. В ответе запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения этой реакции.

Вариант ответа:



Пояснение:

По таблице растворимости определим растворимость указанных веществ в воде. Все вещества, кроме сульфата бария, растворимы в воде. Следовательно, в растворе есть ионы натрия, аммония, водорода, а также хлорид-, бихромат-, карбонат-ионы. Из перечисленных ионов ионы водорода и карбонат-ионы могут при взаимодействии друг с другом образовать газообразный продукт и воду. Поэтому для реакции возьмём соляную кислоту и карбонат аммония.

Составим молекулярное уравнение реакции ионного обмена:

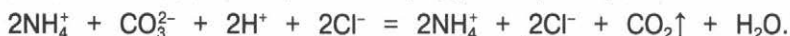


(р)

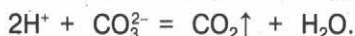
(р)

(р)

Составим полное ионно-молекулярное уравнение реакции с учётом диссоциации исходных веществ и продуктов реакции:



Приведём подобные, сократив одинаковые ионы до и после знака равенства в полном ионно-молекулярном уравнении реакции, и запишем сокращённое ионно-молекулярное уравнение:



Проверим правильность написания формул молекул и ионов и запишем ответ.



СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

Для выполнения задания можно воспользоваться теоретическим материалом к заданию № 7.

При составлении уравнений реакций ионного обмена в виде ионов записывают только формулы:

- сильных кислот (HI, HBr, HCl, H₂SO₄, HNO₃, HClO₄) (список сильных кислот надо знать!);
- сильных оснований (гидроксиды щелочных и щёлочноземельных металлов);
- растворимых солей.

В молекулярном виде записывают формулы:

- воды;
- слабых кислот (H₂S, HF, HCN, H₂SiO₃, CH₃COOH) и всех органических кислот;
- слабых оснований (нерастворимых в воде оснований);
- малорастворимых солей (↓) («М» или «Н» в таблице растворимости);
- оксидов;
- других веществ, не являющихся электролитами.

①

Вместо формулы в уравнениях реакций записываем:



①

• Для протекания реакции «соль + соль» помимо базовых требований (осадок, газ) есть ещё одно — исходные соли должны быть **растворимы в воде**.

• Для протекания реакции «соль + основание» помимо базовых требований (осадок, газ, вода) есть ещё одно — исходные вещества должны быть **растворимы в воде**.



При написании ионных уравнений следует обязательно руководствоваться таблицей растворимости кислот, оснований и солей в воде, то есть обязательно проверять растворимость реагентов и продуктов, отмечая это в уравнениях.



ПОМНИТЕ! В кратком ионном уравнении коэффициенты должны быть минимальными, то есть сокращёнными.



ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

31.1

Для выполнения задания используйте следующий перечень веществ:

нитрат лития, бромноватая кислота, ортофосфорная кислота, сульфат натрия, фосфор красный. Допустимо использование водных растворов.

Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна реакция ионного обмена. В ответе запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения только одной из возможных реакций.

31.2

Для выполнения задания используйте следующий перечень веществ:

сульфит калия, хлорид бария, гидроксид калия, перманганат калия, оксид бария. Допустимо использование водных растворов.

Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна реакция ионного обмена. В ответе запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения только одной из возможных реакций.

31.3

Для выполнения задания используйте следующий перечень веществ:

сульфат калия, гидроксид железа(III), иодоводородная кислота, нитрат лития, карбонат калия. Допустимо использование водных растворов.

Из предложенного перечня веществ выберите вещества, между которыми возможна реакция ионного обмена. В ответе запишите молекулярное, полное и сокращённое ионные уравнения только одной из возможных реакций.

Взаимосвязь различных классов неорганических веществ. Реакции



10—15 минут



высокий



4 балла

Задание № 32 направлено на проверку умения составлять реакции на взаимосвязь различных классов неорганических веществ.

Задание состоит из формулировки, в которой указаны превращения веществ, подтверждающие взаимосвязь различных классов веществ, условия превращений, а также ви-

зуальные эффекты реакций. В ответе надо написать четыре уравнения реакций, которые отражают последовательность химических превращений, приведённых в задании.



Для успешного выполнения задания нужно знать:

- характерные химические свойства простых веществ — металлов: щелочных, щёлочноземельных, магния, алюминия; переходных металлов (медь, цинк, хром, железо);
- характерные химические свойства простых веществ — неметаллов: водорода, галогенов, кислорода, серы, азота, фосфора, углерода, кремния;
- характерные химические свойства оксидов: основных, амфотерных, кислотных; оснований и амфотерных гидроксидов; кислот;
- характерные химические свойства солей: средних, кислых, основных, комплексных (на примере соединений алюминия и цинка);
- условия взаимодействия веществ друг с другом;
- физические свойства некоторых веществ.



План выполнения

1. Внимательно прочитайте задание. Запишите номер задания в бланк ответов № 2.
2. Вспомните формулы веществ, участвующих в первой реакции, и их свойства, на черновике составьте уравнение реакции взаимодействия этих веществ. Проверьте расстановку коэффициентов.

3. Определите, какие продукты составленного в пункте 2 уравнения реакции могут вступать в реакцию с добавленными в раствор веществами. Составьте следующее уравнение реакции. Проверьте расстановку коэффициентов.
4. Определите, какие продукты реакции составленного в пункте 3 уравнения могут вступать в следующее превращение. Составьте уравнение реакции и проверьте расстановку коэффициентов.
5. Определите продукты реакции в третьем уравнении и составьте уравнение реакции последнего превращения согласно условию задания. Проверьте расстановку коэффициентов.
6. Перепишите четыре уравнения реакции в бланк ответов № 2.



При выполнении задания пользуйтесь таблицей растворимости.



Задание

Железную окалину растворили в концентрированной азотной кислоте. К полученному раствору добавили раствор гидроксида натрия. Выделившийся осадок отделили и прокалили. Образовавшийся твёрдый остаток сплавляли с железом.

Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

Вариант ответа:

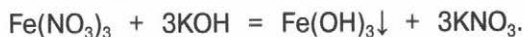
- 1) $\text{Fe}_3\text{O}_4 + 10\text{HNO}_3 = 3\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + \text{NO}_2\uparrow + 5\text{H}_2\text{O}$
- 2) $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{KOH} = \text{Fe}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{KNO}_3$
- 3) $2\text{Fe}(\text{OH})_3 = \text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ (при нагревании)
- 4) $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Fe} = 3\text{FeO}$ (при нагревании)

Пояснение:

Вспомним формулу железной окалины, а также специфические свойства азотной кислоты и составим уравнение реакции взаимодействия этих веществ:



Из первого уравнения реакции выясним, что в растворе находится нитрат железа, а диоксид азота выделился в виде бурого газа. Поэтому при добавлении гидроксида калия взаимодействие происходит с нитратом железа(III), при этом образуется осадок бурого цвета — гидроксид железа(III):



Вспомним свойства нерастворимых оснований, а именно что они при нагревании разлагаются на оксид и воду:



Вспомним, что железо имеет две основные степени окисления: +2 и +3 — и может повышать или понижать их во время реакций. Составим уравнение реакции взаимодействия железа с оксидом железа(III):



Внимательно прочитав задание ещё раз, проверив коэффициенты в уравнении реакции, запишем четыре реакции в бланк № 2.



СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

Для выполнения задания можно воспользоваться теоретическим материалом к заданию № 10.

Термины, используемые в задании

Фильтрование — способ разделения неоднородных смесей с помощью фильтров (пористых материалов, пропускающих жидкость или газ, но задерживающих твёрдые вещества). При разделении смесей, содержащих жидкую фазу, на фильтре остаётся твёрдое вещество, через фильтр проходит **фильтрат**.

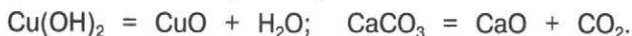
Выпаривание — процесс концентрирования растворов путём испарения растворителя. Иногда выпаривание проводят до получения насыщенных растворов с целью дальнейшей кристаллизации из них твёрдого вещества в виде кристаллогидрата или до полного испарения растворителя с целью получения растворённого вещества в чистом виде.

Прокаливание — нагревание вещества с целью изменения его химического состава. Прокаливание может проводиться на воздухе и в атмосфере инертного газа. При прокаливании **на воздухе**:

- кристаллогидраты теряют кристаллизационную воду:



- термически нестойкие вещества разлагаются:



Спекание, сплавление — нагревание двух и более твёрдых реагентов, приводящее к их взаимодействию. Если реагенты устойчивы к действию окислителей, то спекание можно проводить на воздухе:



Если же один из реагентов или продукт реакции могут окисляться компонентами воздуха, процесс проводят в инертной атмосфере:



Вещества, неустойчивые к действию компонентов воздуха, при температуре окисляются, реагируют с компонентами воздуха:



Обжиг — процесс термической обработки, приводящий к сгоранию вещества.

Знание характерных признаков веществ (цвет, запах, агрегатное состояние) послужит подсказкой или проверкой правильности выполненных действий. Ниже представлены наиболее характерные признаки газов, растворов, твёрдых веществ.

Признаки газов

Окрашенные: Cl_2 — жёлто-зелёный; NO_2 — бурый; O_3 — голубой (все имеют запахи). Все ядовиты, растворяются в воде, Cl_2 и NO_2 реагируют с ней.

Бесцветные без запаха: H_2 , N_2 , O_2 , CO_2 , CO (яд), NO (яд), инертные газы. Все плохо растворимы в воде.

Бесцветные с запахом: HF , HCl , HBr , HI , SO_2 (резкие запахи), NH_3 (нашатырного спирта) — хорошо растворимы в воде и ядовиты, PH_3 (чесночный), H_2S (тухлых яиц) — малорастворимы в воде, ядовиты.

Окрашенные растворы

Жёлтые: хроматы (например, K_2CrO_4), растворы солей железа(III) (например, FeCl_3).

Оранжевые: бромная вода, спиртовые и спиртово-водные растворы иода (в зависимости от концентрации от **жёлтого** до **бурого**), дихроматы (например, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$).

Зелёные: гидроксокомплексы хрома(III) (например, $\text{K}_3[\text{Cr}(\text{OH})_6]$), соли никеля(II) (например, NiSO_4), манганаты (например, K_2MnO_4).

Голубые: соли меди(II) (например, CuSO_4).

От розового до фиолетового: перманганаты (например, KMnO_4).

От зелёного до синего: соли хрома(III) (например, CrCl_3).

Окрашенные осадки

Жёлтые: AgBr , AgI , Ag_3PO_4 , BaCrO_4 , PbI_2 , CdS .

Бурые: $\text{Fe}(\text{OH})_3$, MnO_2 .

Чёрные, чёрно-бурые: сульфиды меди, серебра, железа, свинца.

Синие: $\text{Cu}(\text{OH})_2$, $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.

Зелёные: $\text{Cr}(\text{OH})_3$ — серо-зелёный, $\text{Fe}(\text{OH})_2$ — грязно-зелёный, буреет на воздухе.

Другие окрашенные вещества

Жёлтые: сера, золото, хроматы.

Оранжевые: оксид меди(I) Cu_2O , дихроматы.

Красные: бром (жидкость), медь (аморфная), фосфор красный, Fe_2O_3 , CrO_3 .

Чёрные: CuO , FeO , CrO .

Серые с металлическим блеском: графит, кристаллический кремний, кристаллический иод (при возгонке — **фиолетовые** пары), большинство металлов.

Зелёные: Cr_2O_3 , малахит $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$, Mn_2O_7 (жидкость).



При решении задания для большей наглядности можно составлять схемы превращений или последовательность получаемых веществ.

Для того чтобы решать такие задачи, надо чётко знать не только характерные свойства металлов, неметаллов и их соединений: оксидов, гидроксидов, солей, но и специфические. Необходимо знать свойства азотной и серной кислоты, перманганата и дихромата калия, окислительно-восстановительные свойства различных соединений, электролиз растворов и расплавов различных веществ, реакции разложения соединений разных классов, амфотерность, гидролиз солей.



ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

32.1

Иодоводородную кислоту нейтрализовали гидрокарбонатом натрия. Полученная соль прореагировала с раствором, содержащим дихромат натрия и серную кислоту. При взаимодействии образовавшегося простого вещества с алюминием получили соль. Эту соль растворили в воде и смешали с раствором сульфида натрия, в результате чего образовался осадок и выделился газ.

Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

32.2

Через горячий раствор гидроксида калия пропустили хлор. Раствор охладили, выделившиеся кристаллы бертолетовой соли отфильтровали и внесли в раствор соляной кислоты. Газообразный продукт реакции взаимодействует с железом. Образовавшееся вещество растворили в воде и в раствор внесли железный порошок.

Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

32.3

Смесь оксида азота(IV) и кислорода пропустили через раствор гидроксида калия. Полученную при этом соль высушили и прокалили. Остаток, полученный после прокаливания соли, растворили в воде и смешали с раствором иодида калия и серной кислотой. Образовавшееся в ходе этой реакции простое вещество прореагировало при нагревании с раствором гидроксида натрия.

Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

32.4

Карбид кремния(IV) сожгли в кислороде. Полученный газ пропустили при нагревании над раскалённым углём. Образовавшийся в результате газ смешали с хлором и пропустили смесь через избыток раствора гидроксида калия. Полученный раствор добавили к раствору бромида алюминия.

Напишите уравнения четырёх описанных реакций.

Взаимосвязь органических соединений. Цепочка превращений



10—15 минут



высокий



5 баллов

Задание № 33 направлено на проверку знаний, умений и навыков в области химических превращений органических веществ.

Задание состоит из схемы превращений с некоторыми неизвестными элементами X. Необходимо написать уравнения реакций, с помощью ко-

торых можно осуществить всю цепочку превращений. В ответе надо написать уравнения реакций, соответствующих условиям переходов.



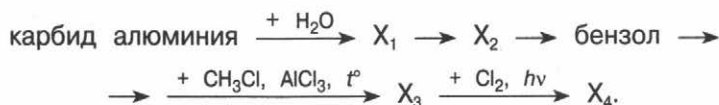
План выполнения

1. Внимательно прочитайте задание. Запишите номер задания в бланк ответов № 2.
2. Определите принадлежность заданных веществ к тем или иным классам органических соединений.
3. Вспомните особенности строения указанных органических соединений (наличие кратных связей, функциональных групп, заместителей); химические свойства классов этих органических веществ; основные правила взаимодействия органических веществ (Марковникова, Зайцева); способы получения углеводов, кислородсодержащих и азотсодержащих органических соединений.
4. Запишите на черновике уравнения химических реакций, отвечающих переходам заданной схемы превращения органических веществ.
5. Проверьте написание структурных формул органических веществ в каждом уравнении реакции, а также расстановку коэффициентов.
6. Ещё раз проверьте написанные на черновике уравнения и перепишите их в бланк ответов № 2.



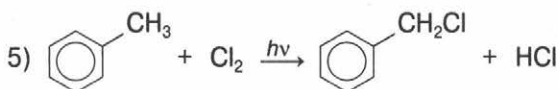
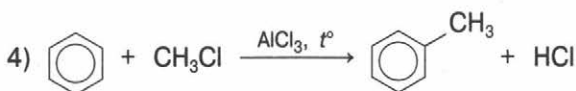
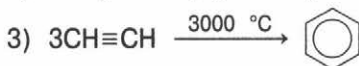
Задание

Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



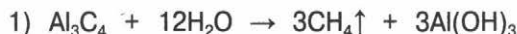
При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

Вариант ответа:



Пояснение:

Для выполнения задания составим соответствующие заданию уравнения реакций, используя структурные формулы веществ.



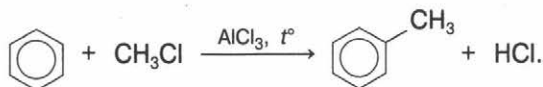
2) Далее по схеме идёт бензол. Вспомним способ получения бензола из ацетилена (реакция тримеризации). Следовательно, из метана после первого перехода получаем ацетилен, его можно получить пиролизом метана:



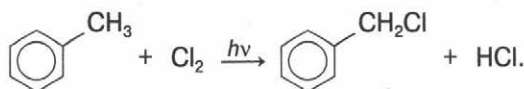
3) Реакция тримеризации ацетилена (идёт в присутствии активированного угля):



4) Далее по схеме идёт реакция алкилирования бензола. Вспомним, что это реакция получения гомологов бензола:



5) В последнем переходе на толуол действуют хлором при освещении:



хлорометилбензол



Выполняя задание, обязательно используйте структурные формулы при написании химических реакций.



СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ

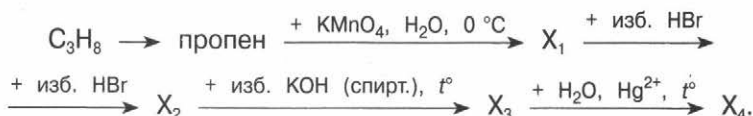
Для выполнения задания можно воспользоваться теоретическим материалом к заданию № 18.



ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

33.1

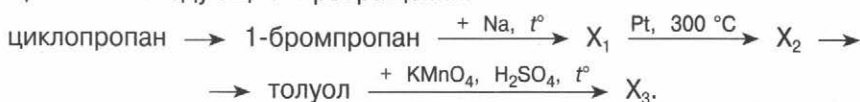
Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

33.2

Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

33.3

Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



При написании уравнений реакций используйте структурные формулы органических веществ.

Комбинированная расчётная задача



10—15 минут



высокий



4 балла

Задание № 33 направлено на проверку знаний химических свойств веществ, умения составлять уравнения химических реакций (согласно условию задачи), выполнять стехиометрические расчёты.

Задание представляет собой комбинированную расчётную задачу одного из двух типов: задача с участием растворов и задача с участием смеси веществ. В ответе надо записать: уравнение(-я) реакции(-й), заданное(-ые) по условию задачи; вычис-

ления, необходимые для определения количества вещества всех веществ, данных по условию задачи и необходимых для получения верного ответа; полученное значение в виде числа, которое отвечает на вопрос задачи.



При решении задачи надо выполнить расчёт:

- массы (объёма, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси);
- массовой доли вещества в растворе;
- массовой или объёмной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного;
- массовой доли (массы) химического соединения в смеси.



План выполнения

1. Внимательно прочитайте задачу. Запишите номер задания в бланк ответов № 2.
2. Проведите анализ-рассуждение о химических процессах, описанных в задаче, и определите, какие химические процессы действительно прошли в соответствии с химическими свойствами указанных веществ.
3. На черновике напишите уравнения реакций всех химических процессов.
4. Извлеките из текста максимум информации (например, какие соли и сколько их получится в данном растворе; все ли вещества вступили в реакцию, какие вещества остались в растворе; полностью ли прошла реакция).

5. Выполните расчёты и сформулируйте на их основе выводы:
- рассчитайте для веществ, участвующих в химических процессах, значение количества вещества, сопоставляя химические процессы с математическими расчётами;
 - переведите количество вещества в массу, объём (по необходимости);
 - вычислите массу раствора (суммируются вначале все данные по тексту задачи, а затем, если есть осадки, газы, непрореагировавшие вещества, они вычитаются с учётом написанного уравнения);
 - рассчитайте массовые доли веществ, исходя из условия задачи.
6. Внимательно проверьте написанные на черновике уравнения и вычисления, перепишите их в бланк ответов № 2.



Условия задачи разнообразны по содержанию и алгоритму выполнения, но, несмотря на то что в процессе выполнения этих заданий используются почти одни и те же понятия и формулы для расчётов, каждая задача предусматривает использование своего алгоритма решения.



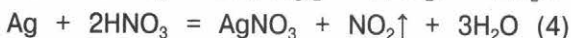
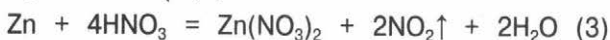
Задание

Смесь цинковых и серебряных опилок массой 20 г обработали избытком разбавленной соляной кислоты, при этом выделилось 4,48 л газа (н. у.). Какой объём 60%-ной азотной кислоты плотностью 1,05 г/мл понадобится для растворения исходной смеси?

В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (укажите единицы измерения искомых физических величин).

Вариант ответа:

Запишем уравнения реакций.



Рассчитаем количество веществ, данных по условию задачи.

$$n(\text{H}_2) = 4,48 : 22,4 = 0,2 \text{ моль}$$

$$n(\text{Zn}) = n(\text{H}_2) = 0,2 \text{ моль}$$

$$m(\text{Zn}) = 0,2 \cdot 65 = 13 \text{ (г)}$$

$$m(\text{Ag}) = m(\text{смеси}) - m(\text{Zn}) = 20 - 13 = 7 \text{ г}$$

$$n(\text{Ag}) = 7 : 108 = 0,065 \text{ моль}$$

Запишем исходную формулу расчёта объёма раствора азотной кислоты.

$$V(p\text{-pa}) = m(p\text{-pa}) (\text{HNO}_3) : \rho$$

Массу раствора азотной кислоты рассчитаем по формуле:

$$m(p\text{-pa}) (\text{HNO}_3) = m(\text{HNO}_3) : \omega(\text{HNO}_3).$$

Массу азотной кислоты, которая пошла на реакции (3) и (4), найдём как сумму.

$$m_{\text{общ.}} (\text{HNO}_3) = m_3(\text{HNO}_3) + m_4(\text{HNO}_3)$$

$$m(\text{HNO}_3) = n \cdot M(\text{HNO}_3)$$

$$M(\text{HNO}_3) = 63 \text{ г/моль}$$

Рассчитаем массу азотной кислоты, которая пошла на реакцию (3).

$$n(\text{Zn}) : n(\text{HNO}_3) = 1 : 4 \leftrightarrow n(\text{HNO}_3) = n(\text{Zn}) \cdot 4 = 0,2 \cdot 4 = 0,8 \text{ моль}$$

$$m_3(\text{HNO}_3) = 0,8 \cdot 63 = 50,4 \text{ г}$$

Рассчитаем массу азотной кислоты, которая пошла на реакцию (4).

$$n(\text{Ag}) : n(\text{HNO}_3) = 1 : 2 \leftrightarrow n(\text{HNO}_3) = n(\text{Zn}) \cdot 2 = 0,065 \cdot 2 = 0,13 \text{ моль}$$

$$m_4(\text{HNO}_3) = 0,13 \cdot 63 = 8,19 \text{ г}$$

$$m_{\text{общ.}} (\text{HNO}_3) = 50,4 + 8,19 = 58,59 \text{ г}$$

$$m(p\text{-pa}) (\text{HNO}_3) = 58,59 : 0,6 = 97,65 \text{ г}$$

$$V(p\text{-pa}) = 97,65 : 1,05 = 93 \text{ мл}$$

$$V(p\text{-pa } \text{HNO}_3) = 93 \text{ мл}$$



Обращайтесь к тексту задачи на каждом этапе решения. Решение задачи можно разбить на блоки в соответствии с баллами, выставляемыми за решённый этап задачи.

Блок 1: написать уравнения всех химических реакций, протекающих по условию задачи, — 1 балл.

Блок 2: работа с уравнениями химических реакций; используя численные данные задачи, произвести расчёты (вычислить количество вещества, определить избыток, установить, какие вещества образовались в ходе реакции, прописать, какое вещество находится в избытке, и т. д.) — 1 балл.

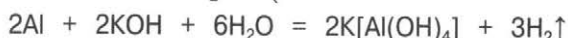
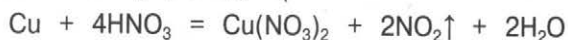
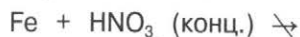
Блок 3: работа с уравнениями химических реакций; нахождение массы (объёма) искоемых веществ, вычисление массы раствора — 1 балл.

Блок 4: рассчитать в соответствии с заданными вопросами задачи необходимые значения (массовые доли веществ в растворе, смеси и т. д.) — 1 балл.



Задание

На смесь железа, алюминия и меди действовали избытком холодной концентрированной азотной кислоты. При этом часть смеси растворилась и выделилось 5,6 л газа (н. у.). Оставшуюся смесь обработали избытком раствора едкого кали. Выделилось 3,36 л газа и осталось 1,68 г нерастворившегося остатка. Определите массу и состав исходной смеси металлов. В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искоемых физических величин).

Вариант ответа:

Попытка записать все вещества в одну реакцию — одна из распространённых ошибок. Каждое взаимодействие записывается отдельным уравнением.



Холодная концентрированная азотная кислота пассивирует железо и алюминий. Реакция проходит только с медью, которая полностью вступает в реакцию, в смеси её больше нет. Оставшуюся смесь (железо и алюминий) обработали избытком раствора гидроксида калия. Из данной смеси с едким кали реагирует алюминий, а железо остаётся в виде нерастворившегося осадка.

Рассчитаем количества веществ, данных по условию задачи.

$$n(\text{NO}_2) = V : V_m = 5,6 : 22,4 = 0,25 \text{ моль}$$

$$n(\text{H}_2) = 3,36 : 22,4 = 0,15 \text{ моль}$$

На основании вычисленных количеств веществ рассчитаем массы меди и алюминия.

$$n(\text{Cu}) : n(\text{NO}_2) = 1 : 2 \leftrightarrow n(\text{Cu}) = n(\text{NO}_2) : 2 = 0,25 : 2 = 0,125 \text{ моль}$$

$$m(\text{Cu}) = n \cdot M = 0,125 \cdot 64 = 8 \text{ г}$$

$$n(\text{Al}) : n(\text{H}_2) = 2 : 3 \leftrightarrow n(\text{Al}) = 2n(\text{H}_2) : 3 = 0,15 \cdot 2 : 3 = 0,1 \text{ моль}$$

$$m(\text{Al}) = 0,1 \cdot 27 = 2,7 \text{ моль}$$

$$m(\text{Fe}) = 1,68 \text{ г}$$

Определим массу и состав исходной смеси.

$$m = m(\text{Cu}) + m(\text{Al}) + m(\text{Fe}) = 8 + 2,7 + 1,68 = 12,38 \text{ г}$$

$$\omega(\text{Cu}) = 8 : 12,38 = 0,646, \text{ или } 64,6 \%$$

$$\omega(\text{Al}) = 2,7 : 12,38 = 0,218, \text{ или } 21,8 \%$$

$$\omega(\text{Fe}) = 1,638 : 12,38 = 0,136, \text{ или } 13,6 \%$$

$$\omega(\text{Cu}) = 64,6 \%, \omega(\text{Al}) = 21,8 \%, \omega(\text{Fe}) = 13,6 \%$$



ПОМНИТЕ! Фраза «определите состав и массовые доли всех веществ в полученном растворе» подразумевает нахождение не только массовой доли образовавшихся веществ, но и веществ, которые в ходе решения определены как избыток, то есть веществ, не прореагировавших в ходе реакции и оставшихся в растворе.



Внимательно составляйте уравнения химических реакций, так как они влияют на ход решения задачи.

Записывайте необходимые формулы, не держите их в памяти.



Указывайте единицы измерения искомых величин.

В задаче на смеси одна и та же смесь может быть обработана одним реагентом, а затем эта же смесь обрабатывается другим реагентом. Поэтому данные задачи требуют понимания химических процессов, описанных в условии, и все расчёты будут связаны с цепью происходящих химических реакций.

В задаче заданное по условию вещество вступило в реакцию, требуется найти массовую долю этого же вещества в растворе. Необходимо помнить, что вещество дано в избытке и в реакцию вступило не полностью. Поэтому надо найти массовую долю оставшегося в растворе вещества.

Рациональный способ решения — максимально большее количество расчётов проводить по количеству вещества, затем переводя его в массу (объём) вещества.

Когда «собираете» массу раствора, можно схематично изобразить стакан и стрелками обозначить то, что собирается в стакан (читаем условие задачи), и то, что из стакана уходит в виде газа или осадка (опираемся на данные уравнений написанных реакций).

Запись «дано» не является элементом ответа, но составлять её желательно, чтобы понять логику задачи, не запутаться в числах и не тратить время, вновь и вновь перечитывая задачу в поисках нужных значений.



ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

34.1

10 г железа, содержащего 12 % примесей, растворили в 250 мл 15%-ного раствора соляной кислоты (плотностью 1,075 г/мл). Вычислите объём выделяющегося газа (н. у.) и массовую долю хлороводорода в полученном растворе.

В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

34.2

К 150 г 2%-ного раствора гидроксида натрия добавили 8%-ный раствор соляной кислоты, затем в эту смесь прилили 170 г 10%-ного раствора нитрата серебра до полного осаждения ионов хлора. Найдите массу образовавшегося осадка и массу раствора соляной кислоты.

В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

34.3

К 10,8 г смеси меди и железа с массовой долей меди 30 % прилили 150 г 10%-ного раствора соляной кислоты. Найдите объём выделившегося газа (н. у.) и массовую долю соли в образовавшемся растворе.

В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

Расчёты по химическим формулам и уравнениям реакций



10—15 минут



высокий



3 балла

Задание № 35 направлено на проверку знаний общих формул классов веществ, их химических свойств и особенностей строения.

Задание на определение формулы органического вещества состоит из условия задачи и трёх вопросов, уточняющих, что должно быть в ответе. В бланке надо записать вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы

органического вещества, и молекулярную формулу исходного органического вещества; структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле; уравнение реакции, заданное по условию задачи.



План выполнения

1. Внимательно прочитайте условие задания. Запишите номер задания в бланк ответов № 2.
2. На черновике установите брутто-формулу неизвестного органического вещества.
3. Найдите количества веществ по известным данным задачи и составьте их соотношение.
4. Определите молекулярную формулу органического вещества на основании соотношения.
5. Составьте структурную формулу вещества.
6. Запишите уравнение реакции, указанное в условии задачи.
7. Внимательно прочитав ещё раз условие задачи, проверьте оформление решения задачи и составленное уравнение реакции (наличие коэффициентов).
8. Перепишите решение задачи, молекулярную формулу, структурную формулу и уравнения реакций в бланк ответов № 2.



Задачи бывают нескольких видов: определение формулы вещества по массовым долям химических элементов или по общей формуле вещества; определение формулы вещества по продуктам сгорания; определение формулы вещества по химическим свойствам.



Задание

При сжигании 6,45 г органического вещества выделилось 4,48 л (н. у.) углекислого газа, 3,6 г воды и 3,65 г хлороводорода. Плотность паров вещества 2,879 г/л. Вещество реагирует со спиртовым раствором гидроксида натрия; продукт последней реакции обесцвечивает водный раствор перманганата калия.

На основании данных условия задания:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу исходного органического вещества;
- 2) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение реакции этого вещества со спиртовым раствором гидроксида натрия, используя структурную формулу вещества.

Вариант ответа:

- 1) $n(\text{CO}_2) = 4,48 : 22,4 = 0,2$ моль; $n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = 0,2$ моль
 $n(\text{H}_2\text{O}) = 3,6 : 18 = 0,2$ моль; $n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O}) = 0,2 \cdot 2 = 0,4$ моль
 $n(\text{HCl}) = 3,65 : 36,5 = 0,1$ моль; $n(\text{H}) = n(\text{HCl}) = 0,1$ моль
 $n_{\text{общ.}} = n(\text{H})_{\text{H}_2\text{O}} + n(\text{H})_{\text{HCl}} = 0,4 + 0,1 = 0,5$ моль
 $n(\text{Cl}) = n(\text{HCl}) = 0,1$ моль
 $m(\text{O}) = 6,45 - 0,2 \cdot 12 - 0,5 \cdot 1 - 0,1 \cdot 35,5 = 0$ г
 $n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{Cl}) = x : y : z = 0,2 : 0,5 : 0,1 = 2 : 5 : 1$
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$
 $M_{\text{выч.}}(\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}) = 64,5$ г/моль
 $M_{\text{ист.}}(\text{C}_x\text{H}_y\text{Cl}_z) = 22,4 \cdot 2,879 = 64,5$ г/моль
- 2) $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{Cl}$
- 3) $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{Cl} + \text{NaOH}$ (спирт.) $\rightarrow \text{CH}_2=\text{CH}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Пояснение:

Прочитайте условие задачи и установите брутто-формулу, исходя из того, что продуктами реакции являются диоксид углерода, вода и хлороводород — органическое вещество, которое имеет следующий состав: $\text{C}_x\text{H}_y\text{Cl}_z$.

- 1) Производим вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества (указывайте единицы измерения искомых физических величин).

$$\begin{aligned}n(\text{CO}_2) &= 4,48 : 22,4 = 0,2 \text{ моль; } n(\text{C}) = n(\text{CO}_2) = 0,2 \text{ моль} \\n(\text{H}_2\text{O}) &= 3,6 : 18 = 0,2 \text{ моль; } n(\text{H}) = 2n(\text{H}_2\text{O}) = 0,2 \cdot 2 = 0,4 \text{ моль} \\n(\text{HCl}) &= 3,65 : 36,5 = 0,1 \text{ моль; } n(\text{H}) = n(\text{HCl}) = 0,1 \text{ моль}\end{aligned}$$

Так как водород в продуктах сгорания содержится в двух веществах, находим общее количество водорода в исходном органическом веществе.

$$\begin{aligned}n_{\text{общ.}} &= n(\text{H})_{\text{H}_2\text{O}} + n(\text{H})_{\text{HCl}} = 0,4 + 0,1 = 0,5 \text{ моль} \\n(\text{Cl}) &= n(\text{HCl}) = 0,1 \text{ моль}\end{aligned}$$

Проверим наличие кислорода в молекуле органического вещества:

$m(O) = 6,45 - 0,2 \cdot 12 - 0,5 \cdot 1 - 0,1 \cdot 35,5 = 0$ г. Следовательно, в органическом соединении нет кислорода.

Определим молекулярную формулу вещества.

$$n(C) : n(H) : n(Cl) = x : y : z = 0,2 : 0,5 : 0,1 = 2 : 5 : 1$$

Вычисленная формула — C_2H_5Cl .

$$M_{\text{выч.}}(C_2H_5Cl) = 64,5 \text{ г/моль}$$

$$M_{\text{ист.}}(C_xH_yCl_z) = 22,4 \cdot 2,879 = 64,5 \text{ г/моль}$$

Запишем молекулярную формулу исходного органического вещества: C_2H_5Cl .

2) Составим структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле: CH_3-CH_2Cl .

3) Напишем уравнение реакции этого вещества со спиртовым раствором гидроксида натрия, используя структурную формулу вещества: $CH_3-CH_2Cl + NaOH \text{ (спирт.)} \rightarrow CH_2=CH_2 + H_2O$.



Задание

В результате сплавления органического вещества с гидроксидом натрия был получен углеводород, 2,34 г паров которого занимают объём, равный 0,672 л (н. у.). Известно, что исходное вещество относится к классу солей. В этом соединении число атомов углерода в два раза больше, чем число атомов водорода, а число атомов водорода равно числу атомов кислорода.

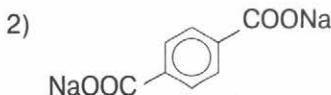
На основании данных условия задачи:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу органического вещества;
- 2) составьте структурную формулу исходного вещества, которая однозначно отражает формулу сложного эфира;
- 3) напишите уравнение реакции сплавления исходного органического вещества с гидроксидом натрия.

Вариант ответа:

$$1) \quad M = \frac{m}{n}; \quad n = \frac{V}{V_m} = 0,03 \text{ моль}; \quad M = \frac{2,34}{0,03} = 78 \text{ г/моль}$$

$$M(CH) = 13 \text{ г/моль}$$





Пояснение:

1) Произведём вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества. Для этого рассчитаем молярную массу органического вещества по формуле: $M = \frac{m}{n}$. Ко-

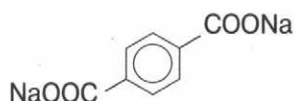
личество вещества рассчитаем через объём: $n = \frac{V}{V_m} = 0,03$ моль;

$$M = \frac{2,34}{0,03} = 78 \text{ г/моль}.$$

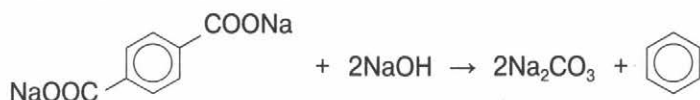
Так как вещество — углеводород, найдём молярную массу одной структурной единицы этого вещества: $M(\text{CH}) = 13$ г/моль. Масса структурной единицы в шесть раз меньше молярной массы неизвестного углеводорода; умножив все индексы на шесть, получим C_6H_6 .

Запишем молекулярную формулу исходного органического вещества, учитывая условие задания и понимая, что основа молекулы — бензольное кольцо: $\text{C}_6\text{H}_4\text{O}_4\text{Na}_2$.

2) Составим структурную формулу исходного вещества, которая однозначно отражает формулу исходного вещества.



3) Напишем уравнение реакции сплавления исходного органического вещества с гидроксидом натрия.



Задание

Некоторый углеводород содержит 11,11 % водорода по массе. Установлено, что этот углеводород может взаимодействовать с аммиачным раствором оксида серебра с образованием бурого осадка.

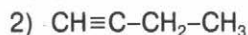
На основании данных условия задачи:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу органического вещества;
- 2) составьте структурную формулу исходного вещества, которая однозначно отражает формулу сложного эфира;
- 3) напишите уравнение реакции взаимодействия органического вещества с аммиачным раствором оксида серебра.

Вариант ответа:

$$1) M(C_nH_{2n-2}) = 14n - 2 \text{ г/моль}$$

$$0,1111 = \frac{(2n-2) \cdot 1}{14n-2}; n = 4$$

**Пояснение:**

1) Произведём вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества. Для этого установим, что неизвестное органическое вещество реагирует с аммиачным раствором оксида серебра с образованием бурого осадка. Следовательно, это вещество относится к классу алкинов. Общая формула алкинов: C_nH_{2n-2} .

Вспомним формулу массовой доли элемента в веществе и подставим все известные значения:

$$M(C_nH_{2n-2}) = 14n - 2 \text{ г/моль}; 0,1111 = \frac{(2n-2) \cdot 1}{14n-2}; n = 4.$$

Запишем молекулярную формулу органического вещества: C_4H_6 .

2) Составим структурную формулу исходного вещества, которая однозначно отражает формулу сложного эфира: $CH \equiv C-CH_2-CH_3$.

3) Напишем уравнение реакции его взаимодействия с аммиачным раствором оксида серебра:



Осуществляя подготовку к заданию, не останавливайтесь только на решении задач одного типа, обязательно проработайте все типы задач на вывод формул органических соединений. При решении задачи обязательно акцентируйте внимание на всех этапах задачи, выполняя решение по каждому элементу задания.

**СПРАВОЧНЫЙ МАТЕРИАЛ**

1. Чтобы избежать ошибок при решении задачи и заработать **первый балл**, следует:

- работая с текстом задачи, чётко определить, какой класс органических соединений предложен в задаче, и использовать общую формулу именно этого класса;
- знать химические свойства органических соединений; для того чтобы успешно преодолеть первый этап решения данного типа задач, нужно уметь записывать уравнения химических реакций в общем виде;
- сначала записать предложенную в задаче реакцию на каком-либо конкретном веществе, затем перевести её в общий вид;

- научиться расставлять коэффициенты, особое внимание при этом уделить реакциям сгорания как углеводородов, так и кислородсодержащих и азотсодержащих органических соединений.



Только при правильно написанной реакции со всеми коэффициентами выставляется 1 балл.

2. Чтобы без ошибок выполнить задание и получить **второй балл**, необходимо:

- знать основную формулу, которая используется на данном этапе, — определение количества через молярную массу (или молярный объём);
- понимать, что запись этой формулы при решении даёт возможность визуального контакта и быстрее наводит на мысль, как обработать данные задачи;
- чётко вести записи:
 - ▲ определения количества известного вещества;
 - ▲ сопоставления по уравнению и вывода количества искомого вещества;
 - ▲ расчёта молярной массы искомого вещества.

Например. Работа с общей формулой вещества и расчёт n , если известна молярная масса вещества. Если $M(C_nH_{2n+1}OH) = 46$; $12n + 2n + 1 + 16 + 1 = 46$; $14n = 28$; $n = 2$.

При расчётах нельзя допускать грубого округления: n должно получиться целым числом. В противном случае надо искать ошибку — пересмотреть общую формулу вещества, коэффициенты, пересчитать молярную массу.

3. Чтобы избежать ошибок при решении задачи и заработать **третий балл**, следует:

- при записи ответа обязательно обратиться к тексту задачи и внимательно прочитать вопрос. Варианты:
 - ▲ определить молекулярную формулу;
 - ▲ определить структурную формулу и назвать вещество;
 - ▲ написать все структурные изомеры для данного вещества и т. д.;
- записывая ответ, чётко следовать заданному вопросу;
- чётко следуя описанию химических процессов, написать уравнения химических реакций.



Обычно решение этих задач не представляет особых сложностей, однако баллы часто теряются:

- из-за некорректного оформления;
- решения не математическим путём, а методом перебора;
- неверно составленной общей формулы вещества;
- ошибки в уравнении реакции с участием вещества, записанного в общем виде;
- ошибки в написании структурной формулы и подтверждения свойств (получения) данного вещества.

Массовая доля элемента в веществе

Массовая доля элемента — это его содержание в веществе в процентах по массе. Чтобы найти массовую долю элемента в веществе, надо его массу разделить на массу всего вещества:

$$\omega(\text{э}) = \frac{Ar(\text{э})}{Mr(\text{в-ва})} \cdot 100\%, \text{ где } n — \text{ количество атомов в молекуле.}$$

Молекулярная и простейшая формула вещества

Молекулярная (истинная) **формула вещества** — формула, в которой отражается реальное число атомов каждого вида, входящих в молекулу вещества (C_6H_6 — истинная формула бензола). **Простейшая** (эмпирическая) **формула вещества** показывает соотношение атомов в веществе (для бензола соотношение: $\text{C} : \text{H} = 1 : 1$, то есть простейшая формула бензола — CH). **Молекулярная формула** может совпадать с простейшей или быть кратной ей.

Вещество	Молекулярная формула	Соотношение атомов	Простейшая формула
Этанол	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$	$\text{C} : \text{H} : \text{O} = 2 : 6 : 1$	$\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$
Бутен	C_4H_8	$\text{C} : \text{H} = 1 : 2$	CH_2
Уксусная кислота	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$	$\text{C} : \text{H} : \text{O} = 1 : 2 : 1$	CH_2O

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

Относительная плотность газа

Относительная плотность (D) — это величина, которая показывает, во сколько раз газ **X** тяжелее газа **Y**. Её рассчитывают как отношение молярных масс газов **X** и **Y**: $D_{\text{по } Y}(X) = M(X) : M(Y)$.

Часто для расчётов используют относительные плотности газов по водороду и по воздуху.

- Относительная плотность газа **X** по водороду:

$$D_{\text{по } \text{H}_2} = M_{(\text{газа } X)} : M_{(\text{H}_2)} = M_{(\text{газа } X)} : 2.$$

- Относительная плотность газа **X** по воздуху:

$$D_{\text{по возд.}} = M_{(\text{газа } X)} : 29.$$

Воздух — это смесь газов, поэтому для него можно рассчитать только среднюю молярную массу. Её величина принята за 29 г/моль, то есть $M(\text{возд.}) = 29$ г/моль.

Абсолютная плотность газа — это масса 1 л газа при нормальных условиях. Обычно для газов её измеряют в г/л: $\rho = m_{(\text{газа})} : V_{(\text{газа})}$. Если взять 1 моль газа, то тогда $\rho = M : V_m$, а молярную массу газа можно найти, умножив плотность на молярный объём, то есть $M(\text{в-ва}) = \rho \cdot V_m$.



ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

35.1

Органическое вещество А содержит 13,58 % азота, 8,80 % водорода и 31,03 % кислорода по массе и образуется при взаимодействии органического вещества Б с этанолом в молярном соотношении 1 : 1. Известно, что вещество Б имеет природное происхождение и способно взаимодействовать как с кислотами, так и со щелочами.

На основании данных условия задания:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу вещества А;
- 2) составьте структурную формулу вещества А, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение реакции получения вещества А из вещества Б и этанола.

35.2

При сгорании 4,12 г органического вещества получается 3,584 л углекислого газа (н. у.), 448 мл азота (н. у.) и 3,24 г воды. При нагревании с соляной кислотой данное вещество подвергается гидролизу, продуктами которого являются соединение состава $\text{C}_2\text{H}_6\text{NO}_2\text{Cl}$ и одноатомный спирт.

На основании данных условия задания:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу исходного органического вещества;
- 2) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение реакции гидролиза исходного вещества в присутствии соляной кислоты.

35.3

При бромировании 4,4 г алкана получено 12,3 г монобромпроизводного этого алкана.

На основании данных условия задания:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу исходного органического вещества;
- 2) составьте структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение реакции бромирования полученного алкана.

Ответы

1.1 1, 4.

Пояснение:

Подобную электронную формулу внешнего энергетического уровня в возбуждённом состоянии могут иметь элементы шестой группы — это сера и селен, так как, во-первых, собирая верхние индексы s -, p - и d -подуровней ($1 + 3 + 2$), мы получаем цифру 6 — это и есть номер группы, во-вторых, мы видим результат распаривания электронов с внешнего s -, p -подуровней на предвнешний d -подуровень, который подтверждает (или указывает), что это не d -элемент.

1.2 4, 5.

Пояснение:

Валентные электроны находятся на внешнем уровне для элементов главных подгрупп и на внешнем и предвнешнем уровнях для элементов побочных подгрупп. Находим в таблице химических элементов, что сера — элемент VI группы главной подгруппы, следовательно, имеет шесть валентных электронов на внешнем уровне, то есть один ответ есть — это 5. Второй ответ находим, вспоминая, что хром — это элемент шестой группы побочной подгруппы, имеет шесть неспаренных электронов — один на внешнем уровне (элемент-исключение, происходит проскок электрона с внешнего на предвнешний уровень) и пять электронов на предвнешнем уровне, то есть в общем шесть неспаренных валентных электронов (ответ 4).

1.3 1, 2.

1.5 1, 3.

1.4 1, 5.

1.6 1, 3.

2.1 1, 3, 5.

2.4 2, 4, 5.

2.2 5, 3, 1.

2.5 4, 1, 5.

2.3 2, 5, 1.

2.6 1, 5, 2.

2.7 2, 1, 5.

Пояснение:

Четыре элемента (C, B, F, N) находятся во втором периоде. CO_2 (1) (степень окисления углерода в оксиде — +4). B_2O_3 (2) (степень окисления бора в оксиде — +3). OF_2 (3) (степень окисления кислорода во фториде — +2). N_2O_5 (5) (степень окисления азота в оксиде — +5).



Элемент фтор не образует оксида, так как фтор является окислителем кислорода, а не наоборот, поэтому применять название «оксид фтора» к соединению OF_2 неверно. Соединение OF_2 называется фторидом кислорода(II).

Бор, углерод и азот — элементы второго периода в порядке возрастания высшей степени окисления в оксиде.

3.1 2, 3.

Пояснение:

Элемент магний (1) (II группа, главная подгруппа) имеет всегда постоянную степень окисления в соединениях, равную +2. Элемент хлор (2) (VII группа, главная подгруппа) имеет несколько степеней окисления в соединениях: -1; +1; +3; +5; +7. Элемент азот (3) (V группа, главная подгруппа) проявляет несколько степеней окисления в соединениях: -3; +1; +3; +4; +5. Элемент кремний (4) (IV группа, главная подгруппа) может проявлять в соединениях следующие степени окисления: -4; +2; +4. Элемент гелий (5) (VIII группа, главная подгруппа) проявляет степень окисления, равную 0.

3.2 4, 5.

Пояснение:

Продукты сгорания указанных элементов имеют формулы: Li_2O^{-2} (1) — степень окисления кислорода в оксиде — -2; Ne (2) и Ar (3) — инертные газы и с кислородом не взаимодействуют; $\text{Cs}_2\text{O}_2^{-1}$ (4) — степень окисления кислорода в пероксиде цезия — -1; $\text{Na}_2\text{O}_2^{-1}$ (5) — степень окисления кислорода в пероксиде натрия — -1.

3.3 1, 3.

3.5 1, 5.

3.4 3, 5.

3.6 2, 4.

4.1 1, 5.

4.3 2, 3.

4.2 2, 3.

4.4 2, 3.

5.1

A	Б	В
2	4	1

Пояснение:

А) NO — несолеобразующий оксид (2), так как неметалл в составе оксида находится в степени окисления +2. Б) $\text{H}_2[\text{SiF}_6]$ — кислота (4), поскольку состоит из катионов водорода и ионов кислотного остатка. В) NH_4HSO_4 — кислая соль (1), так как в состав вещества входит катион аммония и кислотный остаток с катионом водорода.

5.2

A	Б	В
4	2	3

Пояснение:

А) $(\text{CuOH})_2\text{CO}_3$ — основная соль (4), так как в состав входит ион металла, гидроксогруппа и ион кислотного остатка. Б) P_2O_3 — кислотный оксид (2), поскольку состоит из двух элементов, один из которых кислород, второй — неметалл в степени окисления больше +2. В) $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ — средняя соль (3), так как отвечает составу: катион аммония и анион кислотного остатка.

5.3

A	Б	В
4	2	4

Пояснение:

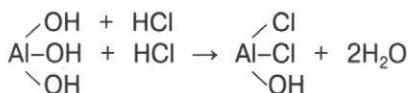
А) $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ — средняя соль (4), так как состоит из катиона металла и аниона кислотного остатка. Б) CrO_3 — кислотный оксид (2); во-первых, это оксид, поскольку состоит из двух элементов, один из которых кислород, во-вторых, кислотный оксид, так как хром в оксиде находится в степени окисления +6. В) $\text{Ca}(\text{ClO}_4)_2$ — средняя соль (4), поскольку состоит из катиона металла и аниона кислотного остатка.

5.4

A	Б	В
3	4	2

Пояснение:

А) $\text{K}[\text{Al}(\text{OH})_4]$ — комплексная соль (3), так как содержит сложный анион. Б) $\text{Al}(\text{OH})\text{Cl}_2$ — основная соль (4), поскольку содержит гидроксид-ион и является продуктом неполного замещения групп OH^- в гидроксиде алюминия $\text{Al}(\text{OH})_3$ на хлорид-анион.



В) H_2SO_4 — кислородсодержащая кислота, или гидроксид (2), так как в молекуле есть гидроксогруппа, соединённая с элементом, образу-

ющим кислоту (сера). Составим структурную формулу соединения, которая покажет наличие функциональных групп в молекуле.



5.5

А	Б	В
3	1	2

Пояснение:

А) NH_4Cl — технический хлорид аммония (хлористый аммоний, техническое название — нашатырь **(3)**). Б) NaHCO_3 — названия: питьевая сода, пищевая сода **(1)**, бикарбонат натрия, натрий двууглекислый — кислая соль угольной кислоты и натрия. В) Fe_3O_4 — железная окалина **(2)**; термин применяется к окислам не всех металлов, а только железа и меди. Данный минерал ещё называется «магнитный железняк».

5.6

А	Б	В
4	3	1

Пояснение:

А) NaOH — названия вещества «каустическая сода» **(4)**, «едкая щёлочь» обусловлены его свойством разъедать кожу, вызывая сильные ожоги, а также бумагу, ткани и другие органические вещества. Б) CaO — негашёная известь **(3)**, вещество энергично взаимодействует с водой, «гасится» ею и образуется гашёная известь. В) CO — угарный газ **(1)**, очень опасен, так как не имеет запаха и вызывает отравление. Признаки отравления: головная боль, головокружение, потеря сознания, кома; человек в атмосфере такого газа может угореть.

5.7

А	Б	В
2	4	3

Пояснение:

А) BeO — амфотерный оксид **(2)**, так как образован амфотерным элементом. Б) KHCO_3 — кислая соль **(4)**, поскольку в состав входит катион металла и ион кислотного остатка с катионом водорода. В) HClO_4 относится к гидроксидам **(3)**, так как это кислородсодержащая кислота.

6.1

3, 5.

Пояснение:

Серебро (1), медь (2), золото (4) входят в группу неактивных металлов, поэтому с водой ни при каких условиях не взаимодействуют.

Цинк (3) относится к металлам средней активности, которые взаимодействуют с водой при нагревании. Железо (5) принадлежит к металлам средней активности, которые взаимодействуют с водой только при нагревании.

6.2 1, 5.

Пояснение:

Бром — типичный неметалл, химически активный; так как связь между атомами одинарная и радиус атома относительно большой. Взаимодействует с неметаллами (но с кислородом, азотом, углеродом непосредственно не взаимодействует) и металлами; со сложными веществами: водой, щелочами, кислотами-восстановителями и солями избирательно. В соответствии с перечисленными свойствами бром будет взаимодействовать с кальцием (1) и серой (5).

6.3 1, 5.

Пояснение:

Алюминий в ряду активности металлов стоит до водорода, следовательно, вступает в реакцию с раствором соляной кислоты (1) с образованием соли и выделением водорода. Алюминий не взаимодействует с сульфидом меди (2), так как данная соль нерастворима в воде. Концентрированная азотная кислота (3) пассивирует алюминий при нормальных условиях, реакция не идёт. Реакция алюминия с хлоридом натрия (4) невозможна, так как натрий — более активный металл. С раствором гидроксида калия (5) алюминий взаимодействует как амфотерный металл с образованием комплексной соли и выделением водорода.

6.4 2, 5.

Пояснение:

Водород — неметалл и сильный восстановитель, вступает в реакции с металлами, неметаллами и оксидами металлов. Из предложенных веществ с водородом будут реагировать оксиды железа(III) (2) и хрома(III) (5). Другие оксиды в реакцию с водородом не вступают, так как оксид бария (1) образован активным металлом, остальные — оксиды неметаллов (3, 4).

Гидроксид натрия — щёлочь, которая вступает в реакции с кислотными оксидами, кислотами, растворами солей, амфотерными оксидами и гидроксидами. Из указанных веществ с гидроксидом натрия реагируют оксид железа(III) (2) (как амфотерный), оксид серы(IV) (4) (как кислотный), оксид хрома(III) (5) (как амфотерный). Оксид бария (1) (типичный основной оксид) и оксид азота(II) (3) (несолеобразующий оксид) с гидроксидом натрия не взаимодействуют.

Сероводород — кислота и сильный восстановитель, реагирует с металлами, оксидами металлов, щелочами, растворами солей; к специфическим свойствам относится взаимодействие с кислородом, диоксидом

серы. Из указанных веществ с сероводородом вступают в реакцию оксид железа(III) (2), оксид серы(IV) (4), оксид хрома(III) (5).

!

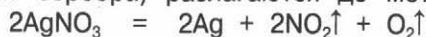
Внимательно читайте формулировку задания! Требуется выбрать два вещества, с которыми реагируют вещества, указанные в задании. Эти два вещества — оксиды железа(III) (2) и хрома(III) (5), поэтому в бланк ответов записываем именно цифры 2 и 5.

7.1

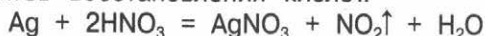
X	Y
3	5

Пояснение:

По условию нитрат серебра прокалили: вспоминаем, что все нитраты термически неустойчивы и при нагревании разлагаются с образованием кислорода. Характер других продуктов реакции зависит от положения металла, образующего нитрат, в электрохимическом ряду напряжений. Нитраты наименее активных металлов (правее меди, в задании — нитрат серебра) разлагаются до металлов.



Образовавшийся твёрдый остаток — серебро, значит, X — это серебро (3). Далее по заданию к образовавшемуся твёрдому остатку добавили концентрированную азотную кислоту, при этом наблюдали интенсивное выделение газа Y. Вспоминаем, что серебро реагирует с концентрированной азотной кислотой с образованием нитрата серебра и продуктов восстановления кислот.



Один из продуктов — оксид азота(IV) — является газообразным. Следовательно, Y — это оксид азота(IV) (5).

7.2

X	Y
4	2

Пояснение:

Щёлочь со средними солями реагировать не будет, так как состав соли — металл и кислотный остаток. Кислота с солями реагирует, если в ходе реакции выделяется газ или выпадает осадок (правило Бертолле).

- $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{HCl} \nrightarrow \text{CaCl}_2 + 2\text{HNO}_3$ — реакция не идёт, так как все вещества растворимы (правило Бертолле не выполняется).
- $\text{K}_2\text{SO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{KCl} + \text{SO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ — реакция идёт, в ходе реакции выделяется бесцветный газ, что удовлетворяет условию задания. Следовательно, вещество X — K_2SO_3 (4), Y — HCl (2).

Проверяем результат действия соляной кислоты на силикат калия. $\text{Na}_2\text{SiO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{SiO}_3\downarrow$ — в ходе реакции образуется осадок, что не соответствует условию задания.

7.3

X	Y
2	3

Пояснение:

Щёлочь KOH (1) со средними солями реагировать не будет, так как в составе соли есть металл и кислотный остаток. Кислота с солями реагирует, если в ходе реакции выделяется газ или выпадает осадок (правило Бертолле).

$K_2SiO_3 + 2HCl = 2KCl + H_2SiO_3 \downarrow$ — образуется желеобразный осадок, что удовлетворяет условию задания. Следовательно, раствор соли, то есть **X**, — это K_2SiO_3 (**2**), а раствор вещества **Y** — соляная кислота HCl (**3**). Проверяем взаимодействие соляной кислоты с LiBr (4) и KNO_3 (5): $2LiBr + 2HCl \rightleftharpoons 2LiCl + 2HBr$ — реакция не идёт, так как нет её признаков (газа, осадка, воды).

Составляем уравнение реакции для нитрата калия и серной кислоты: $2KNO_3 + 2HCl \rightleftharpoons 2KCl + 2HNO_3$ — реакция не идёт, так как нет её признаков (газа, осадка, воды).

7.4

X	Y
5	1

Пояснение:

При выполнении задания лучше составить уравнения предложенных реакций. По условию нитрат алюминия прокалили: вспоминаем, что все нитраты термически неустойчивы и при нагревании разлагаются с образованием кислорода. Характер других продуктов реакции зависит от положения металла, образующего нитрат, в электрохимическом ряду напряжений. Нитраты металлов (от магния до меди, а в задании — нитрат алюминия) разлагаются до оксидов металлов.

$4Al(NO_3)_3 \xrightarrow{t^\circ} 2Al_2O_3 + 12NO_2 \uparrow + 3O_2 \uparrow$ — в результате реакции образуются газообразные продукты и твёрдый остаток — оксид алюминия, который как амфотерный оксид реагирует с раствором гидроксида калия.



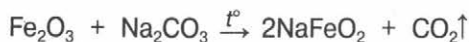
Составленные уравнения реакций соответствуют заданию, поэтому **X** — Al_2O_3 (**5**), **Y** — $K[Al(OH)_4]$ (**1**).

7.5

X	Y
1	4

Пояснение:

Составим уравнения соответствующих реакций. По заданию оксид железа(III) сплавляли с твёрдым карбонатом калия, происходит образование средней соли — феррита калия и выделение газа — диоксида углерода.



Выделившийся газ $\text{CO}_2\uparrow$ пропустили через известковую воду, при этом получили прозрачный раствор. Вспоминаем, что известковая вода — это гидроксид кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Пропуская углекислый газ через известковую воду, можно получить (работаем с таблицей растворимости) или карбонат кальция CaCO_3 (вещество, нерастворимое в воде и выпадающее в осадок, — не подходит по условию задания), или гидрокарбонат кальция $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ — вещество, растворимое в воде, а значит, его соль образует прозрачный раствор (подходит по условию задания). Следовательно, **X** — это CO_2 **(1)**, **Y** — $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ **(4)**.

8.1

А	Б	В	Г
1	2	4	5

Пояснение:

А) N_2 — неметалл, взаимодействует с H_2 , O_2 , Li **(1)**. Б) CuO — основной оксид (соответствует нерастворимое основание, поэтому с водой не реагирует), взаимодействует с кислотами, кислотными оксидами и восстановителями (углерод (кокс), водород H_2 , монооксид углерода CO , алюминий Al) **(2)**. В) HNO_3 — сильная кислота-окислитель. Характерны общие свойства кислот — взаимодействует с основными и амфотерными оксидами, основаниями и амфотерными гидроксидами, солями; проявляет окислительные свойства при взаимодействии с металлами, неметаллами и некоторыми сложными веществами (восстановителями). Из всех предложенных в задании реагентов подходят вещества S , Na_2CO_3 , FeS (неметалл и соли) **(4)**. Г) CuSO_4 — средняя соль. Обладает всеми свойствами солей — вступает в реакцию с более активными металлами, щелочами, кислотами, солями (применяем правило Бертолле). Этому перечню веществ соответствуют реагенты, указанные под цифрой **5**. Уравнения для подтверждения ответа:

- $\text{CuSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Cu}(\text{OH})_2\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$ — реакция идёт, так как образуется осадок;
- $\text{CuSO}_4 + \text{BaCl}_2 = \text{CuCl}_2 + \text{BaSO}_4\downarrow$ — реакция идёт, так как образуется осадок;
- $2\text{CuSO}_4 + 3\text{KI} = 2\text{CuI}\downarrow + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{I}_2\downarrow$ — реакция идёт, так как образуется осадок.

8.2

А	Б	В	Г
5	5	1	4

Пояснение:

Калий и цинк — это металлы, калий — типичный металл, цинк — амфотерный металл; хлор и азот — неметаллы. Свойства металлов: реагируют с неметаллами, кислородом, кислотами, растворами солей.

Для амфотерных металлов это взаимодействие с неметаллами, кислородом, растворами кислот и щелочей. И калий (**А**), и цинк (**Б**) вступают в реакции с кислородом и серой, а также с кислотами, так как в электрохимическом ряду напряжений металлов до водорода находятся O_2 , S, HBr (**5**). Свойства неметаллов: реагируют с металлами, неметаллами, водородом, кислородом (исключение составляют галогены, кроме фтора, который реагирует с кислородом со взрывом). Специфические свойства хлора — взаимодействие с растворами щелочей и вытеснение менее активных галогенов из растворов их солей. Для хлора (**В**) это Fe, KI, NaOH (**1**). Для азота (**Г**) — O_2 , H_2 , Li (**4**).

8.3

А	Б	В	Г
4	4	3	1

Пояснение:

А) Фосфор — неметалл. Характерны реакции с металлами, неметаллами, кислородом, кислотами-окислителями и растворами щелочей (**4**). Б) P_2O_3 — солеобразующий кислотный оксид, для него характерно взаимодействие с водой, основными оксидами, щелочами, а для оксида фосфора(III) — взаимодействие и с кислородом (окисление фосфора до высшей степени окисления), а также кислотами-окислителями (**4**). В) $MgBr_2$ — средняя соль, обладает всеми свойствами типичных солей — вступает в реакцию с более активными металлами, щелочами, кислотами, солями. Такого перечня веществ в реагентах нет. Вспоминаем специфические свойства галогенидов: более активные галогены вытесняют менее активные галогены из растворов их солей (**2**). Г) $Zn(OH)_2$ — амфотерный гидроксид, реагирует с растворами кислот, щелочей, основными оксидами. Подобный перечень — это HCl, NaOH, CaO (**1**).

8.4

А	Б	В	Г
2	2	1	3

Пояснение:

А, Б) KOH, Ba(OH)₂ — щёлочи, взаимодействуют с кислотными и амфотерными оксидами, кислотами, солями, амфотерными металлами и гидроксидами (**2**). В) K_2SO_4 — средняя соль. Характерные химические свойства — взаимодействие с металлами, кислотами, щелочами, солями (**1**). Подтвердим одним из уравнений реакций (наиболее сложное):

$K_2SO_4 + H_2SO_4 = 2KHSO_4$ — реакция идёт, так как при избытке кислоты образуется кислая соль.

Г) $NaHSO_3$ — кислая соль, взаимодействует с металлами, щелочами, кислотами, солями, разлагается при нагревании (**3**). Подтвердим уравнениями реакций:

- $\text{NaHSO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{SO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ — реакция идёт, так как выделяется газ;
- $\text{NaHSO}_3 + \text{HBr} = \text{NaBr} + \text{SO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ — реакция идёт, так как выделяется газ;
- $\text{NaHSO}_3 + \text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ — реакция идёт, так как образуется вода.

8.5

А	Б	В	Г
3	5	3	4

Пояснение:

А) Цинк как амфотерный металл взаимодействует с неметаллами, кислотами, солями и щелочами (3). Б) ZnCl_2 — средняя соль, взаимодействует с металлами, кислотами, щелочами, солями (5). Подтвердим уравнениями реакций (см. таблицу растворимости):

- $\text{ZnCl}_2 + 4\text{NaOH} = \text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4] + 2\text{NaCl}$ — реакция идёт, так как вначале образуется осадок, который при добавлении избытка щёлочи растворяется;
- $\text{ZnCl}_2 + (\text{NH}_4)_2\text{S} = \text{ZnS}\downarrow + 2\text{NH}_4\text{Cl}$ — реакция идёт, так как образуется осадок;
- $\text{ZnCl}_2 + 2\text{AgNO}_3 = \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{AgCl}$ — реакция идёт, так как образуется осадок.

В) $\text{Zn}(\text{OH})_2$ — амфотерный гидроксид, реагирует с растворами кислот и щелочей, основными оксидами (3). Г) KOH — щёлочь, взаимодействует с кислотными и амфотерными оксидами, кислотами, солями, амфотерными металлами и гидроксидами (2).

8.6

А	Б	В	Г
2	1	5	3

Пояснение:

А) Cu — типичный малоактивный металл, реагирует с неметаллами, кислородом, кислотами-окислителями, может вытеснять менее активные металлы из их солей (2). Б) CO_2 — солеобразующий кислотный оксид, взаимодействует с водой, основными оксидами, щелочами. Данному набору химических свойств не отвечает ни один перечень реагентов, поэтому необходимо вспомнить ещё и специфические свойства диоксида углерода: окисляет некоторые активные металлы, восстанавливается углём до монооксида углерода (1). В) HCl — соляная кислота, характерны все свойства кислот — взаимодействует с металлами, основными и амфотерными оксидами, основаниями и амфотерными гидроксидами, солями (5). Г) CuBr_2 — средняя соль, обладает всеми свойствами солей — вступает в реакцию с более активными металлами, щелочами, кислотами, солями (3).

9.1

А	Б	В	Г
5	5	3	5

Пояснение:

А) Оксид железа(II) FeO — основной оксид, легко реагирует с кислотами, при этом образуются соли железа(II), но в присутствии сильного окислителя (концентрированной азотной кислоты) происходит образование средней соли — нитрата железа(III) и воды, а также выделение газообразного оксида азота(IV).



Б) В результате взаимодействия оксида железа(II, III) с концентрированной азотной кислотой происходит образование средней соли — нитрата железа(III), воды, а также выделение газа — диоксида азота.



В) Концентрированная кислота очень слабо реагирует с веществами в высшей степени окисления, идёт реакция обмена.



Г) В результате взаимодействия гидроксида железа(II) с концентрированной азотной кислотой происходит образование средней соли — нитрата железа(III), воды, а также выделение газа — диоксида азота.



9.2

А	Б	В	Г
3	5	1	2

Пояснение:

А) Пероксид натрия является сильным окислителем, как и серная кислота, поэтому здесь идёт обычная реакция обмена, в результате которой образуются средняя соль и пероксид водорода.



Б) Оксид натрия (типичный основной оксид) с кислотами образует соль и воду.



В) Гидроксид натрия (типичная щёлочь) и диоксид серы (типичный кислотный оксид) образуют в результате взаимодействия соль и воду.



Г) SO_3 характеризуется сильными окислительными свойствами, обычно восстанавливается до диоксида серы, а иодид натрия — сильный восстановитель, поэтому здесь возможна окислительно-восстановительная реакция, продуктами которой могут быть сульфат натрия, диоксид серы и свободный иод.



9.3

А	Б	В	Г
3	1	6	6

Пояснение:

А) Серная кислота в концентрированном виде — сильный окислитель. Окисляет оксид меди(I) до сульфата меди(II), при этом образуются помимо соли диоксид серы и вода.



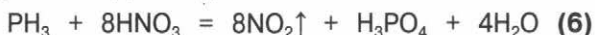
Б) Азотная кислота в любой концентрации проявляет свойства кислоты-окислителя, при этом азот восстанавливается, продукты восстановления зависят от вещества-восстановителя. Оксид меди(I) восстанавливает N^{+5} до N^{+4} .



В) При взаимодействии фосфора с концентрированной азотной кислотой получаются ортофосфорная кислота и вода. Азотная кислота в этой реакции восстанавливается до оксида азота(IV).



Г) Бинарное соединение фосфора с водородом, носящее название «фосфин», способно вступать в реакцию взаимодействия с концентрированным горячим раствором азотной кислоты, в результате чего происходит образование фосфорной кислоты и воды, а также выделение газообразного диоксида азота.



9.4

А	Б	В	Г
6	4	5	2

Пояснение:

А) Сероводород в недостатке кислорода сгорает с образованием чистой серы и воды.



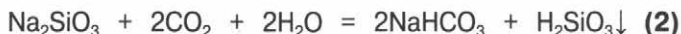
Б) Сероводород в избытке кислорода сгорает с образованием оксида серы(IV) и воды.



В) Две соли, вступая в реакцию, обмениваются своими составными частями, при этом учитываем, что реакция идёт в растворе и продукты реакции могут подвергаться гидролизу.



Г) При пропускании избытка углекислого газа через раствор силиката натрия образуются нерастворимая в воде кремниевая кислота и гидрокарбонат натрия.



10.1

X	Y
5	2

Пояснение:

Хлорид железа(II) вступает в реакцию обмена с раствором гидроксида калия, при этом образуются вещество **X** — гидроксид железа(II) (**5**) (осадок серо-зелёного цвета) и хлорид калия.

$\text{FeCl}_2 + 2\text{KOH} = \text{Fe(OH)}_2\downarrow + 2\text{KCl}$ — по таблице растворимости находим, что в процессе реакции образуется осадок, значит, реакция идёт.

Продуктами реакции являются соль и нерастворимое основание. По условию задания одно из них будет реагировать с серной кислотой. Вспомогательные свойства солей и нерастворимых оснований, приходим к выводу, что и соли, и основания реагируют с кислотами (правило Бертолле). Составляем уравнение реакции и, работая с таблицей растворимости, определяем неизвестное вещество **Y**.

$\text{Fe(OH)}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ — реакция идёт, так как в процессе неё образуются растворимый осадок — сульфат железа(II) (**2**) и вода.

10.2

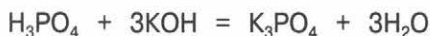
X	Y
3	5

Пояснение:

Кислотный оксид образует кислоты при взаимодействии с водой H_2O (**3**) (вещество **X**).



Для определения вещества **Y** вспоминаем, что для получения соли кислоты должны вступить в реакцию с металлом, основным оксидом, основанием или солью. Из предложенных веществ больше всего подходит щёлочь, так как реакция между кислотой и основанием (реакция нейтрализации) идёт всегда. Вещество **Y** — OH (**5**).

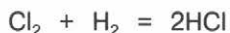


10.3

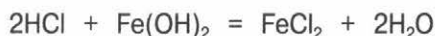
X	Y
1	2

Пояснение:

При взаимодействии хлора с водородом получаем хлороводород (**1**) (вещество **X**).



Хлороводород вступает в реакцию с нерастворимым гидроксидом железа(II). Это типичная реакция обмена, в результате которой образуются соль — хлорид железа(II) (**2**) — и вода. Вещество **Y** определено.



10.4

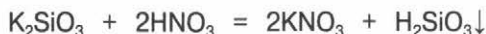
X	Y
2	4

Пояснение:

Диоксид кремния — солеобразующий кислотный оксид, для которого характерны практически все химические свойства кислотных оксидов, кроме взаимодействия с водой (оксид кремния с водой не реагирует). Реагирует с основными оксидами и щелочами с образованием соли или соли и воды. Из предложенных в задании веществ для взаимодействия подходит гидроксид калия (растворимое в воде основание). Итак, вещество **X** — KOH (**2**).



Для получения нерастворимой в воде кремниевой кислоты (очень слабая кислота) необходимо на полученную соль подействовать сильной кислотой (правило Бертолле). Вещество **Y** — HNO₃ (**4**).



10.5

X	Y
4	3

Пояснение:

Оксид цинка проявляет амфотерные свойства, для него также характерно взаимодействие с кислотами, кислотными оксидами, растворами щелочей. Для получения хлорида цинка воспользуемся оксидом цинка и соляной кислотой. Вещество **X** — HCl (**4**).



Для получения комплексной соли к полученному хлориду цинка добавим избыток гидроксида натрия. Вещество **Y** — NaOH (**3**).



10.6

X	Y
5	3

Пояснение:

Сероводород может получиться при взаимодействии с концентрированной H₂SO₄ — это сильный окислитель, при взаимодействии с металлами (кроме Au, Pt) может восстанавливаться до SO₂, S или H₂S. Продукты восстановления зависят от активности металла: так как магний — активный металл, при восстановлении образуется H₂S. Допишем уравнение реакции согласно свойствам концентрированной кислоты. Вещество **X** — H₂SO₄ (**5**), вещество **Y** — MgSO₄ (**3**).

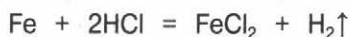


10.7

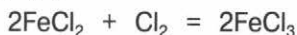
X	Y
1	2

Пояснение:

Железо как элемент побочной подгруппы может проявлять несколько степеней окисления (+2, +3, +6). Важно вспомнить, что соединения железа со степенью окисления +2 образуются при взаимодействии с неметаллами (химически малоактивными), кислотами (кроме азотной и концентрированной серной), растворами солей, образованных менее активными металлами. Среди указанных веществ соляная кислота при взаимодействии с железом образует хлорид железа(II). Вещество **X** — HCl (**1**).



Теперь из хлорида железа(II) необходимо получить хлорид железа(III). Для этого достаточно пропустить через раствор хлорида железа(II) хлор. Вещество **Y** — Cl₂ (**2**).



11.1

A	Б	В
3	4	1

Пояснение:

A) HCOOCH₃ — сложный эфир (**3**), так как в состав входит остаток карбоновой кислоты — муравьиной (HCOOH) и спирта — метанола (CH₃OH).

Б) C₆H₅CHO — альдегид (**4**), так как содержит альдегидную группу, связанную с углеводородным радикалом. Общая формула альдегидов — R-CHO, или C_nH_{2n}O.

В) C₆H₅OC₆H₅ — простой эфир (**1**), содержит фрагмент R-O-R', в котором две органические группы (или два радикала) соединены атомом кислорода.

11.2

A	Б	В
4	3	1

Пояснение:

A) HCOOH — муравьиная кислота, содержит карбоксильную группу (-COOH), характерную для карбоновых кислот (**4**).

Б) C₂H₅OH — этиловый спирт, содержит гидроксигруппу (-OH), характерную для спиртов (**3**).

В) C₆H₅OH — фенол, так как гидроксигруппа связана непосредственно с бензольным кольцом (**1**).

11.3

А	Б	В
4	2	1

Пояснение:

А) В названии вещества «этаналь» присутствует суффикс **-аль-**, который указывает на принадлежность данного вещества к классу альдегидов **(4)**.

Б) В названии вещества «пропин» обозначена ненасыщенность соответствующим суффиксом **-ин-**, что указывает на принадлежность к непредельным углеводородам, а именно к классу алкинов **(2)**.

В) Название вещества «этилацетат» образовано путём прибавления к названию аниона кислоты (ацетат — название кислотного остатка уксусной кислоты) и приставки с названием углеводородного радикала спирта (этил — название радикала этилового спирта). По систематической номенклатуре так называются сложные эфиры **(1)**.

11.4

А	Б	В
3	1	2

Пояснение:

А) **Этиленгликоль** — сохранилось название соответствующего алкена (**этилен**) и добавилось слово «гликоль», так формируются названия двухатомных (многоатомных) спиртов **(3)** по рациональной номенклатуре.

Б) **Рибоза** — исторически сложившееся название углевода, содержащего в молекуле пять атомов углерода. Рибоза — моносахарид (класс углеводов, неспособных к гидролизу, — глюкоза, фруктоза и др.), созвучное название с известными углеводами помогает отнести заданное вещество к этому классу **(1)**.

В) **Стирол** (другое название — **винилбензол**) состоит из углерода и водорода. Исходя из состава вещества, определяем его к углеводородам **(2)**.

11.5

А	Б	В
3	1	4

Пояснение:

А) C_3H_6O : общая формула для вещества — $C_nH_{2n}O$. Такую формулу имеют альдегиды и кетоны **(3)**.

Б) C_6H_5O — запишем формулу, выделив функциональную группу: C_6H_5OH — это вещество относится к классу фенолов, так как гидроксогруппа непосредственно связана с бензольным кольцом **(1)**.

В) $C_3H_6O_2$: общая формула для вещества — $C_nH_{2n}O_2$. Такую формулу имеют карбоновые кислоты и сложные эфиры **(4)**.

11.6

А	Б	В
3	2	4

Пояснение:

А) Структурной формуле $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ соответствует молекулярная — C_4H_6 . Такая молекулярная формула отвечает общей формуле $\text{C}_n\text{H}_{2n-2}$ **(3)**.

Б) Структурной формуле $\text{H}_2\text{C}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$ соответствует молекулярная C_4H_8 , которая отвечает составу C_nH_{2n} **(2)**.

В) Структурной формуле $\text{HC}\equiv\text{C}-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_3$ соответствует молекулярная C_5H_6 , которая отвечает общей формуле $\text{C}_n\text{H}_{2n-4}$ **(4)**.

11.7

А	Б	В
1	3	4

Пояснение:

А) Нитроглицерин — органическое соединение, в состав которого входят остатки глицерина (многоатомного спирта) и азотной кислоты (приставка **нитро-** обозначает остаток азотной кислоты). По определению — сложные вещества, состоящие из остатков неорганических или органических кислот и спирта, относятся к сложным эфирам **(1)**.

Б) Название «метилацетилен» состоит из двух частей: «метил» означает наличие радикала $-\text{CH}_3$ в составе молекулы органического соединения; «ацетилен» указывает на принадлежность данного вещества к классу алкинов **(3)**, так как ацетилен по системе ИЮПАК — этин; название «ацетилен» связано с ацетатом и происходит от латинского *acetum* — «уксус». Метилацетилен принадлежит классу алкинов **(3)** и по системе ИЮПАК называется «пропин».

В) Название «глицерин» достаточно распространено, принадлежность данного вещества к классу многоатомных спиртов **(4)** легко запоминается.

12.1 2, 5.

Пояснение:

Пространственная цис-транс-изомерия возможна для тех веществ, которые имеют плоское строение молекулы (плоскость делит пространство на две части). Сразу отмечаем бутин-2 **(4)** (представитель алкинов): его молекула имеет линейное строение (пространственная изомерия невозможна). Остаются представители алкенов (имеют плоское строение молекулы — возможна пространственная изомерия). Вспоминаем исключение для **ен-1** **(1, 3)** (двойная связь в алкене находится после первого атома углерода) — пространственная изомерия невозможна, так как атом С при двойной связи имеет два одинаковых заместителя (атомы водорода). Для бутена-2 **(2)** и пентена-2 **(5)** пространственная изомерия возможна (соблюдаются все требования).

12.2 1, 5.

Пояснение:

Аланин — представитель ряда аминокислот. Их гомологический ряд: глицин (**1**) (аминоэтановая, или аминокусусная, кислота), аланин (α -аминопропановая, или α -аминопропионовая, кислота), α -аминомасляная кислота (α -аминобутановая кислота) (**5**) и т. д.

12.3 1, 3.

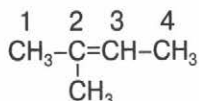
Пояснение:

Формула заданного вещества в общем виде — $C_nH_{2n+2}O$. Анализируя общие формулы классов органических веществ (спирты (1) — $C_nH_{2n+2}O$, альдегиды (2) — $C_nH_{2n}O$, простые эфиры (3) — $C_nH_{2n+2}O$, сложные эфиры (4) — $C_nH_{2n}O_2$, кетоны (5) — $C_nH_{2n}O$), приходим к выводу, что такую же формулу: $C_nH_{2n+2}O$, как у исходного вещества, имеют спирты (1) и простые эфиры (3).

12.4 1, 2.

Пояснение:

Структурная формула заданного вещества показывает порядок соединения атомов в молекуле и виды связей.



По формуле видно, что атомы углерода в молекуле связаны между собой одинарными и двойными связями. У первого и четвёртого атомов углерода связи только одинарные, следовательно, для них характерна sp_3 -гибридизация (1). Между вторым и третьим атомами углерода образовалась двойная связь, для этих атомов углерода характерна sp_2 -гибридизация (2).

12.5 3, 5.

Пояснение:

Циклопентан и циклопропан (1) — представители одного гомологического ряда циклоалканов (у обоих приставка **цикло-** и суффикс **-ан-**), значит, являются гомологами. Бутен (2) — представитель ряда алкенов, следующий представитель этого ряда — пентен (2). Оба вещества — представители одного гомологического ряда алкенов (суффикс **-ен-**). Циклопропан (3) — представитель ряда циклоалканов (приставка **цикло-**), а пропан (3) — представитель ряда алканов (суффикс **-ан-**). Этан и гексан (4) в названии имеют суффикс **-ан-**.

отвечают одной общей формуле C_nH_{2n+2} , принадлежат одному гомологическому ряду алканов. Бутадиен-1,2 (5) — в названии вещества есть характерный для алкадиенов суффикс **-диен-**. Пропен (5) — в названии вещества есть характерный суффикс **-ен-**, определяющий принадлежность к ряду алкенов.

12.6 2, 4.

Пояснение:

В состав хлоруксусной кислоты (1) входит хлор, качественный состав отличается от состава уксусной кислоты — не гомологи. Масляная кислота (2) (тривиальное название бутановой кислоты) является гомологом этановой кислоты (одинаковый суффикс **-ан-**). Олеиновая кислота (3) (тривиальное название октадекеновой кислоты) не является гомологом этановой кислоты, так как у них разное строение. Олеиновая кислота имеет одну двойную углерод-углеродную связь и принадлежит к высшим непредельным карбоновым кислотам, в этановой кислоте присутствуют только одинарные связи. Муравьиная кислота (4) (тривиальное название метановой кислоты) является гомологом этановой кислоты, поскольку они имеют сходное строение. Бензойная кислота (5) не является гомологом этановой кислоты, так как в составе имеет бензольное кольцо.

12.7 2, 4.

Пояснение:

Гидроксогруппа имеет вид: $-OH$. Состав спиртов (1) отвечает формуле $R-OH$, есть гидроксогруппа. Амины (2) содержат аминогруппу, связанную с углеводородным радикалом, которая имеет вид: $-NH_2$. В составе альдегидов (3) присутствует карбонильная группа, связанная с углеводородным радикалом и атомом водорода (или альдегидная группа $-CHO$), альдегиды не подходят для ответа. Формула фенола (4) — C_6H_5OH , в составе присутствует гидроксогруппа. Сложные эфиры (5) отвечают формуле R_1-COOR_2 , гидроксогруппы нет.

12.8 1, 3.

Пояснение:

Общая формула для C_2H_6O имеет вид: $C_nH_{2n+2}O$. Класс спиртов (1) имеет аналогичную формулу — $C_nH_{2n+2}O$. Класс альдегидов (2) имеет другую общую формулу — $C_nH_{2n}O$. У простых эфиров (3) формула, как в условии задания, — $C_nH_{2n+2}O$. Формулы сложных эфиров (4) $C_nH_{2n}O_2$ и кетонов (5) $C_nH_{2n}O$ для ответа не подходят.

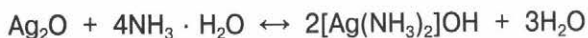
Пояснение:

С бромной водой с изменением окраски раствора будут реагировать углеводороды, в молекулах которых есть двойная связь (одна из них — π -связь — слабая и легко разрывается).

Циклопентан (1) — насыщенный циклический углеводород, между атомами углерода только одинарные связи, поэтому реакция с бромной водой нехарактерна. Бромметан (2) — насыщенный углеводород, бромпроизводное метана. В молекуле только одинарные связи — реакция с бромной водой нехарактерна. Бутен-2 (3) — ненасыщенный (непредельный) углеводород (характерный суффикс **-ен-**), относится к классу алкенов, в молекуле двойная связь — реакция с бромной водой характерна (это качественная реакция на алкены, происходит обесцвечивание раствора). Пропан (4) — насыщенный углеводород (суффикс **-ан-**), относится к классу алканов, в молекуле только одинарные связи, обесцвечивание бромной воды для алканов нехарактерно (реакции нет). Метилацетилен (или пропин) (5) — ненасыщенный (непредельный) углеводород (суффикс **-ин-**), относится к классу алкинов — происходит обесцвечивание бромной воды.

Пояснение:

Аммиачный раствор оксида серебра реагирует с алкинами (с обязательным условием, что тройная связь находится в положении **ин-1**), альдегидами, муравьиной кислотой, глюкозой, практически все эти реакции являются качественными для данных веществ, так как в процессе реакций происходят видимые изменения (образуется серебро в виде осадка чёрного цвета или блестящего «зеркала» на стенках реакционного сосуда). Наиболее известная химическая реакция, протекающая при участии аммиачного раствора оксида серебра, — это качественная реакция на альдегиды.



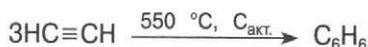
Этаналь (2) относится к классу альдегидов — вступает в реакцию с аммиачным раствором оксида серебра. Алкины тоже взаимодействуют с аммиачным раствором оксида серебра, так как атомы водорода в молекулах алкинов в положении ин-1 обладают большой подвижностью, поэтому они легко могут быть замещены металлами. В задании даны два алкина: бутин-2 и метилацетилен (или пропин). Бутин-2 (3) $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{C-CH}_3$, в данной молекуле атомов водорода у атомов углерода при тройной связи нет, поэтому реакции замещения не может быть. Метилацетилен (4) $\text{CH}_3\text{-C}\equiv\text{CH}$, в данной молекуле у атома углерода при тройной связи есть атом водорода, поэтому метилацетилен

может вступать в реакцию замещения с аммиачным раствором оксида серебра. Эта реакция является качественной реакцией на алкины.

13.3 1, 4.

Пояснение:

Бензол получают реакцией тримеризации ацетилена (1) (реакция Зелинского) в присутствии активированного угля и при температуре порядка 550 °C.



Бензол можно получить реакцией декарбосилирования (сплавливанием солей бензойной кислоты (4) со щелочами).



Из оставшихся веществ: этилена (2), этана (3) и бутадиена-1,3 (5) — в одну стадию бензол не получить.

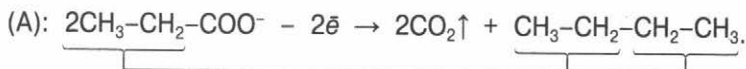
13.4 1, 5.

Пояснение:

Вспомним процесс электролиза соли, данной в условии задания: соль состоит из активного металла (натрия), поэтому на катоде будут восстанавливаться молекулы воды (идёт образование и выделение газообразного водорода, а вокруг катода накапливаются ионы натрия, которые образуют щёлочь).

(К): $2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2\uparrow + 2\text{OH}^-$; $[\text{Na}^+]$ накапливаются в растворе.

На аноде окисляются пропионат-анионы. Процесс, происходящий на аноде: выделяется диоксид углерода (даёт карбоксильная группа) и идёт удвоение радикала, связанного с карбоксильной группой. Процесс на аноде выглядит так:



Полное уравнение электролиза пропионата натрия можно выразить следующим образом:



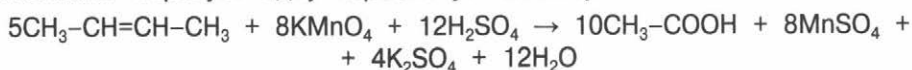
Из уравнения видно, какие продукты гидролиза образуются, среди указанных в задании веществ выбираем бутан (1) и водород (5).

13.5 1, 3.

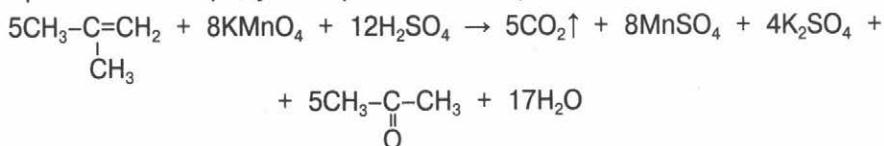
Пояснение:

По названию веществ установим, что все указанные вещества относятся к непредельным углеводородам, из них только бензол (5) не окисляется раствором перманганата калия. Остальные вещества

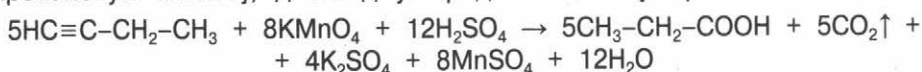
в силу строения окисляются. Бутен-2 (1) — симметричный алкен, при окислении образует одну карбоновую кислоту.



При окислении 2-метилпропена-1 (2) карбоновая кислота не получается, органический продукт в реакции — пропанон (ацетон).

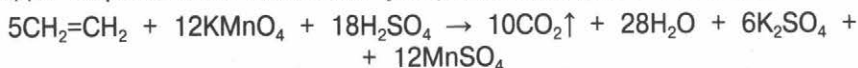


Бутин-1 (3) при окислении перманганатом калия в кислой среде даёт пропановую кислоту, диоксид углерода и соли-сульфаты.



Так как при окислении бутина-1 образуется карбоновая кислота, запишем цифру **3** в ответ.

При окислении этилена (4) перманганатом калия в кислой среде происходит образование диоксида углерода, продуктов окисления.



Следовательно, цифра 4 не подходит для ответа.

14.1 1, 4.

Пояснение:

Фенол и этанол — вещества, принадлежащие к разным классам органических веществ. Фенол относится к классу фенолов и имеет в молекуле гидроксогруппу, связанную с бензольным кольцом (остаток ароматического углеводорода). Этанол относится к классу предельных одноатомных спиртов, молекула отвечает составу $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$. Для фенола характерно взаимодействие с активными металлами, щелочами, бромом, водородом, кислородом, азотной кислотой и хлоридом железа(III). Этанолу свойственны взаимодействие с активными металлами, галогеноводородом, кислородом, карбоновыми кислотами, оксидом меди(II), реакции дегидратации, дегидрирования, неполного окисления. Из перечисленного следует, что фенол, в отличие от этанола, взаимодействует с бромом (4) и раствором щёлочи (1). Натрий (2) и кислород (3) реагируют как со спиртами, так и с фенолом, бромоводород (5) — со спиртом, но не с фенолом.

14.2 1, 3.

Пояснение:

Изопропиловый спирт, или пропанол-2, имеет следующую структурную формулу: $\text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3$ — это вторичный спирт. Вторичные

спирты можно получить гидрированием кетонов. Так, пропанон при гидрировании образует пропанол-2, или изопропиловый спирт. Пропанол-2 получается и при взаимодействии пропена с водой, так как по правилу Марковникова при разрыве двойной связи водород присоединяется к более гидрированному атому углерода, а гидроксигруппа — к менее гидрированному атому углерода. Составим уравнения реакций:

- $\text{CH}_3\text{-CH=CH}_2 + \text{HON} \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3$ (получили пропанол-2, или изопропиловый спирт) **(1)**;
- $\text{CH}_3\text{-C(O)-CH}_3 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{-CH(OH)-CH}_3$ (получили пропанол-2, или изопропиловый спирт) **(3)**.

В обоих случаях в результате взаимодействия образуется изопропиловый спирт. С помощью реакций 2, 4 и 5 получить данное вещество невозможно.

14.3 4, 5.

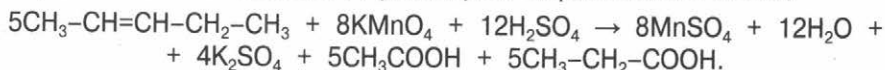
Пояснение:

Альдегиды, в отличие от кетонов, вступают в реакции неполного окисления с аммиачным раствором оксида серебра и со свежеосаждённым гидроксидом меди(II) при нагревании. Следовательно, для ответа подходят вещества под цифрами **4** и **5**. С водородом (3) реагируют и бутаналь, и бутанон, отличить нельзя. С серной кислотой (1) и хлоридом железа(III) (2) ни альдегиды, ни кетоны не взаимодействуют.

14.4 3, 5.

Пояснение:

При жёстком окислении алкенов кипящим раствором KMnO_4 в кислой среде происходит полный разрыв двойной связи. Составим уравнение реакции окисления пентена-2 раствором перманганата калия:

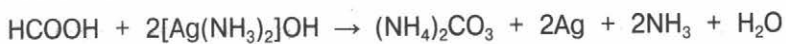


В результате реакции образуются две карбоновые кислоты — этановая (уксусная) **(3)** и пропановая (пропионовая) **(5)**. Метановая (1), бутановая (2) и пентановая (4) кислоты не могут получиться при окислении пентена-2 подкисленным раствором перманганата калия.

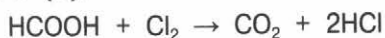
14.5 1, 4.

Пояснение:

У муравьиной кислоты особое строение и особые химические свойства — в молекуле две функциональные группы. Следовательно, характерными будут неустойчивость молекулы и лёгкое окисление, например, аммиачным раствором нитрата серебра (или реакция «серебряного зеркала» **(4)**), так как в ходе реакции выделяется чистое серебро).



Также муравьиная кислота — сильный восстановитель (поскольку в составе есть альдегидная группа), поэтому легко окисляется хлором, обесцвечивая его (1).



Остальные реакции (2, 3, 5) не являются качественными для муравьиной кислоты.

14.6 4, 5.

Пояснение:

Этановая кислота обладает всеми свойствами кислот — взаимодействует с металлами (до $[\text{H}_2]$ в ряду активности металлов), основными оксидами, основаниями, солями, спиртами. Кроме того, вступает в реакции замещения (по радикалу) с галогенами под действием солнечной энергии. Из указанных веществ бромоводород (4) и медь (5) не соответствуют перечню веществ, с которыми реагирует этановая кислота. Этанол (1), гидроксид меди(II) (2) и оксид меди(II) (3) с этановой кислотой реагируют.

14.7 1, 4.

Пояснение:

Способы получения простых эфиров — это межмолекулярная дегидратация спиртов и реакция Вильямсона (заключается во взаимодействии алкилгалогенидов с алкоголятами щелочных металлов). Из указанных реакций подходит первая — межмолекулярная дегидратация метанола и этанола (1). Составим соответствующее уравнение реакции:

$\text{CH}_3\text{OH} + \text{CH}_3\text{—CH}_2\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3\text{—O—CH}_2\text{—CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ — реакция проходит при нагревании до 100 °С и в присутствии концентрированной серной кислоты, в результате образуются простой эфир (метилэтиловый) и вода.

Составим уравнение реакции взаимодействия хлорэтана с этилатом натрия (4):

$\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{Cl} + \text{CH}_3\text{—CH}_2\text{ONa} \rightarrow \text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—O—CH}_2\text{—CH}_3 + \text{NaCl}$ — в результате реакции образуется простой эфир — диэтиловый.

В остальных реакциях (2, 3, 5) получаются другие вещества.

15.1 1, 4.

Пояснение:

Глицин — это соединение, которое относится к классу аминокислот. $\text{H}_2\text{N—CH}_2\text{—COOH}$ — в составе молекулы есть аминогруппа, которая отвечает за основной характер свойств и обуславливает взаимодействие данного вещества с кислотами с образованием соли и воды. Также в состав молекулы входит карбоксильная группа, которая

обуславливает кислотные свойства данного вещества, а именно взаимодействие с металлами, основными оксидами, основаниями и солями. Из перечисленных свойств для взаимодействия с глицином подходят соляная кислота (1) и гидроксид лития (4).

$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH} + \text{HCl} \rightarrow [\text{H}_3\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH}]\text{Cl}$ — в результате реакции получается соль.

$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH} + \text{LiOH} \rightarrow \text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOLi} + \text{H}_2\text{O}$ — продукты реакции — соль и вода.

Глицин, как предельная аминокислота, не вступает в реакции с водородом (2), метаном (5). Не реагирует и с бромидом натрия (3) — солью, образованной более сильной кислотой.

15.2 1, 3.

Пояснение:

Составим между указанными веществами уравнения реакций, чтобы выяснить продукты реакции.

1) В реакцию вступают амин и иодоводород, реакция пройдет, потому что амины реагируют с кислотами с образованием соли, так как подобно аммиаку проявляют основные свойства.

$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2 + \text{HI} \rightarrow \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3\text{I}$ — в результате реакции образовалось вещество, по всем признакам относящееся к классу солей, — это иодид этиламмония. Записываем в ответе цифру 1.

2) Анилин и этанол не взаимодействуют друг с другом; для ответа не подходят.

3) В реакцию вступают аминокислота и основной оксид (оксид металла), реакция пройдет с образованием соли и воды, так как аминокислоты обладают всеми свойствами кислот.

$2\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COOH} + \text{Na}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$ — в результате реакции образуется аминокроме натрия — вещество, которое по составу относится к классу солей. Записываем в ответе цифру 3.

4) Указанные вещества вступают в реакцию, амины подобно аммиаку реагируют с водой с образованием гидроксидов.

$\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{NH}_3\text{OH}$ — полученное вещество по составу относится к классу оснований; для ответа не подходит.

5) Указанные вещества реагируют друг с другом, так как аминокислоты и спирты вступают в реакцию этерификации с образованием сложных эфиров. Составим уравнение реакции:

$\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH} + \text{CH}_3\text{OH} \rightarrow \text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$ — соль не образуется; для ответа не подходит.

15.3 3, 4.

Пояснение:

Вспомним:

- гидролиз — это процесс разложения веществ водой;
- гидролизу подвергаются те вещества, которые были образованы остатками двух и более молекул.

Поэтому необходимо вспомнить формулы указанных органических веществ, строение и состав их молекул. Рибоза (1) — моносахарид из группы пентоз, глюкоза (2) — моносахарид из группы гексоз, фруктоза (5) — моносахарид из группы гексоз. Все эти вещества гидролизу не подвергаются, как и все моносахариды. Целлюлоза (3) — полисахарид, образована остатками β -глюкозы, сахароза (4) — дисахарид, молекула образована остатками глюкозы и фруктозы. Оба вещества гидролизу подвергаются.

15.4 2, 4.

Пояснение:

Вспомним:

- гидролиз — это процесс разложения веществ водой;
- гидролизу подвергаются те вещества, которые были образованы остатками двух и более молекул;
- жиры — это сложные эфиры трёхатомного спирта глицерина и высших предельных и непредельных карбоновых кислот.

Одно из веществ, входящее в состав жира, — это глицерин (4). Этановая кислота (1) имеет молекулярную формулу $\text{CH}_3\text{—CH}_2\text{—COOH}$, не относится к высшим карбоновым кислотам; для ответа не подходит. Олеиновая кислота (2) имеет молекулярную формулу $\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$, относится к высшим карбоновым кислотам, подходит для ответа. Этиленгликоль (3) — двухатомный спирт, пропанон (5) — кетон, не входят в состав жиров.

15.5 2, 3.

Пояснение:

Глюкоза и фруктоза — представители моносахаридов, имеют одну молекулярную формулу $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$, но глюкоза — альдегидспирт, а фруктоза — кетонспирт, поэтому для них будут общими реакции восстановления (гидрирования) (2) (эти реакции характерны и для альдегидов, и для кетонов). Реакция этерификации с этановой кислотой (3) подходит для ответа, так как и глюкоза, и фруктоза имеют гидроксогруппы.

16.1

А	Б	В	Г
3	2	5	2

Пояснение:

При взаимодействии с водой только этин образует альдегид (реакция Кучерова), его гомологи образуют кетоны.

А) Этин с водой — образуется ацетальдегид (реакция Кучерова). Реакция протекает при температуре и в присутствии солей ртути в качестве катализатора (3).



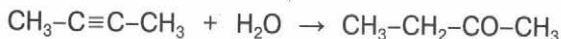
Б) Бутин-1 — гомолог этина, следовательно, продукт реакции — кетон (бутанон) **(2)**.



В) Пропин — гомолог этина, следовательно, продукт реакции — кетон (пропанон) **(5)**.



Г) Бутин-2 — гомолог этина, значит, продукт реакции — кетон, а именно бутанон **(2)**.



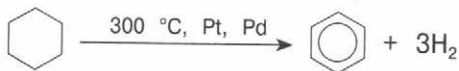
16.2

А	Б	В	Г
1	2	5	1

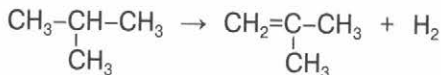
Пояснение:

Реакции дегидрирования — это отщепление атомов водорода.

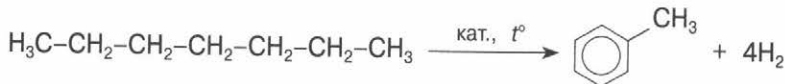
А) Циклогексан — это представитель циклоалканов. Продукт реакции — бензол **(1)**.



Б) 2-метилпропан — это представитель предельных углеводородов (алкан). При дегидрировании алканов образуются алкены. При дегидрировании изобутана образуется 2-метилпропен **(2)**.

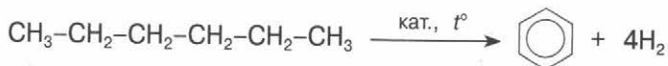


В) Гептан — представитель алканов, при гидрировании конечным продуктом данной реакции будет толуол **(5)**.



Алканы, содержащие в основной цепи больше четырёх атомов углерода, используются для получения циклических соединений. При этом происходит дегидроциклизация — реакция дегидрирования, которая приводит к замыканию цепи в устойчивый цикл. Алканы с основной цепью в шесть и более атомов углерода всегда образуют шестичленный цикл, то есть циклогексан и его производные. Но надо помнить, что в условиях реакции этот цикл будет подвергаться дальнейшему дегидрированию и превращаться в более устойчивый ароматический цикл. Поэтому ответ: **Б — 5**.

Г) Реакция дегидрирования бензола протекает аналогично реакции, описанной в пункте В, и продуктом реакции будет бензол **(1)**.

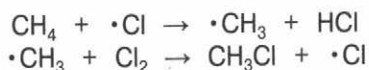


16.3

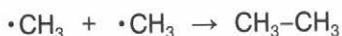
А	Б	В	Г
2	3	1	3

Пояснение:

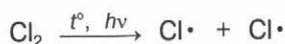
А) Радикал хлора — очень активная частица, которая атакует молекулу метана с образованием радикала $\text{CH}_3\cdot$. Метильный радикал реагирует с новой молекулой хлора, при этом образуются хлоралкан и новый радикал хлора, который может начать новый цикл таких же реакций. Данная стадия носит название стадии роста цепи (или развития цепи) **(2)**. На этой стадии число активных частиц сохраняется.



Б) Реакция заканчивается стадией обрыва цепи **(3)** в результате столкновений свободных радикалов (свободных радикалов не остаётся).



В) Взаимодействие алкана с хлором начинается с разрыва связи в молекуле галогена на атомы под действием УФ-излучения. Данная стадия называется иницированием (или зарождением цепи) **(1)**. На этой стадии возникают активные частицы — радикалы.



Г) Реакция заканчивается стадией обрыва цепи **(3)** в результате столкновений свободных радикалов (свободных радикалов не остаётся).



16.4

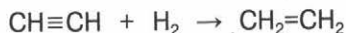
А	Б	В	Г
4	1	2	3

Пояснение:

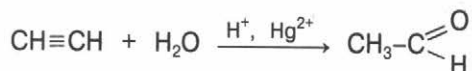
А) Пропен — это алкен (в молекулах алкенов одна двойная углерод-углеродная связь). Для алкенов характерны реакции присоединения, которые протекают в соответствии с правилом Марковникова. Продукт реакции — 2-бромпропан **(4)**.



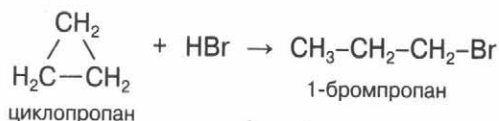
Б) Этин — это алкин (в молекулах алкинов одна тройная углерод-углеродная связь). Для алкинов характерны реакции присоединения, которые протекают в соответствии с правилом Марковникова. Продукт реакции — этен **(1)**.



В) Ацетилен — это этин (алкин). Для алкинов характерны реакции присоединения. Присоединяя воду, только этин образует альдегид, его гомологи образуют кетоны (реакция Кучерова). Продукт реакции — этаналь **(2)**.



Г) Циклоалканы делятся на две группы: малые и большие циклы. Циклопропан относится к группе малых циклов, для этой группы характерны реакции присоединения. Продукт реакции — 1-бромпропан (3).



16.5

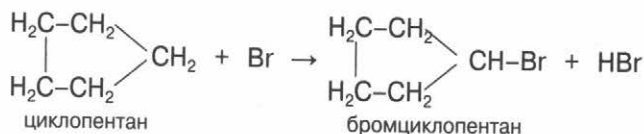
А	Б	В	Г
2	3	4	5

Пояснение:

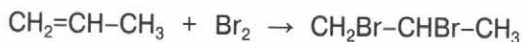
А) Для пропана, как представителя алканов (предельных углеводородов), характерны реакции замещения с галогенами, азотной и серной кислотой. При написании уравнения реакции применяем правило Зайцева (атомы водорода замещаются там, где их меньше), продукт реакции — 2-бромпропан (2).



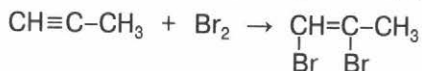
Б) Циклоалканы делятся на две группы: малые и большие циклы. Циклопентан относится к группе больших циклов, для этой группы характерны реакции замещения. Продукты реакции — бромциклопентан (3) и бромоводород.



В) Для пропена, как представителя алкенов, характерны реакции присоединения. Присоединение брома — это качественная реакция на все непредельные углеводороды, проходит с разрывом двойной углерод-углеродной связи. Продукт реакции — 1,2-дибромпропан (4).



Г) Пропин — это алкин (в молекулах алкинов одна тройная углерод-углеродная связь). Для алкинов характерны реакции присоединения, и реакция с бромом является качественной на непредельные углеводороды. Продукт реакции — 1,2-дибромпропен (5).



17.1

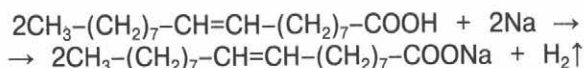
А	Б	В	Г
3	5	2	1

Пояснение:

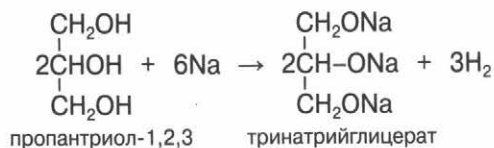
А) Метанол — спирт (в молекуле наличие функциональной группы —ОН). При взаимодействии метанола с натрием происходит замещение атома водорода в гидроксогруппе на атом металла и образуется метилат натрия **(3)**.



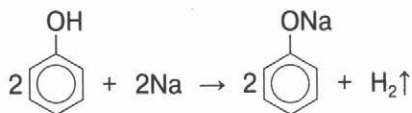
Б) Олеиновая кислота — представитель высших непредельных карбоновых кислот. При взаимодействии олеиновой кислоты с натрием происходит замещение атома водорода в карбоксильной группе на атом натрия. В качестве продукта реакции образуется соль олеиновой кислоты (олеат натрия) **(5)** и выделяется водород.



В) Глицерин — представитель многоатомных спиртов (трёхатомный спирт), при взаимодействии с натрием происходит замещение атома водорода в гидроксогруппах на атомы металла и образуется тринатрийглицерат **(2)**.



Г) Фенол — представитель фенолов, обладающих свойствами очень слабой кислоты (карболовая кислота). При взаимодействии фенола с натрием атом водорода в гидроксогруппе замещается на атом металла. В качестве продукта реакции образуется фенолят натрия **(1)** и выделяется водород.



17.2

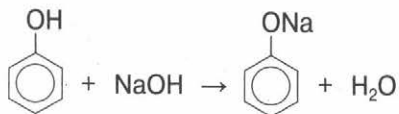
А	Б	В	Г
1	2	5	3

Пояснение:

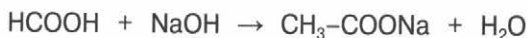
1) При взаимодействии карбоновой кислоты с гидрокарбонатом натрия в качестве продукта реакции образуется ацетат натрия **(А)**.



2) Продуктом реакции фенола с гидроксидом натрия является фенолят натрия **(Б)**.



3) При взаимодействии муравьиной кислоты с гидроксидом натрия получается соль — формиат натрия (**Г**).



4) Составить уравнение реакции уксусной кислоты с формиатом натрия невозможно, так как муравьиная кислота — более сильная (относится к кислотам средней силы, все остальные одноосновные предельные кислоты — слабые) и не может быть вытеснена из раствора её соли слабыми кислотами. Для цифры 4 соответствия нет.

5) Натрий, как активный металл, замещает атом водорода в гидроксильной группе. Из уравнения видно, что в качестве продукта реакции образуется этилат натрия (**В**).



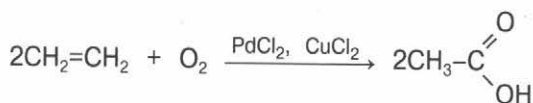
6) При взаимодействии уксусной кислоты и этанола происходит реакция этерификации и в результате образуется сложный эфир. Условию задания не соответствует.

17.3

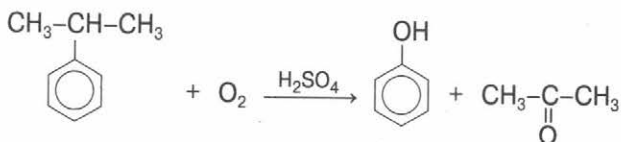
А	Б	В	Г
4	1	5	2

Пояснение:

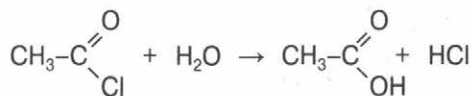
А) Вещества в присутствии катализатора окисляются, а не сгорают с образованием углекислого газа и воды. Этилен при окислении образует альдегид, в данном случае — ацетальдегид (**4**).



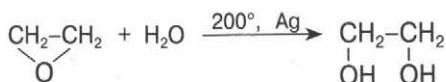
Б) Кумол — основной источник получения фенола и ацетона (кумольный способ). Реакция заключается в окислении кумола кислородом в присутствии катализатора. Продуктами реакции являются фенол и ацетон (или пропанон) (**1**).



В) Указанное в задании вещество является хлорангидридом уксусной кислоты. Ангидриды при взаимодействии с водой образуют кислоты — в данном случае уксусную кислоту (**5**).



Г) В заданиях ЕГЭ иногда встречаются уравнения реакций, которые не изучались в школьном курсе. (В таких случаях не надо отчаиваться, нужно внимательно проанализировать, что из предложенных продуктов может получиться в той или иной реакции, и подобрать соответствующий вариант ответа.) К таким реакциям относится реакция гидратации оксида этилена. Водные растворы окиси этилена довольно устойчивы и могут длительное время существовать без заметного протекания химической реакции, однако добавление небольшого количества катализатора приводит к образованию этиленгликоля даже при комнатной температуре. Продукт реакции — этиленгликоль, или этандиол-1,2 (2).



17.4

А	Б	В	Г
6	1	2	3

Пояснение:

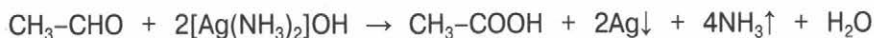
А) При взаимодействии пропанола с натрием атом натрия замещает атом водорода в гидроксигруппе на атом металла. Продуктом реакции является пропилат натрия (6).



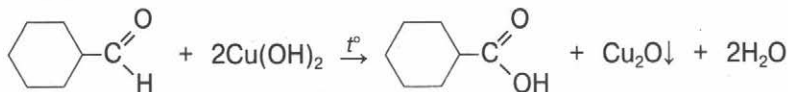
Б) Муравьиная кислота обладает двойственной функцией и вступает в реакции по карбоксильной группе и по альдегидной группе. При взаимодействии с аммиачным раствором оксида серебра в реакцию вступает альдегидная группа, которая окисляется до карбоксильной группы, но так как это муравьиная кислота, то продуктом будет диоксид углерода (1).



В) Ацетальдегид вступает в реакции окисления с аммиачным раствором (это качественная реакция на альдегиды), продукт реакции — уксусная кислота (2).



Г) Бензальдегид — это альдегидная группа, связанная с бензольным кольцом. Реакции для него характерны и по альдегидной группе, и по бензольному кольцу. Продуктом реакции является бензойная кислота (3).



18.1

X	Y
4	5

Пояснение:

Первое вещество, заданное в схеме, относится к классу альдегидов, второе вещество по схеме относится к классу карбоновых кислот и третье — к классу хлорпроизводных карбоновых кислот. Из указанных в задании реагентов для перевода альдегида в кислоту потребуется кислород (4).



Специфические свойства карбоновых кислот — они могут реагировать с галогенами, реакция замещения проходит по радикалу (5).

Остальные вещества: хлороводород (1), водород (2) и хлорид калия (3) — для осуществления заданных переходов не подходят.

18.2

X	Y
2	4

Пояснение:

$\text{CH}\equiv\text{CH}$ — этин (класс алкинов), CH_3CHO — этаналь (класс альдегидов), $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ — этанол (класс спиртов). Из этина необходимо получить альдегид. Алкины взаимодействуют с водой и при этом образуют карбонильные соединения, причём только этин даёт альдегид, а его гомологи образуют кетоны. Вещество X — вода (2).

$\text{CH}\equiv\text{CH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_3\text{CHO}$ — реакция проходит в присутствии солей ртути и при нагревании.

Из этанала надо получить этанол. Альдегиды восстанавливаются водородом до соответствующих спиртов. Из реакции гидрирования этанала видим вещество Y — водород (4).

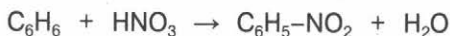
$\text{CH}_3\text{CHO} + \text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ — реакция проходит при температуре и в присутствии катализатора.

18.3

X	Y
5	3

Пояснение:

В этом задании начать лучше с последнего вещества. Функциональную группу атомов $-\text{NH}_2$ содержат амины, а радикал — остаток бензола или радикал фенил, следовательно, это фениламин, или анилин. Анилин получают по реакции Зинина — восстановление нитробензола атомарным водородом. Следовательно, неизвестное вещество Y — это нитробензол (3), который получают из бензола реакцией нитрования, то есть взаимодействием бензола с азотной кислотой. Значит, неизвестное вещество X — это азотная кислота (5).



18.4

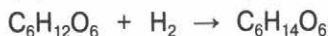
X	Y
4	3

Пояснение:

$C_6H_{12}O_6$ — глюкоза — представитель моносахаридов (углевод). Глюкоза образуется в природе в процессе фотосинтеза из углекислого газа и воды под действием солнечной энергии. Вещество **X** — вода (**4**).



Следующее превращение — это реакция гидрирования глюкозы. При взаимодействии глюкозы с водородом реакция идёт по альдегидной группе, которая восстанавливается до спиртовой группы, то есть в результате реакции получается шестиатомный спирт сорбит. Вещество **Y** — это $C_6H_{14}O_6$ (**3**).



18.5

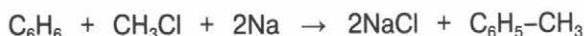
X	Y
1	3

Пояснение:

C_6H_5COOK — соль бензойной кислоты. Соли бензойной кислоты взаимодействуют при нагревании (сплавление) со щелочами. В результате взаимодействия получается бензол — C_6H_6 (**X** — **1**).



Следующий переход — взаимодействие бензола с хлорметаном и натрием при нагревании. Это синтез Вюрца (удлинение цепи). В результате реакции образуется вещество состава $C_6H_5-CH_3$, это неизвестное вещество **Y** — толуол, или метилбензол (**3**).

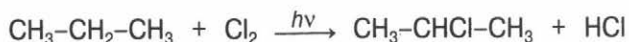


18.6

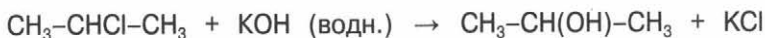
X	Y
3	2

Пояснение:

$CH_3-CH_2-CH_3$ — пропан, относится к классу алканов. Для алканов характерны реакции замещения — галогенирование (под действием солнечной энергии), нитрование и сульфирование. По схеме пропан реагирует с хлором. Замещение атомов водорода хлором по правилу Зайцева происходит у того атома углерода, где меньше атомов водорода (менее гидрогенизированного атома углерода). Неизвестное вещество **X** — это 2-хлорпропан (**3**).

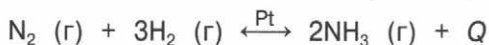


Дальше по схеме к хлорпроизводному добавляем водный раствор гидроксида калия. В результате реакции образуется пропанол-2 (**Y** — **2**).



19.1 1, 4.

Пояснение:



Характеристика реакции:

- соединения (до реакции — два вещества, после реакции — одно);
- обратимая (нет очевидных признаков необратимой реакции — осадка, выделения газообразного продукта или малодиссоциирующего вещества);
- гомогенная (все вещества, участвующие в реакции, находятся в одном газообразном агрегатном состоянии);
- каталитическая (участие катализатора) **(1)**;
- окислительно-восстановительная (изменяются степени элементов, участвующих в реакции);
- экзотермическая (большинство реакций соединения (и эта тоже) идёт с выделением тепла) **(4)**.

19.2 2, 5.

Пояснение:

К реакциям замещения относятся реакции, при которых атомы простого вещества замещают атомы одного из элементов в сложном веществе.

1, 4) Реакции соединения: из двух веществ образуется одно сложное вещество.

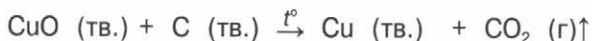
2) Реакция **замещения**: атомы хлора (простого вещества) замещают атомы водорода в сложном веществе.

3) Реакция разложения: из одного вещества образовалось несколько (то есть вещество разложилось).

5) Реакция **замещения**: атомы железа (простого вещества) замещают атомы меди в сложном веществе.

19.3 3, 4.

Пояснение:



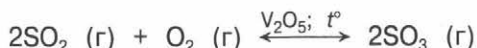
Характеристика реакции:

- замещения (в реакции участвуют одно простое вещество и одно сложное, причём атомы простого вещества углерода замещают атомы кислорода в оксиде меди) **(3)**;
- необратимая (образующаяся медь не вступает в реакцию с диоксидом углерода);
- гетерогенная (вещества, участвующие в реакции, находятся в разных агрегатных состояниях) **(4)**;
- некаталитическая (протекает без участия катализатора);

- окислительно-восстановительная (изменяются степени элементов, участвующих в реакции);
- эндотермическая (реакция получения чистой меди способом пирометаллургии, а значит, реакция идёт при температуре).

19.4 1, 3.

Пояснение:



Характеристика реакции:

- соединения (до реакции — два вещества, после реакции — одно);
- обратимая (нет очевидных признаков необратимой реакции — осадка, выделения газообразного продукта или малодиссоциирующего вещества);
- гомогенная (все вещества, участвующие в реакции, находятся в одном газообразном агрегатном состоянии);
- каталитическая (участие катализатора оксида ванадия(V)) **(1)**;
- окислительно-восстановительная (изменяются степени окисления элементов, участвующих в реакции) **(3)**;
- экзотермическая (большинство реакций соединения (и эта тоже) идут с выделением тепла).

19.5 2, 4.

Пояснение:



Характеристика реакции:

- разложения (одно сложное вещество до реакции разлагается на несколько веществ);
- необратимая (хлорид калия не взаимодействует с кислородом);
- гетерогенная (вещества, участвующие в реакции, находятся в разных агрегатных состояниях);
- каталитическая (реакция протекает при участии катализатора, чаще всего оксида марганца(IV)) **(2)**;
- окислительно-восстановительная (изменяются степени окисления элементов, участвующих в реакции) **(4)**.

20.1 1, 5.

Пояснение:

Для повышения скорости указанной в задании реакции выбираем нагревание **(1)**, поскольку повышение температуры увеличивает скорость реакции, и вывод этанола из сферы реакции **(5)**: уменьшение концентрации продуктов реакции увеличивает скорость реакции

спиртового брожения глюкозы, так как скорость обратной реакции сводится к нулю.

20.2 4, 5.

Пояснение:

Температура и площадь соприкосновения для данной реакции неактуальны, так как участвуют только газообразные вещества. Большее значение имеют давление, концентрация реагирующих веществ, природа реагирующих веществ, наличие катализатора или ингибитора. Выбираем уменьшение давления в системе **(4)**, уменьшение концентрации азота N_2 — исходного вещества **(5)**.

20.3 3, 4.

Пояснение:

В задании приведены металлы одной (II) группы. Все металлы, указанные в задании, взаимодействуют с водой, но реакции будут протекать с разной скоростью. Скорость реакции зависит от активности металла, а так как металлические свойства в группе сверху вниз возрастают, наибольшая скорость взаимодействия с водой будет у бария **(3)** и стронция **(4)**.

20.4 3, 5.

Пояснение:

Наибольшую скорость имеют реакции, протекающие в растворах. Согласно этому правилу, для ответа подходят реакции, указанные под цифрами **3** и **5**.

20.5 1, 3.

Пояснение:

Для реакций, идущих в растворах, давление никакого влияния не имеет. Повышение температуры и добавление катализатора — факторы, которые увеличивают скорость реакций. К уменьшению скорости реакции приводят уменьшение концентрации реагирующих веществ **(1)** и понижение температуры **(3)**.

21.1

А	Б	В
3	4	2

Пояснение:

Окислитель — это элемент, принимающий электроны, его степень окисления при этом понижается.

А) $S^{+4}O_2^{-2} + N^{+4}O_2^{-2} = S^{+6}O_3^{-2} + N^{+2}O^{-2}$ — в ходе реакции степень окисления изменяется у серы ($+4 \rightarrow +6$), значение степени окисления повышается, следовательно, это восстановитель: отдаёт электроны. Азот в ходе реакции тоже изменяет степень окисления ($+4 \rightarrow +2$) **(3)**, значение степени окисления понижается, следовательно, он принимает электроны и проявляет окислительные свойства.

Б) $2N^{-3}H_3^{+1} + 2Na^0 = 2Na^{+1}N^{-3}H_2^{+1} + H_2^0$ — в ходе реакции степень окисления изменяется у натрия ($0 \rightarrow +1$), значение степени окисления повышается, следовательно, это восстановитель: отдаёт электроны. Водород в ходе реакции тоже изменяет степень окисления ($+1 \rightarrow 0$) **(4)**, при этом значение степени окисления понижается, следовательно, он принимает электроны и проявляет окислительные свойства.

В) $4N^{+4}O_2^{-2} + O_2^0 + 2H_2^{+1}O^{-2} = 4N^{+1}N^{+5}O_3^{-2}$ — в ходе реакции степень окисления изменяется у азота ($+4 \rightarrow +5$), значение степени окисления повышается, следовательно, это восстановитель: отдаёт электроны. Кислород в ходе реакции тоже изменяет степень окисления ($0 \rightarrow -2$) **(2)**, значение степени окисления понижается, следовательно, он принимает электроны и проявляет окислительные свойства.

21.2

А	Б	В
2	1	3

Пояснение:

Элементы в минимальной степени окисления — только восстановители, в максимальной — только окислители, в промежуточной — и окислители, и восстановители.

А) Фосфор — элемент VA группы, имеет пять электронов на внешнем уровне. Максимальная степень окисления — $+5$, промежуточные — 0 и $+3$, минимальная — -3 . В задании P^{-3} в минимальной степени окисления, следовательно, может проявлять только восстановительные свойства **(2)**.

Б) Определим степень окисления азота в частице NO_3^- . Обозначим неизвестную степень окисления азота через x : $[N^xO_3^{-2}]^-$; составим и решим уравнение: $x - 6 = -1$, $x = +5$. Степень окисления азота в частице максимальная и равна номеру группы, следовательно, азот может проявлять только окислительные свойства **(1)**.

В) Марганец — элемент VIIB группы, имеет два электрона на внешнем уровне (как многие элементы побочных подгрупп). Максимальная степень окисления — $+7$, промежуточные — $+2$, $+4$, $+6$. В задании Mn^{+4} в промежуточной степени окисления, следовательно, может проявлять и окислительные, и восстановительные свойства **(3)**.

21.3

А	Б	В
4	1	2

Пояснение:

А) $Mn^{+2}CO_3^{-2} + K^{+1}Cl^{+5}O_3^{-2} \rightarrow Mn^{+4}O_2^{-2} + K^{+1}Cl^{-1} + C^{+4}O_2^{-2}$ — степень окисления понижается у хлора ($+5 \rightarrow -1$), это окислитель **(4)**.

Б) $\text{Cl}_2^0 + \text{I}_2^0 + \text{H}_2^{+1}\text{O}^{-2} \rightarrow \text{H}^{+1}\text{Cl}^{-1} + \text{H}^{+1}\text{I}^{+5}\text{O}_3^{-2}$ — степень окисления понижается у хлора ($0 \rightarrow -1$), это окислитель **(1)**.

В) $\text{K}_2^{+1}\text{Mn}^{+6}\text{O}_4^{-2} + \text{H}_2^{+1}\text{O}^{-2} \rightarrow \text{K}^{+1}\text{Mn}^{+7}\text{O}_4^{-2} + \text{Mn}^{+4}\text{O}_2^{-2} + \text{K}^{+1}\text{O}^{-2}\text{H}^{+1}$ — степень окисления понижается у марганца ($+6 \rightarrow +4$), это окислитель **(2)**.

21.4

А	Б	В
2	2	3

Пояснение:

Восстановители — атомы, молекулы или ионы, которые отдают электроны в процессе окисления ($-e$). Восстановители в окислительно-восстановительной реакции окисляются, степень окисления при этом повышается.

А) $\text{Fe}^{+3}\text{Cl}_3^{-1} + \text{H}^{+1}\text{I}^{-1} \rightarrow \text{Fe}^{+2}\text{Cl}_2^{-1} + \text{I}_2^0 + \text{H}^{+1}\text{Cl}^{-1}$ — степень окисления повышается у иода ($-1 \rightarrow 0$) **(2)**, это восстановитель.

Б) $\text{Fe}_3^{+2,+3}\text{O}_4^{-2} + \text{H}^{+1}\text{I}^{-1} \rightarrow \text{Fe}^{+2}\text{I}_2^{-1} + \text{I}_2^0 + \text{H}_2^{+1}\text{O}^{-2}$ — степень окисления повышается у иода ($-1 \rightarrow 0$) **(2)**, это восстановитель. Железная окалина представляет собой смесь двух оксидов $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$, в которой степень окисления у железа $+2$ в FeO и $+3$ в Fe_2O_3 .

В) $\text{K}^{+1}\text{Cl}^{+7}\text{O}_4^{-2} \rightarrow \text{K}^{+1}\text{Cl}^{-1} + \text{O}_2^0$ — степень окисления повышается у кислорода ($-2 \rightarrow 0$) **(3)**, это восстановитель.

21.5

А	Б	В
1	2	3

Пояснение:

Составим уравнения химических реакций для указанных веществ и по изменению степени окисления серы установим соответствие.

1) $\text{Cu}_2^{+1}\text{S}^{-2} + 2\text{O}_2^0 = 2\text{Cu}^{+2}\text{O}^{-2} + \text{S}^{+4}\text{O}_2^{-2}$ — сера меняет степень окисления ($-2 \rightarrow +4$) **(А)**.

2) $\text{H}_2^{+1}\text{S}^{-2} + \text{Br}_2^0 (\text{p-p}) = 2\text{H}^{+1}\text{Br}^{-1} + \text{S}^0$ — сера меняет степень окисления ($-2 \rightarrow 0$) **(Б)**.

3) $4\text{Mg}^0 + 5\text{H}_2^{+1}\text{S}^{+6}\text{O}_4^{-2} (\text{конц.}) = 4\text{Mg}^{+2}\text{S}^{+6}\text{O}_4^{-2} + \text{H}_2^{+1}\text{S}^{-2} + 4\text{H}_2^{+1}\text{O}^{-2}$ — сера меняет степень окисления ($+6 \rightarrow -2$) **(В)**.

22.1

А	Б	В	Г
4	4	2	4

Пояснение:

По правилу определения анодных продуктов бескислородные кислотные остатки дают простые вещества. Кислородсодержащие кислотные остатки и гидроксид-ионы в качестве продуктов образуют кислород.

А) Гидроксид натрия NaOH содержит гидроксид-ионы, значит, продуктом электролиза будет кислород **(4)**.

Б) Сульфат меди CuSO_4 содержит сульфат-ионы (кислородсодержащий кислотный остаток), при электролизе водного раствора этой соли на аноде выделится кислород **(4)**.

В) Хлорид цинка ZnCl_2 является солью бескислородной кислоты, анодным продуктом электролиза его раствора будет хлор (2).

Г) HNO_3 — кислородсодержащая кислота, поэтому анодным продуктом электролиза её раствора будет кислород (4).

22.2

А	Б	В	Г
2	2	1	1

Пояснение:

А) Иодид меди CuI_2 — соль, образована металлом, расположенным в электрохимическом ряду напряжений металлов правее водорода, на катоде будет выделяться медь (2).

Б) Нитрат меди $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ — соль, образована этим же металлом, даст на катоде тоже металлическую медь (2).

В) Сульфат калия K_2SO_4 — соль, образована активным металлом калием (расположен левее марганца), следовательно, катодным продуктом будет водород (1).

Г) Нитрат бария $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ — соль, образована активным металлом барием (расположен левее марганца), следовательно, катодным продуктом будет также водород (1).

22.3

А	Б	В	Г
1	1	3	4

Пояснение:

А) LiNO_3 — соль, образована металлом, расположенным в электрохимическом ряду напряжений металлов левее марганца, на катоде будет выделяться газообразный водород (1).

Б) CaBr_2 — соль, образована активным металлом, на катоде будет выделяться газообразный водород (1).

В) $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ — соль, образована металлом средней активности (расположен между марганцем и свинцом), следовательно, катодными продуктами будут и никель, и водород (3).

Г) AgNO_3 — соль, образована неактивным металлом — серебром, расположенным правее водорода, следовательно, катодным продуктом будет сам металл, то есть серебро (4).

22.4

А	Б	В	Г
1	1	3	1

Пояснение:

А) Нитрат магния $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ содержит нитрат-анионы, значит, продуктом электролиза по правилу будет кислород (1).

Б) Перхлорат кальция $\text{Ca}(\text{ClO}_4)_2$ содержит перхлорат-анионы (кислородсодержащий кислотный остаток), при электролизе водного раствора этой соли на аноде выделится кислород (1).

- В) Хлорид лития LiCl является солью бескислородной кислоты, анодным продуктом электролиза его раствора будет хлор (3).
- Г) Сульфат марганца MnSO_4 — соль кислородсодержащей кислоты, поэтому анодным продуктом электролиза его раствора будет кислород (1).

22.5

А	Б	В	Г
1	6	5	2

Пояснение:

А) CuCl_2 — соль, образована металлом, расположенным в электрохимическом ряду напряжений металлов правее водорода, следовательно, на катоде будет выделяться металлическая медь. Так как хлорид меди является солью бескислородной кислоты, анодным продуктом электролиза его раствора будет хлор. Таким образом, продуктами электролиза водного раствора хлорида меди будут металл и галоген (1).

Б) KF — соль, образована металлом, расположенным левее марганца, поэтому на катоде будет выделяться газообразный водород. Поскольку фторид калия содержит бескислородный фторид-анион, при электролизе водного раствора этой соли на аноде будет выделяться кислород (вспомним, что при электролизе водного раствора фторидов на аноде фтор не разряжается, вместо этого протекает процесс окисления воды с выделением газообразного кислорода). Набор продуктов электролиза водного раствора фторида калия — водород и кислород (6).

В) CaBr_2 — соль, образована металлом левее марганца, на катоде будет выделяться газообразный водород. Так как бромид кальция содержит бескислородный бромид-анион, при электролизе водного раствора этой соли на аноде будет выделяться бром. Итак, продуктами электролиза водного раствора бромида кальция будут водород и галоген (5).

Г) $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ — соль, образована металлом, расположенным правее водорода, поэтому на катоде будет восстанавливаться металлическая ртуть. Так как нитрат ртути является солью кислородсодержащей кислоты, анодным продуктом электролиза его раствора будет кислород. Набор продуктов электролиза для нитрата ртути — металл и кислород (2).

23.1

А	Б	В	Г
1	3	2	3

Пояснение:

Среда раствора соли устанавливается по сильному электролиту: если сильная кислота — среда кислая; если сильное основание — среда щелочная; если и кислота, и основание сильные — среда нейтральная.

А) FeSO_4 — соль сульфат железа(II), образована сильной кислотой (серной) и слабым основанием ($\text{Fe}(\text{OH})_2$ — нерастворимое в воде основание). Среда раствора кислая (1).

Б) K_2CO_3 — соль карбонат калия, образована сильным основанием (гидроксид калия растворим в воде) и слабой кислотой (угольная кислота относится к очень слабым кислотам и практически при нормальных условиях не существует). Среда раствора щелочная **(3)**.

В) $LiNO_3$ — соль нитрат лития, образована сильной азотной кислотой и сильным основанием (гидроксид калия растворим в воде). Среда раствора нейтральная **(2)**.

Г) $Ba(NO_2)_2$ — соль нитрит бария, образована сильным основанием (гидроксид бария растворим в воде, сильное основание) и слабой азотистой кислотой. Среда раствора устанавливается по сильному, значит, в ответе записываем **3**.

23.2

А	Б	В	Г
1	3	3	1

Пояснение:

Для установления среды растворов указанных веществ составим уравнения гидролиза.

А) Cl_2 — при введении хлора в воду он подвергается гидролизу. Среда раствора хлора кислая **(1)**.



Б) NH_3 (аммиак) — раствор «аммиак-вода» (аммиачная вода) характеризуется слабощелочной реакцией. Наличие гидроксид-ионов характеризует щелочную среду **(3)**.



В) NaH (гидрид натрия) — бинарное соединение. При взаимодействии с водой гидрид натрия подвергается гидролизу, при этом образуется гидроксид натрия, сильное основание, следовательно, среда щелочная **(3)**.



Г) H_2S (сероводород) — растворим в воде, раствор сероводорода проявляет свойства слабой кислоты. В растворе сероводород подвергается гидролизу, образуются ионы водорода, следовательно, среда раствора кислая **(1)**.



23.3

А	Б	В	Г
2	3	2	3

Пояснение:

В щелочной среде фенолфталеин меняет цвет на малиновый, а в кислой цвет фенолфталеина не меняется.

А) $BaCl_2$ — соль хлорид бария, образована сильной кислотой и сильным основанием, следовательно, гидролизу не подвергается. Среда раствора нейтральная, фенолфталеин в нейтральной среде бесцветный **(2)**.

Б) K_2SiO_3 — соль силикат калия, образована слабой кислотой (кремниевой) и сильным основанием (гидроксид калия). Соль гидролизу подвергается, среда щелочная. Фенолфталеин в щелочной среде малиновый (3).

В) Na_2SO_4 — соль сульфат натрия, образована сильной кислотой и сильным основанием, следовательно, гидролизу не подвергается. Среда раствора нейтральная, фенолфталеин бесцветный (2).

Г) Li_2S — соль сульфид лития, образована слабой кислотой (сероводородной) и сильным основанием (гидроксид лития). Соль гидролизу подвергается, среда щелочная. Фенолфталеин малиновый (3).

23.4

А	Б	В	Г
3	1	2	2

Пояснение:

Отношение к гидролизу или тип гидролиза устанавливается по слабому электролиту. Слабые основания — нерастворимые в воде основания (см. таблицу растворимости); слабые кислоты — ортофосфорная, сернистая, угольная, азотистая, кремниевая, плавиковая и др.

А) Соль хлорид калия образована сильной кислотой (соляной) и сильным основанием (гидроксид калия). Следовательно, гидролизу не подвергается (3).

Б) Соль нитрат цинка образована сильной кислотой (азотной) и слабым основанием (гидроксид цинка нерастворим в воде). Соль гидролизу подвергается по катиону (1).

В) Соль фосфат натрия образована слабой кислотой (ортофосфорной) и сильным основанием (гидроксид натрия растворим в воде и поэтому относится к сильным основаниям). Гидролиз по аниону (2).

Г) Гидрофосфат натрия представляет собой кислую соль, образованную слабой кислотой (фосфорной) и сильным основанием (гидроксидом натрия). Подвергается гидролизу по аниону (2).

23.5

А	Б	В	Г
1	4	1	2

Пояснение:

А) $Zn(NO_3)_2$ — соль нитрат цинка, образована сильной кислотой и слабым основанием, подвергается гидролизу. Среда раствора кислая, лакмус в кислой среде красный (1).

Б) KCl — соль хлорид калия, образована сильной кислотой и сильным основанием. Соль гидролизу не подвергается, среда нейтральная, в нейтральной среде лакмус фиолетовый (4).

В) $CuSO_4$ — соль сульфат меди, образована сильной кислотой и слабым основанием, гидролизу подвергается. Среда раствора кислая, лакмус в кислой среде красный (1).

Г) K_2S — соль сульфид калия, образована слабой кислотой и сильным основанием. Соль гидролизу подвергается, среда щелочная. Лакмус в щелочной среде синий (2).

23.6

А	Б	В	Г
4	3	1	5

Пояснение:

Для каждого вещества составим ионное уравнение гидролиза:

А) Молекулярное уравнение: $\text{FeBr}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Fe(OH)Br} + \text{HBr}$.

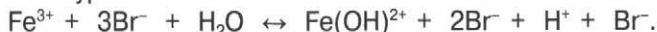
Полное ионное уравнение:



Краткое ионное уравнение: $\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Fe(OH)}^+ + \text{H}^+$ (4).

Б) Молекулярное уравнение: $\text{FeBr}_3 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Fe(OH)Br}_2 + \text{HBr}$.

Полное ионное уравнение:



Краткое ионное уравнение: $\text{Fe}^{3+} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Fe(OH)}^{2+} + \text{H}^+$ (3).

В) Молекулярное уравнение: $\text{Fe(OH)}_2\text{Br} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Fe(OH)}_3 + \text{HBr}$.

Полное ионное уравнение: $\text{Fe(OH)}_2^+ + \text{Br}^- + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Fe(OH)}_3 + \text{H}^+ + \text{Br}^-.$

Краткое ионное уравнение: $\text{Fe(OH)}_2^+ + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Fe(OH)}_3 + \text{H}^+$ (1).

Г) Молекулярное уравнение: $\text{Fe(OH)Br}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Fe(OH)}_2\text{Br} + \text{HBr}$.

Полное ионное уравнение:



Краткое ионное уравнение: $\text{Fe(OH)}^{2+} + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{Fe(OH)}_2^+ + \text{H}^+$ (5).

24.1

А	Б	В	Г
3	1	1	3

Пояснение:

А) $2\text{HI} (\text{г}) \leftrightarrow \text{H}_2 (\text{г}) + \text{I}_2 (\text{тв.}) - Q$ — число молей веществ до реакции равно числу молей веществ после реакции, следовательно, давление не влияет на смещение химического равновесия (3).

Б) $\text{C} (\text{г}) + 2\text{S} (\text{г}) \leftrightarrow \text{CS}_2 (\text{г}) + Q$ — число молей веществ до реакции больше, чем после (3 и 1), следовательно, давление надо повысить для смещения химического равновесия в сторону продуктов реакции (1).

В) $\text{C}_3\text{H}_6 (\text{г}) + \text{H}_2 (\text{г}) \leftrightarrow \text{C}_3\text{H}_8 (\text{г}) - Q$ — число молей веществ до реакции больше числа молей веществ после реакции (2 и 1), следовательно, давление надо повысить для смещения химического равновесия в сторону продуктов реакции (1).

Г) $\text{H}_2 (\text{г}) + \text{F}_2 (\text{г}) \leftrightarrow 2\text{HF} (\text{г}) + Q$ — число молей веществ до реакции равно числу молей веществ после реакции (2 и 2), следовательно, давление не влияет на смещение химического равновесия (3).

24.2

А	Б	В	Г
3	2	1	4

Пояснение:

А) $\text{C}_4\text{H}_{10} (\text{г}) \leftrightarrow \text{C}_4\text{H}_6 (\text{г}) + 2\text{H}_2 (\text{г}) - Q$ — реакция эндотермическая, температуру надо повысить. Водород — продукт реакции, следовательно, его концентрацию надо понизить (3).

Б) $\text{CO (г)} + \text{H}_2\text{O (г)} \leftrightarrow \text{CO}_2 \text{ (г)} + \text{H}_2 \text{ (г)} + Q$ — реакция экзотермическая, температуру надо понизить. Водород — продукт реакции, следовательно, его концентрацию надо понизить **(2)**.

В) $\text{H}_2 \text{ (г)} + \text{I}_2 \text{ (тв.)} \leftrightarrow 2\text{HI (г)} - Q$ — реакция эндотермическая — температуру надо повысить. Водород — исходное вещество в реакции (реагент), следовательно, его концентрацию надо повысить **(1)**.

Г) $\text{H}_2 \text{ (г)} + \text{F}_2 \text{ (г)} \leftrightarrow 2\text{HF (г)} + Q$ — реакция экзотермическая, температуру надо понизить. Водород — исходное вещество в реакции (реагент), следовательно, его концентрацию надо повысить **(4)**.

24.3

А	Б	В	Г
1	2	1	3

Пояснение:

А) Увеличение концентрации водорода смещает равновесие в сторону прямой реакции **(1)**, так как водород — исходное вещество, а увеличение концентрации реагирующих веществ всегда смещает равновесие вправо.

Б) Повышение температуры смещает равновесие для заданной реакции в обратную сторону **(2)**, поскольку реакция экзотермическая.

В) Повышение давления смещает равновесие в сторону продуктов реакции, так как до реакции число моль веществ больше, чем после реакции **(1)**.

Г) Использование катализатора не влияет на смещение химического равновесия **(3)**.

24.4

А	Б	В	Г
1	2	2	1

Пояснение:

А) $\text{C (тв.)} + \text{O}_2 \text{ (г)} \leftrightarrow \text{CO}_2 \text{ (г)} + Q$ — реакция экзотермическая, идёт с неизменным количеством моль в системе, поэтому понижение температуры будет способствовать увеличению выхода продукта реакции **(1)**, а давление влиять не будет.

Б) $\text{H}_2 \text{ (г)} + \text{I}_2 \text{ (тв.)} \leftrightarrow 2\text{HI (г)} - Q$ — реакция эндотермическая, идёт с неизменным количеством моль в системе, поэтому понижение температуры будет способствовать уменьшению выхода продукта реакции **(2)**, давление не будет влиять.

В) $6\text{HF (г)} + \text{N}_2 \text{ (г)} \leftrightarrow 2\text{NF}_3 \text{ (г)} + 3\text{H}_2 \text{ (г)} - Q$ — реакция эндотермическая, идёт с уменьшением количества моль в системе, поэтому понижение температуры и давления будет способствовать уменьшению выхода продукта реакции **(2)**.

Г) $2\text{O}_3 \text{ (г)} \leftrightarrow 3\text{O}_2 \text{ (г)} + Q$ — реакция экзотермическая, идёт с увеличением количества моль в системе, поэтому понижение температуры и давления будет способствовать увеличению выхода продукта реакции **(1)**.

24.5

А	Б	В	Г
1	2	3	3

Пояснение:

А) Удаление паров воды смещает равновесие в сторону прямой реакции (1), так как продукт реакции — вода, а уменьшение концентрации продуктов реакции смещает равновесие вправо.

Б) Повышение температуры смещает равновесие для заданной реакции в обратную сторону (2), поскольку реакция экзотермическая.

В) Повышение давления не влияет на смещение химического равновесия (3), потому что до реакции число моль веществ равно числу моль веществ после реакции.

Г) Использование катализатора не влияет на смещение химического равновесия (3).

25.1

А	Б	В	Г
4	5	4	2

Пояснение:

А) Пропен — представитель непредельных углеводородов (алкенов). Для алкенов качественными являются реакции обесцвечивания раствора бромной воды и раствора перманганата калия. Пропин — представитель непредельных углеводородов (алкинов), для которых качественными реакциями являются обесцвечивание раствора бромной воды и раствора перманганата калия, а для концевых алкинов (пропин относится к концевым алкинам) характерны реакции замещения (реакции проходят с аммиачным раствором оксида серебра или хлорида меди(II)). Вещества отличаются качественной реакцией с $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ (4).

Б) Анилин — представитель ароматических аминов, для которых качественной реакцией является взаимодействие с бромной водой с образованием белого осадка. Фенол также взаимодействует с бромной водой с образованием белого осадка. Одинаковая реакционная способность по отношению к раствору брома не позволяет различить вещества. Вспомним, что фенол можно ещё определить раствором хлорида железа(III) — это также качественная реакция. По этой реакции вещества различаются (5).

В) Глюкоза и сахароза — представители углеводов; глюкоза — класс гексоз (моносахарид, по строению альдегидоспирт), сахароза — дисахарид (молекула состоит из остатков глюкозы и фруктозы). Для глюкозы, как альдегидоспирта, качественными являются реакции по альдегидной группе (вступает в реакции окисления с аммиачным раствором оксида серебра и с гидроксидом меди(II) при нагревании), а также как многоатомный спирт с гидроксидом меди(II) без нагревания. Различия в свойствах — взаимодействие глюкозы с $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH}$ (4).

Г) Триолеин и тристеарин — представители сложных эфиров, жиры. Тристеарин образован остатками молекул глицерина и высших предельных карбоновых кислот. Триолеин образован остатками молекул глицерина и высших непредельных карбоновых кислот — олеиновой, это алкеновая кислота, для неё характерны все качественные реакции алкенов, а именно обесцвечивание раствора бромной воды и раствора перманганата калия. Вещества отличаются признаками реакции с бромной водой (2).

25.2

А	Б	В	Г
1	5	5	4

Пояснение:

А) Бензол — представитель ряда ароматических (аренов), а гексен — ряда этиленовых углеводородов (алкенов). Для алкенов качественные реакции — обесцвечивание раствора бромной воды и раствора перманганата калия. Бензол с бромной водой и перманганатом калия не взаимодействует. Среди указанных реагентов для определения веществ подходит бромная вода (5), так как по этой реакции вещества различаются.

Б) Бутин-1 и бутин-2 — непредельные углеводороды, относящиеся к классу алкинов. Качественные реакции для алкинов — обесцвечивание раствора бромной воды и раствора перманганата калия. Для терминальных алкинов (бутин-1) качественными являются реакции замещения (реакция с аммиачным раствором оксида серебра). По этой реакции терминальные алкины отличаются от других представителей ацетиленовых углеводородов. Реакции с аммиачным раствором оксида серебра (5) для бутин-2 не идут.

В) Качественные реакции глюкозы по альдегидной группе — это реакции с аммиачным раствором оксида серебра, с гидроксидом меди(II) при нагревании или с гидроксидом меди(II) без нагревания как многоатомный спирт. Сорбит тоже относится к многоатомным (шестиатомным) спиртам, для него характерны реакции с гидроксидом меди(II) без нагревания — сходство с глюкозой. Но, в отличие от глюкозы, у сорбита нет альдегидной группы, следовательно, эти вещества можно различить реакцией с аммиачным раствором оксида серебра (5).

Г) Пропионовая кислота и пропанол — вещества, относящиеся к классу карбоновых кислот (пропановая кислота) и классу предельных одноатомных спиртов (пропанол). Кислоты при взаимодействии с солями — карбонатами — выделяют газ. Спирты (пропанол) с солями не взаимодействуют (4).

25.3

А	Б	В	Г
2	1	4	5

Пояснение:

А) Исчезновение окраски раствора и выпадение белого осадка наблюдается при взаимодействии фенола с бромной водой — жёлтый

раствор в ходе реакции обесцвечивается, а фенол с бромом дают белый осадок 2,4,6-трибромфенол (2).

Б) Исчезновение окраски раствора и выпадение бурого осадка наблюдается при взаимодействии водного раствора перманганата калия с бромной водой. В ходе реакции выпадает осадок и изменяется цвет раствора, так как KMnO_4 (имеет розовый цвет раствора) переходит в осадок MnO_2 (1).



В) Обесцвечивание раствора без выпадения осадка наблюдается при взаимодействии непредельных углеводородов (пропен) с раствором бромной воды (жёлтый цвет) (4), реакция протекает с разрывом двойной связи и образованием 1,2-дибромпропана (раствора, не имеющего окраски).

Г) Образование раствора с интенсивной синей окраской наблюдается при взаимодействии многоатомных спиртов с гидроксидом меди(II) без нагревания. Среди указанных веществ есть этиленгликоль — двухатомный спирт, представитель многоатомных спиртов, для которого характерна качественная реакция с гидроксидом меди(II) с образованием раствора с синей окраской (5).

25.4

А	Б	В	Г
3	4	2	1

Пояснение:

Для определения признака реакции вспомним качественные реакции на вещества, указанные в задании, и визуальные эффекты реакций. Составим уравнения предложенных реакций.

А) $\text{CH}_3\text{CHO} + \text{Ag}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Ag} + \text{CH}_3\text{COOH} + \text{H}_2\text{O}$ (обязательное условие — присутствие NH_3). В ходе реакции выделяется металлическое серебро (3).

Б) $2\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 2\text{K} \rightarrow 2\text{C}_2\text{H}_5\text{OK} + \text{H}_2\uparrow$ — в ходе реакции выделяется газ (водород) (4).

В) $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CHO} + 2\text{Cu}(\text{OH})_2 \xrightarrow{t^\circ} \text{C}_6\text{H}_5-\text{COOH} + \text{Cu}_2\text{O}\downarrow + 2\text{H}_2\text{O}$ — в ходе реакции выпадает осадок тёмно-красного цвета (2).

Г) $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{Br}_2 (\text{p-p}) \rightarrow \text{C}_6\text{H}_5-\text{CHBr}-\text{CH}_2\text{Br}$ — стирол как непредельный углеводород обесцвечивает раствор бромной воды (1).

25.5

А	Б	В	Г
5	4	5	4

Пояснение:

А) Пропаналь $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CHO}$ — альдегид предельного ряда, для которого качественными реакциями являются окисление аммиачным раствором оксида серебра («серебряного зеркала») и гидроксидом меди(II) при нагревании (образуется осадок Cu_2O тёмно-красного цвета). Пропаналь также окисляется раствором перманганата калия, обесцвечивая его. о-Ксилол, как гомолог бензола, также окисляется

раствором KMnO_4 , обесцвечивая его. Вещества отличаются реакционной способностью по отношению к $\text{Cu}(\text{OH})_2$ (5).

Б) Ксилол и бензол — представители ароматических углеводородов (аренов). Ксилол, в отличие от бензола, окисляется раствором перманганата калия, обесцвечивая его. Бензол в реакции окисления с раствором KMnO_4 не вступает. Вещества отличаются по реакционной способности по отношению к KMnO_4 (4).

В) Этаналь $\text{CH}_3\text{—CHO}$ — альдегид предельного ряда, для которого качественными реакциями являются окисление аммиачным раствором оксида серебра («серебряного зеркала») и гидроксидом меди(II) при нагревании (образуется осадок Cu_2O тёмно-красного цвета). Этаналь также окисляется раствором перманганата калия, обесцвечивая его. Этиленгликоль как представитель многоатомных спиртов (двухатомный спирт) растворяет $\text{Cu}(\text{OH})_2$ с образованием раствора интенсивного синего цвета. Вещества отличаются реакционной способностью по отношению к $\text{Cu}(\text{OH})_2$ (5).

Г) Хлорэтан — представитель предельных углеводородов, а именно моногалогеналкан. Циклогексен — непредельный циклический углеводород с двойной связью. Качественными реакциями на двойную связь являются обесцвечивание растворов бромной воды и перманганата калия. Вещества отличаются по реакционной способности по отношению к KMnO_4 (4).

26.1

А	Б	В
3	1	2

Пояснение:

А) Бюретка — тонкая градуированная стеклянная трубка, открытая на одном конце и снабжённая запорным краном на другом. Предназначена для измерения определённого количества жидкости (3).

Б) Воронка Бюхнера применяется в химических лабораториях для фильтрования растворов с помощью фильтровальной бумаги под уменьшенным давлением (вакуумом) (1).

В) Хлоркальциевая трубка используется для очистки газов от механических загрязнений (2).

26.2

А	Б	В
3	1	2

Пояснение:

Для выполнения задания восстановим формулы мономеров, вспомним их названия и по названию мономера установим название полимера.

А) Мономер $\text{NH}_2\text{—}(\text{CH}_2)_5\text{—COOH}$ — представитель аминокислот, имеет шесть атомов углерода в основной цепи, следовательно, это аминокислотная, или аминокaproновая, кислота. Служит сырьём для получения капрона (3).

Б) Мономер $C_6H_5-CH=CH_2$ — винилбензол или стирол, полимером будет полистирол (1).

В) Мономер $CH_2=CHCl$ — хлорэтен, или хлорэтилен, или винилхлорид (2).

26.3

А	Б	В
1	4	3

Пояснение:

А) Смесь бензина и воды — две несмешивающиеся и не растворяющиеся друг в друге жидкости. Подобные смеси можно разделить, основываясь на различии их физических свойств — плотность бензина меньше плотности воды. Для начала их разделяют отстаиванием — бензин соберётся на поверхности воды. Затем с помощью делительной воронки разделяют на отдельные фракции (1).

Б) Смесь этилового спирта и воды — две смешивающиеся и растворимые друг в друге жидкости. Подобные смеси можно разделить, основываясь на различии их физических свойств — разных температурах кипения: у спирта она ниже, чем у воды. Поэтому эти жидкости можно разделить дистилляцией (4).

В) Смесь сульфата натрия и воды — однородная смесь, полученная растворением сульфата натрия в воде (сульфат натрия хорошо растворим в воде — определили по таблице растворимости), поэтому данную смесь можно разделить выпариванием (3).

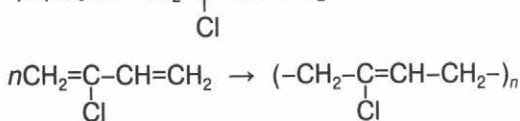
26.4

А	Б	В
1	2	3

Пояснение:

А) Этанол растворяет многие органические вещества, например сложные эфиры и т. д. (1).

Б) Хлоропрен — бесцветная жидкость, представитель диеновых углеводородов, его формула $CH_2=\underset{\text{Cl}}{\underset{|}{C}}-CH=CH_2$.



Используется, как и многие диены, для производства каучука, получают хлоропреновый каучук (2).

В) Формальдегид — это метаналь (представитель альдегидов). Для формальдегида характерна реакция поликонденсации с фенолом с образованием фенолформальдегидной смолы (или пластмассы) (3).

26.5

А	Б	В
3	2	1

Пояснение:

А) Процесс обжига заключается во взаимодействии пирита с кислородом при высокой температуре, ведётся в «кипящем слое» для полноты прохождения реакции **(3)**.

Б) Контактный аппарат применяется на второй стадии (окисления диоксида серы в триоксид). В контактном аппарате располжены полки с катализатором оксидом ванадия (V_2O_5) **(2)**.

В) Поглотительная башня используется для получения олеума. Поглощение триоксида серы ведётся по принципу противотока — орошением концентрированной серной кислотой **(1)**.

27.1 27 г.

Пояснение:

Для решения задачи используем формулу массовой доли растворённого вещества в растворе:

$$\omega = \frac{m(\text{р.в.})}{m(\text{р-ра})} \cdot 100 \, \%.$$

В приведённой формуле неизвестна только масса растворённого вещества, выведем её из формулы:

$$m(\text{KNO}_3) = \frac{m(\text{р-ра}) \cdot \omega(\text{KNO}_3)}{100 \, \%}.$$

Подставим данные в формулу и определим массу растворённого вещества:

$$m(\text{KNO}_3) = \frac{270 \cdot 10 \, \%}{100 \, \%} = 27 \, (\text{г}).$$

27.2 533 г.

Пояснение:

При разбавлении раствора водой масса растворённого вещества не изменяется, масса раствора увеличивается на массу добавленной воды. По формуле (выведенной из формулы массовой доли вещества в растворе) определим массу растворённого вещества:

$$m(\text{кислоты}) = \frac{m(\text{р-ра}) \cdot \omega(\text{кислоты})}{100 \, \%} = \frac{50 \cdot 70}{100} = 35 \, (\text{г}).$$

Масса вещества при добавлении воды не изменилась и в конечном растворе равна 35 г. Зная массу растворённого вещества и массовую

долю этого вещества в растворе, найдём массу нового (конечного) раствора по формуле:

$$m(p\text{-}pa) = \frac{m(\text{кислоты})}{\omega(\text{кислоты})} \cdot 100 \% = \frac{35}{6} \cdot 100 \% = 583,3 \text{ (г)}.$$

Зная массу конечного и начального растворов, можно определить массу добавленной воды по формуле:

$$\begin{aligned} m(\text{доб. H}_2\text{O}) &= m(\text{конечного p-ра}) - m(\text{начального p-ра}) = \\ &= 583,3 - 50 = 533,3 \text{ (г)}. \end{aligned}$$

27.3 4,4 %.

Пояснение:

Начальный раствор

$$m_1(p\text{-}pa) = 150 \text{ г}$$

$$\omega_1(\text{H}_2\text{SO}_4) = 5 \% = 0,05$$

Определим массу растворённого вещества в растворе:

$$m(v.) = \omega_1 \cdot m_1(p\text{-}pa) = 150 \cdot 0,05 = 7,5 \text{ (г)}.$$

Изменения с раствором

1) Масса добавленной воды: $m(\text{доб. H}_2\text{O}) = 20 \text{ г}$.

2) Масса растворённого вещества после добавления воды не изменилась.

Конечный раствор

$$\omega = \frac{m(p.v.)}{m(p\text{-}pa)} \cdot 100 \%.$$

Масса вещества в конечном растворе равна массе вещества в начальном растворе: $m(v.) = 7,5 \text{ г}$.

Масса нового (конечного) раствора после добавления воды:

$$m(p\text{-}pa) = m_1(p\text{-}pa) + m(\text{доб. H}_2\text{O});$$

$$M(p\text{-}pa) = 150 + 20 = 170 \text{ (г)}.$$

Подставим в формулу массовой доли растворённого вещества найденные значения массы вещества и массы раствора, получим:

$$\omega(v.) = \frac{7,5}{170} \cdot 100 \% = 4,4 \%.$$

27.4 21,67 %.

Пояснение:

Первый раствор

$$m_1(p\text{-}pa) = 80 \text{ г}$$

$$\omega_1(\text{HCl}) = 5 \% = 0,05$$

Определим массу растворённого вещества в первом растворе по формуле: $m_1(v.) = \omega_1 \cdot m_1(p\text{-}pa) = 80 \cdot 0,05 = 4 \text{ (г)}$.

Второй раствор

$$m_2(\text{р-ра}) = 160 \text{ г}$$

$$\omega_2(\text{HCl}) = 30 \% = 0,3$$

Определим массу растворённого вещества во втором растворе по формуле: $m_2(\text{в.}) = \omega_2 \cdot m_2(\text{р-ра}) = 160 \cdot 0,3 = 48 \text{ (г)}$.

Конечный раствор

$$\omega_3(\text{HCl}) = ?$$

Массу вещества в конечном растворе $m_3(\text{в.})$ определим по формуле: $m_3(\text{в.}) = m_1(\text{в.}) + m_2(\text{в.})$.

$$m_2(\text{в.}) = 4 + 48 = 52 \text{ (г)}$$

Масса нового (конечного) раствора после смешивания двух растворов соляной кислоты: $m_3(\text{р-ра}) = m_1(\text{р-ра}) + m_2(\text{р-ра})$.

$$m_3(\text{р-ра}) = 80 + 160 = 240 \text{ (г)}$$

Подставим в формулу массовой доли растворённого вещества найденные значения массы вещества и массы раствора, получим:

$$\omega_3(\text{HCl}) = \frac{52}{240} \cdot 100 \% = 21,67 \%$$

27.5 80,24 мл.

Пояснение:**Конечный раствор**

$$m_2(\text{р-ра}) = 1 \text{ кг} = 1000 \text{ г}$$

$$\omega_2(\text{кислоты}) = 6 \% = 0,06$$

Определим массу растворённого вещества в конечном растворе по формуле: $m_2(\text{в.}) = \omega_2 \cdot m_2(\text{р-ра}) = 1000 \cdot 0,06 = 60 \text{ (г)}$.

Изменения с раствором

Добавили воду (разбавили раствор), поэтому масса воды и раствора соответственно увеличилась. Масса растворённого вещества не изменилась.

Начальный раствор

Массу начального раствора обозначим через x : $m_1(\text{р-ра}) = x \text{ г}$.

$$\omega_1(\text{кислоты}) = 70 \% = 0,7$$

Масса вещества в конечном растворе равна массе вещества в начальном растворе: $m(\text{в.}) = 60 \text{ г}$.

Массу начального раствора определим по формуле:

$$m_1(\text{р-ра}) = \frac{m(\text{в.})}{\omega_1(\text{кислоты})} \cdot 100 \%$$

Подставим в формулу значения массы вещества и массы раствора и, решив уравнение, получим:

$$x = \frac{60}{0,7} = 85,7 \text{ \%}.$$

То есть масса начального раствора равна 85,7 г, тогда объём соответственно:

$$V(p) = \frac{m(p\text{-ра})}{\rho} = \frac{85,7}{1,068} = 80,24 \text{ (мл)}.$$

27.6 280 мл.

Пояснение:

Если для приготовления раствора берётся кристаллогидрат некоторой соли (а не сама безводная соль), то используется соотношение:

$$\frac{m(\text{в.})}{M(\text{в.})} = \frac{m(\text{кр.})}{M(\text{кр.})},$$

так как $n(\text{в.}) = n(\text{кр.})$, определим массу безводной соли, подставив все значения в формулу.

$$M(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3) = 242 \text{ г/моль}$$

$$M(\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}) = 404 \text{ г/моль}$$

$$\frac{M(\text{в.})}{242} = \frac{70}{404}$$

Из соотношения находим массу безводной соли: $m(\text{в.}) = 242 \cdot 70 : 404 = 42 \text{ (г)}$. По формуле определим массу раствора:

$$m(p\text{-ра}) = \frac{m(\text{в.})}{\omega(\text{соли})} \cdot 100 \% = \frac{42}{12} \cdot 100 \% = 350 \text{ (г)}.$$

Найдём объём воды, в котором надо растворить кристаллогидрат $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$:

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(p\text{-ра}) - m(\text{в.}) = 350 - 70 = 280 \text{ (г)}.$$

Так как плотность воды равна 1 г/мл, объём воды составляет 280 мл.

27.7 11,86 %.

Пояснение:

Начальный раствор

$$m_1(p\text{-ра}) = 250 \text{ г}$$

$$\omega_1(\text{KCl}) = 10 \% = 0,1$$

Определим массу растворённого вещества в растворе:

$$m_1(\text{в.}) = \omega_1 \cdot m_1(p\text{-ра}) = 250 \cdot 0,1 = 25 \text{ (г)}.$$

Изменения с раствором

1) Масса добавленной воды: $m(\text{доб. H}_2\text{O}) = 50 \text{ г}$.

2) Масса добавленного вещества: $m(\text{доб. KCl}) = 12 \text{ г.}$

Конечный раствор

$$\omega = \frac{m(\text{р.в.})}{m(\text{р-ра})} \cdot 100 \%$$

Массу вещества в конечном растворе $m_2(\text{в.})$ определим по формуле:
 $m_2(\text{в.}) = m_1(\text{в.}) + m(\text{доб. KCl}).$

$$m_2(\text{в.}) = 25 + 12 = 37 \text{ (г)}$$

Масса нового (конечного) раствора после добавления соли и воды:
 $m_2(\text{р-ра}) = m_1(\text{р-ра}) + m(\text{доб. H}_2\text{O}) + m_1(\text{в.}).$

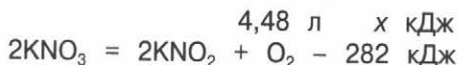
$$m_2(\text{р-ра}) = 250 + 50 + 12 = 312 \text{ (г)}$$

Подставим в формулу массовой доли растворённого вещества найденные значения массы вещества и массы раствора, получим:

$$\omega(\text{KCl}) = \frac{37}{312} \cdot 100 \% = 11,86 \%$$

28.1 13,98 кДж.

Пояснение:



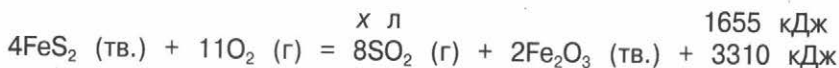
Для кислорода вычислим объём по известному количеству вещества (= 1) и молярному объёму: $V_m = 22,4 \text{ л/моль.}$

$$V = n \cdot V_m = 1 \cdot 22,4 = 22,4 \text{ (л)}$$

$$\frac{4,48}{22,4} = \frac{x}{69,8}; \quad x = 13,98.$$

28.2 89,6 л.

Пояснение:



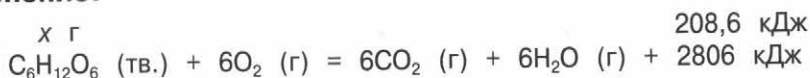
Для оксида серы(IV) вычислим объём по известному количеству вещества (= 8) и молярному объёму: $V_m = 22,4 \text{ л/моль.}$

$$V = n \cdot V_m = 8 \cdot 22,4 = 179,2 \text{ (л)}$$

$$\frac{x}{179,2} = \frac{1655}{3310}; \quad x = 89,6.$$

28.3 18 г.

Пояснение:



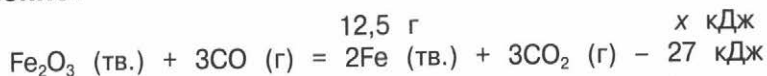
Для глюкозы вычислим массу по известному количеству вещества (= 1) и молярной массе: $M(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 180 \text{ г/моль}$.

$$m(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = n \cdot M = 1 \cdot 180 = 180 \text{ (г)}$$

$$\frac{x}{180} = \frac{208,6}{2086}; \quad x = 18.$$

28.4 3 кДж.

Пояснение:



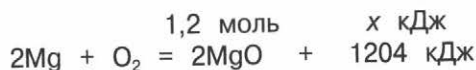
Для железа вычислим массу по известному количеству вещества (= 2) и молярной массе: $M(\text{Fe}) = 56 \text{ г/моль}$.

$$m(\text{Fe}) = n \cdot M = 2 \cdot 56 = 112 \text{ (г)}$$

$$\frac{12,5}{112} = \frac{x}{27}; \quad x = 3.$$

28.5 722,4 кДж.

Пояснение:

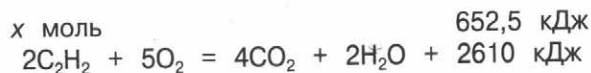


По уравнению реакции дано 2 моль оксида магния. Составляем пропорцию и вычисляем:

$$\frac{1,2}{2} = \frac{x}{1204}; \quad x = 722,4.$$

28.6 0,5 моль.

Пояснение:

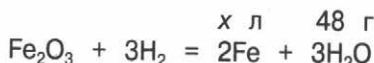


По уравнению реакции 2 моль ацетилена вступает в реакцию. Составляем пропорцию и вычисляем:

$$\frac{x}{2} = \frac{652,5}{2610}; \quad x = 0,5.$$

29.1 28,8 г.

Пояснение:



Для водорода рассчитаем объём согласно уравнению реакции (так как объём дан по условию задачи); по уравнению реакции водорода 3 моль, следовательно, объём составит:

$$V(\text{H}_2) = n \cdot V_m = 3 \cdot 22,4 = 67,2 \text{ (л)}.$$

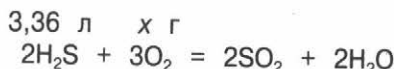
Для железа рассчитаем массу согласно уравнению реакции (так как масса дана по условию задачи); по уравнению реакции 2 моль железа, следовательно, масса этих 2 моль составляет:

$$m(\text{Fe}) = n \cdot M = 2 \cdot 56 = 112 \text{ (г)}.$$

$$\frac{x}{67,2} = \frac{48}{112}; \quad x = 28,8.$$

29.2 4,8 г.

Пояснение:



Для сероводорода рассчитаем объём согласно уравнению реакции (так как объём дан по условию задачи); по уравнению реакции сероводорода 2 моль, следовательно, объём 2 моль составляет:

$$V(\text{H}_2\text{S}) = n \cdot V_m = 2 \cdot 22,4 = 44,8 \text{ (л)}.$$

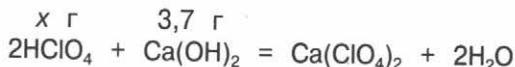
Для кислорода рассчитаем массу согласно уравнению реакции (так как масса дана по условию задачи); по уравнению реакции 3 моль кислорода, следовательно, масса этих 3 моль составляет:

$$m(\text{O}_2) = n \cdot M = 3 \cdot 32 = 96 \text{ (г)}.$$

$$\frac{3,36}{44,8} = \frac{x}{96}; \quad x = 7,2.$$

29.3 100,5 г.

Пояснение:



Для хлорной кислоты рассчитаем массу согласно уравнению реакции (так как масса дана по условию задачи); по уравнению реакции хлорной кислоты 2 моль, следовательно, масса этих 2 моль составляет: $M(\text{HClO}_4) = 100,5 \text{ г/моль}$.

$$m(\text{HClO}_4) = n \cdot M = 2 \cdot 100,5 = 201 \text{ (г)}$$

Для гидроксида кальция рассчитаем массу согласно уравнению реакции (так как масса дана по условию задачи); по уравнению реакции 1 моль кислорода, следовательно, масса 1 моль составляет:

$$m(\text{Ca(OH)}_2) = n \cdot M = 1 \cdot 74 = 74 \text{ (г)}.$$

$$\frac{x}{201} = \frac{3,7}{74}; \quad x = 100,5.$$

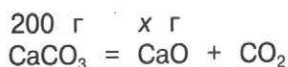
29.4 112 г.

Пояснение:



Определим массу чистого карбоната кальция, для этого воспользуемся формулой: $m = \omega \cdot m(\text{смеси})$.

$$M(\text{чист. CaCO}_3) = 0,8 \cdot 250 = 200 \text{ (г)}$$



Для карбоната кальция рассчитаем массу согласно уравнению реакции (так как масса дана по условию задачи); по уравнению реакции карбоната кальция 1 моль, следовательно, масса 1 моль равна: $M(\text{CaCO}_3) = 100 \text{ г/моль}$.

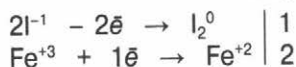
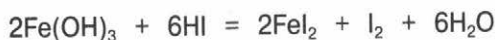
$$m(\text{CaCO}_3) = n \cdot M = 1 \cdot 100 = 100 \text{ (г)}$$

Для оксида кальция рассчитаем массу согласно уравнению реакции (так как масса дана по условию задачи); по уравнению реакции 1 моль оксида кальция, следовательно, масса 1 моль составляет: $M(\text{CaO}) = 56 \text{ г/моль}$.

$$m(\text{CaO}) = n \cdot M = 1 \cdot 56 = 56 \text{ (г)}$$

$$\frac{200}{100} = \frac{x}{56}; \quad x = 112.$$

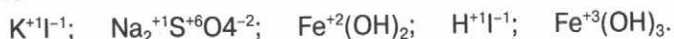
30.1 **Вариант ответа:**



HI — восстановитель, за счёт иода в степени окисления -1 .

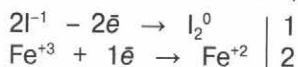
Fe(OH)_3 — окислитель, за счёт железа в степени окисления $+3$.

Пояснение:



В гидроксиде железа(III) элемент находится в высшей степени окисления (Fe^{+3}), следовательно, может понижать свою степень окисления. В иодиде калия и иодоводородной кислоте — в низшей степени окисления, значит, может повышать свою степень окисления. Для

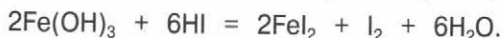
уравнения реакции берём кислоту и основание; продуктами могут быть соль железа(II), чистый иод (простое вещество) и вода.



HI — восстановитель, за счёт иода в степени окисления -1 .

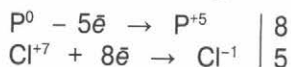
$\text{Fe}(\text{OH})_3$ — окислитель, за счёт железа в степени окисления $+3$.

Расставим коэффициенты согласно электронному балансу:



Проверим количество атомов кислорода до и после реакции: равное, значит, уравнение реакции составлено верно и можно записать ответ.

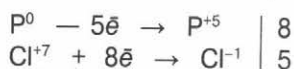
30.2 Вариант ответа:



P — восстановитель.

HClO_4 — окислитель, за счёт хлора в степени $+7$ (Cl^{+7}).

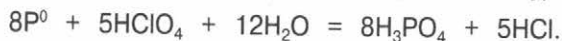
Пояснение:



P — восстановитель.

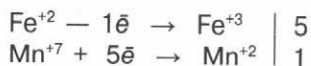
HClO_4 — окислитель, за счёт хлора в степени $+7$ (Cl^{+7}).

Расставим коэффициенты и добавим в левую часть уравнения воду:



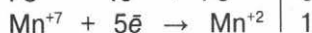
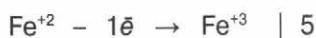
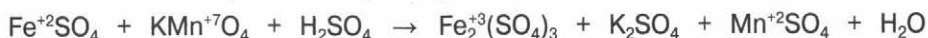
Проверим количество атомов кислорода до и после реакции: равное, значит, уравнение реакции составлено верно и можно записать ответ.

30.3 Вариант ответа:



FeSO_4 — восстановитель, за счёт железа в степени окисления $+2$ (Fe^{+2}).

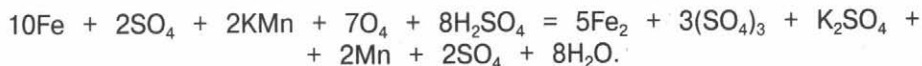
KMnO_4 — окислитель, за счёт марганца в степени $+7$ (Mn^{+7}).

Пояснение:

FeSO_4 — восстановитель, за счёт железа в степени окисления +2 (Fe^{+2}).

KMnO_4 — окислитель, за счёт марганца в степени +7 (Mn^{+7}).

Расставим коэффициенты в уравнении реакции согласно электронному балансу и добавим в левую часть уравнения воду:



Проверим количество атомов кислорода до и после реакции: равное, значит, уравнение реакции составлено верно и можно записать ответ.

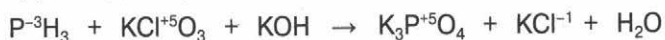
30.4 Вариант ответа:

PH_3 — восстановитель, за счёт фосфора в степени окисления -3 (P^{-3}).

KClO_3 — окислитель, за счёт хлора в степени +5 (Cl^{+5}).

Пояснение:

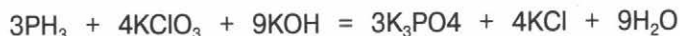
Только хлорат натрия ($\text{NaCl}^{+5}\text{O}_3$) и фосфин (P^{-3}H_3) могут вступать в окислительно-восстановительные реакции, так как хлорат — сильный окислитель, а фосфин — восстановитель. В качестве среды используем гидроксид натрия, тогда продуктами реакции будут соли.



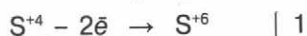
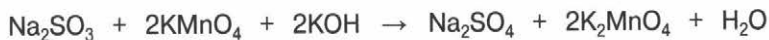
PH_3 — восстановитель, за счёт фосфора в степени окисления -3 (P^{-3}).

KClO_3 — окислитель, за счёт хлора в степени +5 (Cl^{+5}).

Расставим коэффициенты в уравнении реакции согласно электронному балансу:



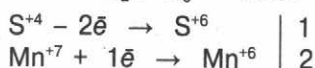
Проверим количество атомов кислорода до и после реакции: равное, значит, уравнение реакции составлено верно и можно записать ответ.

30.5 Вариант ответа:

Na_2SO_3 — восстановитель, за счёт серы в степени окисления +4 (S^{+4}).
 KMnO_4 — окислитель, за счёт марганца в степени +7 (Mn^{+7}).

Пояснение:

Из предложенных веществ перманганат калия — сильный окислитель, а сульфит натрия может выступать как в роли окислителя, так и в роли восстановителя, поэтому для написания окислительно-восстановительной реакции можно взять эти два вещества. При составлении уравнения реакции в качестве среды можно взять щёлочь (гидроксид калия), продуктами данного взаимодействия будут соли.

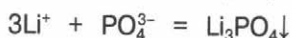
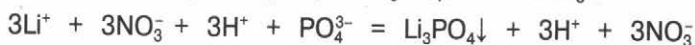
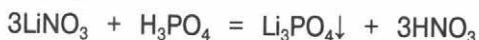


Na_2SO_3 — восстановитель, за счёт серы в степени окисления +4 (S^{+4}).
 KMnO_4 — окислитель, за счёт марганца в степени окисления +7 (Mn^{+7}).
 Расставим коэффициенты в уравнении реакции согласно электронному балансу:



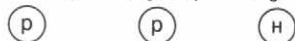
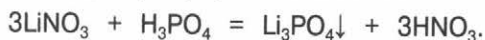
Проверим количество атомов кислорода до и после реакции: равное, значит, уравнение реакции составлено верно и можно записать ответ.

31.1 Вариант ответа:

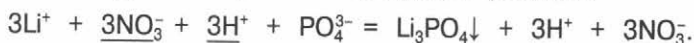


Пояснение:

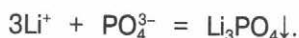
По таблице растворимости определим растворимость указанных веществ в воде. Все вещества, кроме фосфора, в воде растворимы, следовательно, в растворе есть ионы лития, натрия, водорода, а также нитрат-, бромат-, сульфат-, ортофосфат-анионы. Из перечисленных ионов катион лития и ортофосфат-анион могут при взаимодействии друг с другом образовать нерастворимый осадок — ортофосфат лития. Составим молекулярное уравнение реакции ионного обмена между нитратом лития и ортофосфорной кислотой:

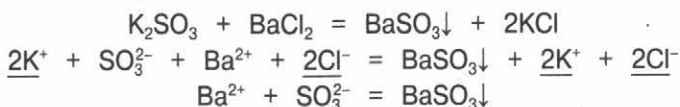


Составим полное ионно-молекулярное уравнение реакции с учётом диссоциации исходных веществ и продуктов реакции:

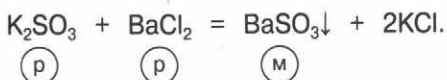


Приведём подобные, сократив одинаковые ионы до и после знака равенства, и запишем сокращённое ионно-молекулярное уравнение:



**Пояснение:**

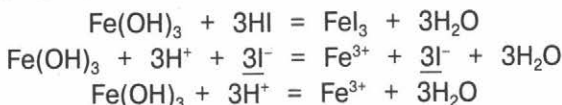
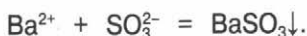
По таблице растворимости определим растворимость указанных веществ в воде. Все вещества, кроме оксида бария, в воде растворимы, следовательно, в растворе есть ионы калия, бария, а также сульфит-, хлорид-, гидроксид-, перманганат-анионы. Из перечисленных ионов катион бария и сульфит-анион могут при взаимодействии друг с другом образовать малорастворимое вещество — сульфит бария, которое в водном растворе находится в виде молекул. Составим молекулярное уравнение реакции ионного обмена между сульфитом калия и хлоридом бария:



Составим полное ионно-молекулярное уравнение реакции с учётом диссоциации исходных веществ и продуктов реакции:



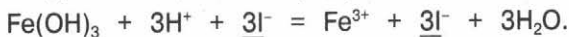
Приведём подобные, сократив одинаковые ионы до и после знака равенства, и запишем сокращённое ионно-молекулярное уравнение:

**Пояснение:**

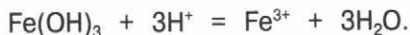
По таблице растворимости определим растворимость указанных веществ в воде. Все вещества, кроме гидроксида железа(III), в воде растворимы, следовательно, в растворе есть ионы калия, лития, водорода, а также сульфат-, иодид-, нитрат-, карбонат-анионы. Из перечисленных веществ гидроксид железа(III) и иодоводородная кислота могут при взаимодействии друг с другом образовать малодиссоциирующее вещество — воду. Составим молекулярное уравнение реакции ионного обмена:



Составим полное ионно-молекулярное уравнение реакции с учётом диссоциации исходных веществ и продуктов реакции:



Приведём подобные, сократив одинаковые ионы до и после знака равенства, и запишем сокращённое ионно-молекулярное уравнение:



32.1 Вариант ответа:

- 1) $\text{HI} + \text{NaHCO}_3 = \text{NaI} + \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- 2) $6\text{NaI} + \text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 7\text{H}_2\text{SO}_4 = 3\text{I}_2 + 4\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 7\text{H}_2\text{O}$
- 3) $2\text{Al} + 3\text{I}_2 = 2\text{AlI}_3$
- 4) $2\text{AlI}_3 + 3\text{Na}_2\text{S} + 6\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al}(\text{OH})_3\downarrow + 3\text{H}_2\text{S}\uparrow + 6\text{NaI}$

Пояснение:

Вторая реакция — окислительно-восстановительная, так как элементы находятся в минимально низкой (HI) и максимально высокой ($\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) степени окисления. В ходе четвёртой реакции идёт так называемый совместный гидролиз (взаимодействие одного из продуктов реакции с водой).

32.2 Вариант ответа:

- 1) $3\text{Cl}_2 + 6\text{KOH} = 5\text{KCl} + \text{KClO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 2) $6\text{HCl} + \text{KClO}_3 = 3\text{Cl}_2\uparrow + \text{KCl} + 3\text{H}_2\text{O}$
- 3) $2\text{Fe} + 3\text{Cl}_2 = 2\text{FeCl}_3$
- 4) $2\text{FeCl}_3 + \text{Fe} = 3\text{FeCl}_2$

Пояснение:

В зависимости от условий (на холоде или при нагревании) при взаимодействии хлора со щёлочью образуются разные продукты. Бертолетова соль — сильный окислитель, при взаимодействии её с концентрированной соляной кислотой (HCl) выделяется свободный хлор. Хлор, активный неметалл, вступает в реакции взаимодействия с металлами. Если в атмосферу хлора внести раскалённое железо, то в результате реакции образуется хлорид железа(III). Образовавшийся хлорид железа(III) растворили в воде и получили раствор, в который внесли железный порошок. Железо в соединениях может повышать или понижать свою степень окисления, и соли трёхвалентного железа являются слабыми окислителями.

32.3 Вариант ответа:

- 1) $4\text{NO}_2 + \text{O}_2 + 4\text{KOH} = 4\text{KNO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 2) $2\text{KNO}_3 = 2\text{KNO}_2 + \text{O}_2$
- 3) $2\text{KNO}_2 + 2\text{KI} + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = \text{I}_2 + 2\text{NO} + 2\text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 4) $3\text{I}_2 + 6\text{NaOH} = 5\text{NaI} + \text{NaIO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$

Пояснение:

Кислотные оксиды при взаимодействии с водой образуют кислоты. При взаимодействии диоксида азота с водой в присутствии кислорода образуется азотная кислота. Соль нитрат калия высушили и прокалили, при этом образовались нитрит калия (вспомним разложение нитратов) и кислород. Нитрат калия растворили в воде (растворили — реакции нет), а раствор смешали с сильным восстановителем (иодидом калия) в присутствии серной кислоты. Это окислительно-

восстановительная реакция, в ходе которой азот и иод (в данной реакции будет восстановителем, так как иод в минимальной степени окисления) меняют степень окисления, при этом выделяются свободный иод и монооксид азота. Далее галоген взаимодействует с раствором щёлочи при нагревании.

32.4 Вариант ответа:

- 1) $\text{SiC} + 2\text{O}_2 = \text{SiO}_2 + \text{CO}_2\uparrow$
- 2) $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}\uparrow$
- 3) $\text{CO} + \text{Cl}_2 + 4\text{KOH} = \text{K}_2\text{CO}_3 + 2\text{KCl} + 2\text{H}_2\text{O}$
- 4) $3\text{K}_2\text{CO}_3 + 2\text{AlBr}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Al(OH)}_3\downarrow + 6\text{KBr} + 3\text{CO}_2\uparrow$

Пояснение:

При высокой температуре карбид кремния сгорает в кислороде с образованием двух оксидов: диоксида кремния и диоксида углерода. Взаимодействие диоксида углерода и угля относится к реакциям присоединения, поскольку приводит к образованию одного сложного вещества — монооксида углерода CO. Данное уравнение может быть только окислительно-восстановительным, причём углерод будет повышать, а хлор — понижать свою степень окисления. Следовательно, продуктами реакции могут быть карбонат калия и хлорид калия. К полученному раствору соли добавили раствор бромида алюминия. В ходе реакции идёт так называемый совместный гидролиз (взаимодействие одного из продуктов реакции с водой), в результате которого образуется осадок и выделяется газ.

33.1 Вариант ответа:

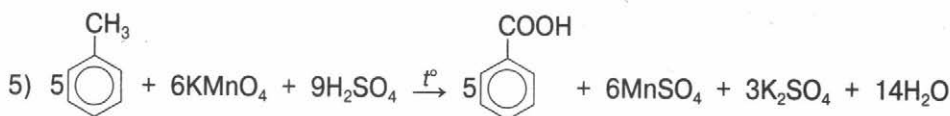
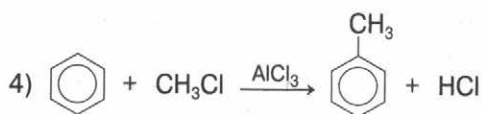
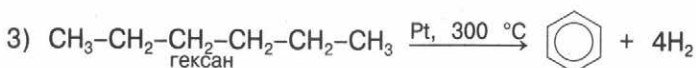
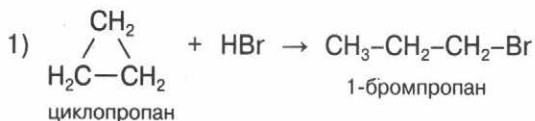
- 1) $\text{CH}_3\text{--CH}_2\text{--CH}_3 \xrightarrow{t^\circ} \text{CH}_2\text{=CH--CH}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 2) $3\text{CH}_2\text{=CH--CH}_3 + 2\text{KMnO}_4 + 4\text{H}_2\text{O} \xrightarrow{0^\circ\text{C}} \underset{\text{OH}}{\underset{\text{OH}}{3\text{CH}_2\text{--CH--CH}_3}} + 2\text{MnO}_2 + 2\text{KOH}$
- 3) $\underset{\text{OH}}{\underset{\text{OH}}{\text{CH}_2\text{--CH--CH}_3}} + 2\text{HBr} \rightarrow \underset{\text{Br}}{\underset{\text{Br}}{\text{CH}_2\text{--CH--CH}_3}} + 2\text{H}_2\text{O}$
- 4) $\underset{\text{Br}}{\underset{\text{Br}}{\text{CH}_2\text{--CH--CH}_3}} + 2\text{KOH} \rightarrow \text{CH}\equiv\text{C--CH}_3 + 2\text{KBr} + 2\text{H}_2\text{O}$
- 5) $\text{CH}\equiv\text{C--CH}_3 + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Hg}^{+2}, \text{H}_2\text{SO}_4, t^\circ\text{C}} \text{CH}_3\text{--}\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}\text{--CH}_3$

Пояснение:

Алкан C_3H_8 образует алкены при реакции дегидрирования. Для алкенов характерны реакции неполного окисления раствором перманганата калия в водной, кислотной и щелочной среде. Продуктом реакции является пропандиол-1,2 (X_1), который дальше взаимодействует с избытком бромоводорода, образуя 1,2-дибромпропан. Диалогенал-

кан (X_2), вступая в реакцию с избытком щелочи в спиртовом растворе (это один из способов получения алкинов), образует пропин (X_3), затем, взаимодействуя с водой в присутствии катализатора (солей ртути Hg^{2+}), даёт кетон (X_4).

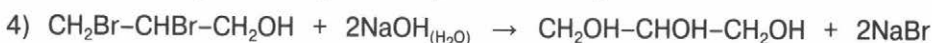
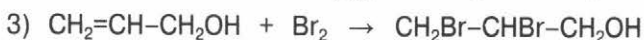
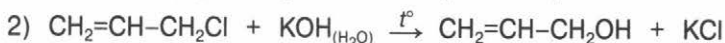
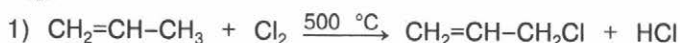
33.2 Вариант ответа:

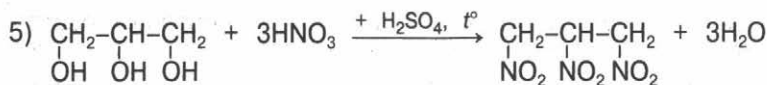


Пояснение:

Исходным веществом является циклоалкан (относится к группе малых циклов). Для этих углеводородов характерны реакции присоединения, протекающие с разрывом цикла. Так как образующееся вещество — моногалогеналкан, то к циклопропану добавили бромоводород. К полученному 1-бромпропану добавили натрий. Это реакция Вюрца, которая проходит с удлинением цепи углеводорода. В результате образуется гексан (X_1), который при температуре и в присутствии катализатора подвергается дегидрированию и ароматизации, после чего образуется бензол (X_2). Из бензола по схеме получают толуол. Подобная реакция — это реакция алкилирования, или взаимодействие с моногалогеналканами при температуре и в присутствии катализатора. В результате получили толуол, который дальше по схеме окисляется подкисленным раствором перманганата калия с образованием бензойной кислоты (X_3).

33.3 Вариант ответа:





Пояснение:

Исходным веществом является алкен (непредельный углеводород с одной двойной углерод-углеродной связью). Хлорирование при низких температурах (до 250 °С) ведёт преимущественно к присоединению хлора по двойной связи, как это обычно имеет место в случае олефинов с прямыми цепями: $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_2\text{Cl}-\text{CHCl}-\text{CH}_3$. Такой продукт реакции не удовлетворяет условию превращений схемы, поэтому обратим внимание на температуру и вспомним, что горячее хлорирование (при 500—550 °С) даёт главным образом замещённые продукты, например **аллилхлорид** (X_1). Полученное вещество взаимодействует с водным раствором щёлочи, образуется непредельный **аллиловый спирт** (X_2), который может дальше взаимодействовать с бромом с разрывом двойной углерод-углеродной связи. В результате реакции получаем **2,3-дибромпропанол-1** (X_3). Это вещество является исходным для получения глицерина. Глицерин, как многоатомный спирт, будет взаимодействовать с избытком азотной кислоты в присутствии серной (нитрирующая смесь) и при температуре, образуя тринитроглицерин (X_4).

34.1 Вариант ответа:



Находим массу чистого железа: $m(\text{Fe}) = m(\text{смеси}) - m(\text{примесей})$.

$$m(\text{примесей}) = m(\text{смеси}) \cdot \omega(\text{примесей}) = 10 \cdot 0,12 = 1,2 \text{ г}$$

$$m(\text{Fe}) = 10 - 1,2 = 8,8 \text{ г}$$

Находим количество вещества железа по формуле: $n = m : M$.

$$n(\text{Fe}) = 8,8 : 56 = 0,157 \text{ моль}$$

$$n(\text{Fe}) = n(\text{H}_2) = 0,157 \text{ моль}$$

$$V(\text{H}_2) = n \cdot V_m = 0,157 \cdot 22,4 = 3,5 \text{ л}$$

Определим массовую долю соляной кислоты в полученном растворе. Для начала решим, что если в задаче надо определить долю кислоты, которая прореагировала с железом, значит, кислота не вся вступила в реакцию и осталась в растворе. Определим массу кислоты, которая вступила в реакцию, по формуле.

$$m = n \cdot M, M(\text{HCl}) = 36,5 \text{ г/моль}$$

$$n(\text{Fe}) : n(\text{HCl}) = 1 : 2 \leftrightarrow n(\text{HCl}) = 2 \cdot n(\text{Fe}) = 2 \cdot 0,157 = 0,314 \text{ моль}$$

$$m(\text{вступ.}) (\text{HCl}) = 0,314 \cdot 36,5 = 11,46 \text{ г}$$

Вычислим исходную массу кислоты.

$$m(\text{HCl}) = \omega \cdot m(\text{р-ра}) \cdot \rho = 0,15 \cdot 250 \cdot 1,075 = 48,3125 \text{ г} = 48,31 \text{ г}$$

$$m(\text{оставш.}) (\text{HCl}) = 48,31 - 11,46 = 36,85 \text{ г}$$

$$m(\text{получ. р-ра}) = m(\text{исх. р-ра HCl}) + m(\text{Fe}) - m(\text{H}_2)$$

$$m(\text{исх. р-ра}) (\text{HCl}) = 250 \cdot 1,075 = 268,75 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2) = 0,157 \cdot 2 = 0,314 \text{ г}$$

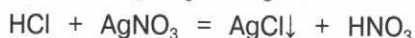
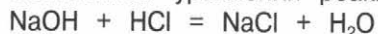
$$m(\text{получ. р-ра}) = 268,75 + 8,8 - 0,314 = 277,236 \text{ г}$$

$$\omega(\text{HCl остаток}) = 36,85 : 277,236 = 0,133, \text{ или } 13,3 \%$$

$$\omega(\text{HCl остаток}) = 13,3 \%$$

34.2 Вариант ответа:

Составляем уравнения реакций, расставляем коэффициенты.



Находим количества веществ по формуле: $n = m : M$.

$$m = \omega(\text{NaOH}) \cdot m(\text{р-ра}) = 0,02 \cdot 150 = 3 \text{ г}$$

$$n(\text{NaOH}) = 3 : 40 = 0,075 \text{ моль}$$

$$m = \omega(\text{AgNO}_3) \cdot m(\text{р-ра}) = 0,1 \cdot 170 = 17 \text{ г}$$

$$n(\text{AgNO}_3) = 17 : 170 = 0,1 \text{ моль}$$

По расчётам видно, сколько хлорида натрия образовалось.

$$n(\text{NaOH}) = n(\text{NaCl}) = 0,075 \text{ моль}$$

$$n(\text{NaCl}) = n(\text{AgNO}_3) = 0,075 \text{ моль}$$

Определим массу осадка во втором уравнении реакции.

$$m(\text{AgCl}) = 0,075 \cdot 143,5 = 10,76 \text{ г}$$

Определим количество вещества нитрата серебра, необходимого для полного осаждения ионов хлора. Всего в растворе было 0,1 моль нитрата серебра, осталось для реакции с соляной кислотой:

$$n(\text{AgNO}_3 \text{ остаток}) = 0,1 - 0,075 = 0,025 \text{ моль.}$$

Определим массу осадка в третьем уравнении реакции.

$$m(\text{AgCl}) = 0,025 \cdot 143,5 = 3,59 \text{ г}$$

$$m(\text{всего}) (\text{AgCl}) = 10,76 + 3,59 = 14,35 \text{ г}$$

Рассчитаем массу соляной кислоты, вступившей в первую и третью реакцию, найдём исходную массу соляной кислоты.

$$n(\text{NaOH}) = n(\text{HCl}) = 0,075 \text{ моль}$$

$$m(\text{HCl}) = 0,075 \cdot 36,5 = 2,74 \text{ г}$$

$$n(\text{AgNO}_3) = n(\text{HCl}) = 0,075 \text{ моль}$$

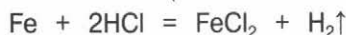
$$m(\text{HCl}) = 0,025 \cdot 36,5 = 0,9 \text{ г}$$

$$m(\text{исх.}) (\text{HCl}) = 2,74 + 0,9 = 3,64 \text{ г}$$

Определим массу раствора соляной кислоты.

$m(\text{p-ра HCl}) = m(\text{HCl}) : \omega = 3,64 : 0,08 = 45,5 \text{ г}$
 $m(\text{всего}) (\text{AgCl}) = 14,35 \text{ г}; m(\text{p-ра HCl}) = 45,5 \text{ г}$

34.3 Вариант ответа:



Находим количества веществ по формуле: $n = m : M$.

$$m(\text{Fe}) = \omega(\text{Fe}) \cdot m(\text{смеси}) = (1 - 0,3) \cdot 12 = 8,4 \text{ г}$$

$$n(\text{Fe}) = 8,4 : 56 = 0,15 \text{ моль}$$

$$m(\text{HCl}) = \omega(\text{HCl}) \cdot m(\text{p-ра}) = 0,1 \cdot 150 = 15 \text{ г}$$

$$n(\text{HCl}) = 15 : 36,5 = 0,41 \text{ моль}$$

$n(\text{Fe}) < n(\text{HCl})$, расчёт ведём по недостатку (по меньшему).

$$n(\text{Fe}) = n(\text{H}_2) = 0,15 \text{ моль}$$

$$V(\text{H}_2) = 0,15 \cdot 22,4 = 3,36 \text{ л}$$

Определим массовую долю соли в растворе.

$$n(\text{Fe}) = n(\text{FeCl}_2) = 0,15 \text{ моль}$$

$$m(\text{FeCl}_2) = 0,15 \cdot 127 = 19 \text{ г}$$

$$m(\text{нового p-ра}) = m(\text{p-ра HCl}) + m(\text{Fe}) - m(\text{H}_2)$$

$$m(\text{H}_2) = 0,15 \cdot 2 = 0,3 \text{ г}$$

$$m(\text{нового p-ра}) = 150 + 8,4 - 0,3 = 158,1 \text{ г}$$

$$\omega(\text{FeCl}_2) = 19 : 158,1 = 0,12, \text{ или } 12 \%$$

$$V(\text{H}_2) = 3,36 \text{ л}; \omega(\text{FeCl}_2) = 12 \%$$

35.1 Вариант ответа:

$$1) \omega(\text{C}) = 100 \% - \omega(\text{H}) - \omega(\text{N}) - \omega(\text{O}) = 100 - 8,80 - 13,58 - 31,03 = 46,59 \%$$

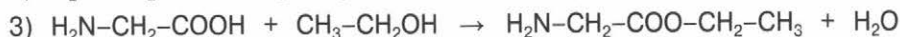
$$x : y : z : q = \omega(\text{C}) / \text{Ar}(\text{C}) : \omega(\text{H}) / \text{Ar}(\text{H}) : \omega(\text{N}) / \text{Ar}(\text{N}) : \omega(\text{O}) / \text{Ar}(\text{O})$$

$$x : y : z : q = 46,59 / 12 : 8,80 / 1 : 13,58 / 14 : 31,03 / 16 = 3,8825 : 8,80 : 0,97 : 1,94 [: 0,97]$$

$$x : y : z : q = 4 : 9 : 1 : 2$$



$$2) \text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\text{COO}-\text{CH}_2-\text{CH}_3$$



Пояснение:

1) Для нахождения формулы органического вещества произведём необходимые вычисления, для этого напомним формулу вещества, обозначив индексы через x, y, z, b ; то есть $\text{C}_x\text{H}_y\text{N}_z\text{O}_b$. Найдём соотношение индексов, массовую долю каждого элемента (лучше в %)

разделим на его атомную массу (округлить до тысячных долей). Полученные числа приведём к целым (разделим на наименьшее — 0,97). Простейшая молекулярная формула органического вещества А — $C_4H_9NO_2$.

2) Составим структурную формулу вещества А. Вещество А образуется при взаимодействии органического вещества Б с этанолом в молярном соотношении 1 : 1. Вещество Б имеет природное происхождение и способно взаимодействовать как с кислотами, так и со щелочами. Вспоминаем, что такие вещества — это амфотерные органические соединения, то есть аминокислоты. Следовательно, в составе молекулы есть аминокруппа.

3) Составим уравнение реакции и получим искомое вещество А.

35.2 Вариант ответа:

$$1) n(CO_2) = 3,584 : 22,4 = 0,16 \text{ моль}; n(C) = n(CO_2) = 0,16 \text{ моль}$$

$$n(H_2O) = 3,24 : 18 = 0,18 \text{ моль}; n(H) = 2n(H_2O) = 0,18 \cdot 2 = 0,36 \text{ моль}$$

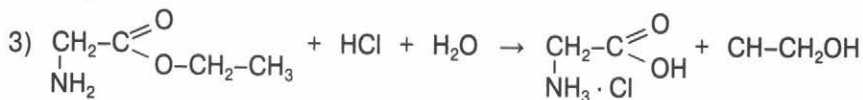
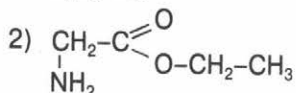
$$n(N) = 0,448 : 22,4 = 0,02 \text{ моль}; n(N) = 2n(N_2) = 0,02 \cdot 2 = 0,04 \text{ моль}$$

$$m(O) = 4,12 - 0,16 \cdot 12 - 0,36 \cdot 1 - 0,04 \cdot 14 = 1,28 \text{ г}$$

$$n(O) = 1,28 : 16 = 0,08 \text{ моль}$$

$$n(C) : n(H) : n(N) : n(O) = x : y : z : q = 0,16 : 0,36 : 0,04 : 0,08$$

$$x : y : z : q = 4 : 9 : 1 : 2$$



Пояснение:

Установим брутто-формулы: исходя из того что продуктами реакции являются диоксид углерода, вода и азот, органическое вещество имеет следующий состав: $C_xH_yN_zO_q$.

1) Произведём вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества (указывайте единицы измерения искомых физических величин). Проверим наличие кислорода в молекуле органического вещества и определим молекулярную формулу вещества. Полученные числа приведём к целым (разделим на наименьшее — 0,04). Запишем получившуюся молекулярную формулу исходного органического вещества — $C_4H_9NO_2$.

2) Составим структурную формулу этого вещества, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле, опираясь на условие задачи: при нагревании с соляной кислотой данное вещество

подвергается гидролизу, продуктами которого являются соединение состава $C_2H_6NO_2Cl$ и одноатомный спирт. Попробуем чисто математически составить уравнение реакции и установить количественный состав веществ, участвующих в реакции и удовлетворяющих условию задачи:



Из уравнения реакции видно, что количество атомов в правой и левой части уравнения равно, значит, молекулярные формулы составлены верно.

3) Напишем уравнение реакции этого вещества со спиртовым раствором гидроксида натрия, используя структурную формулу.

35.3 Вариант ответа:



$$n(C_nH_{2n+2}) \frac{m}{M(C_nH_{2n+2})} = \frac{4,4}{14n+2}$$

$$M(C_nH_{2n+2}) = 14n + 2n + 2 = 14n + 2 \text{ г/моль}$$

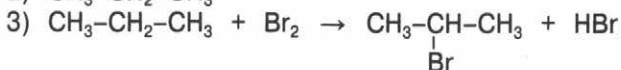
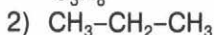
$$n(C_nH_{2n+1}Br) \frac{m}{M(C_nH_{2n+1}Br)} = \frac{12,3}{14n+81}$$

$$M(C_nH_{2n+1}Br) = 12n + 2n + 1 + 80 = 14n + 81 \text{ г/моль}$$

$$n(C_nH_{2n+2}) = n(C_nH_{2n+1}Br)$$

$$\frac{4,4}{14n+2} = \frac{12,3}{14n+81}$$

$$n = 3$$



Пояснение:

1) Составим уравнение бромирования алкана в общем виде. Произведём вычисления, необходимые для установления молекулярной формулы органического вещества. Определим количество вещества алкана и монобромалкана. По уравнению реакции количество вещества алкана до реакции равно количеству вещества монохлоралкана после реакции:

$$n(C_nH_{2n+2}) = n(C_nH_{2n+1}Br).$$

По закону математики, если левые части в уравнении равны, значит, правые тоже равны. Решим пропорцию и найдём, что $n = 3$. Подставим значение n в общую формулу алкана и получим молекулярную формулу вещества — C_3H_8 .

2) Напишем структурную формулу вещества.

3) Составим уравнение реакции бромирования полученного пропана, учитывая правила взаимодействия.

Все права защищены. Книга или любая ее часть не может быть скопирована, воспроизведена в электронной или механической форме, в виде фотокопии, записи в память ЭВМ, репродукции или каким-либо иным способом, а также использована в любой информационной системе без получения разрешения от издателя. Копирование, воспроизведение и иное использование книги или ее части без согласия издателя является незаконным и влечет уголовную, административную и гражданскую ответственность.

Справочное издание
анықтамалық баспа

Для старшего школьного возраста
мектеп жасындағы ересек балаларға арналған

ЕГЭ. АЛГОРИТМЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ТИПОВЫХ ЗАДАНИЙ

**Крышилович Елена Владимировна
Мостовых Валентина Анатольевна**

ЕГЭ

ХИМИЯ

АЛГОРИТМЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ТИПОВЫХ ЗАДАНИЙ

(орыс тілінде)

Ответственный редактор А. Жилинская
Ведущий редактор Т. Судакова
Художественный редактор Е. Брынчик

Во внутреннем оформлении использованы иллюстрации:
Peacefully7 / Shutterstock.com

В коллаже на обложке использованы иллюстрации:
AlexLMX, amasterphotographer, Art3d / Shutterstock.com
Используется по лицензии от Shutterstock.com

ООО «Издательство «Эксмо»

123308, Москва, ул. Зорге, д. 1. Тел.: 8 (495) 411-68-86.

Home page: www.eksmo.ru E-mail: info@eksmo.ru

Өндіруші: «ЭКМО» АҚБ Баспасы, 123308, Мәскеу, Ресей, Зорге көшесі, 1 үй.

Тел.: 8 (495) 411-68-86.

Home page: www.eksmo.ru E-mail: info@eksmo.ru

Тауар белгісі: «Эксмо»

Интернет-магазин : www.book24.ru

Интернет-дуken : www.book24.kz

Импортёр в Республику Казахстан ТОО «РДЦ-Алматы».

Қазақстан Республикасындағы импорттаушы «РДЦ-Алматы» ЖШС.

Дистрибьютор и представитель по приему претензий на продукцию,
в Республике Казахстан: ТОО «РДЦ-Алматы»

Қазақстан Республикасында дистрибьютор және өнім бойынша арыз-талаптарды
қабылдаушының өкілі «РДЦ-Алматы» ЖШС,

Алматы қ., Домбровский көш., 3-а, литер Б, офис 1.

Тел.: 8 (727) 251-59-90/91/92; E-mail: RDC-Almaty@eksmo.kz

Өнімнің жарамдылық мерзімі шектелмеген.

Сертификация туралы ақпарат сайтта: www.eksmo.ru/certification

Сведения о подтверждении соответствия издания согласно законодательству РФ
о техническом регулировании можно получить на сайте Издательства «Эксмо»
www.eksmo.ru/certification

Өндірген мемлекет: Ресей. Сертификация қарастырылған

Продукция соответствует требованиям ТР ТС 007/2011

Дата изготовления / Подписано в печать 03.08.2018. Формат 70х100¹/₁₆.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 23,33.

Тираж 4000 экз. Заказ 9336.



ЕКСМО.РУ
новинки издательства



ISBN 978-5-04-096809-1



9 785040 968091 >



Отпечатано в ОАО «Можайский полиграфический комбинат»
143200, г. Можайск, ул. Мира, 93.

www.oaompk.ru, www.oaompk.pf тел.: (495) 745-84-28, (49638) 20-685

