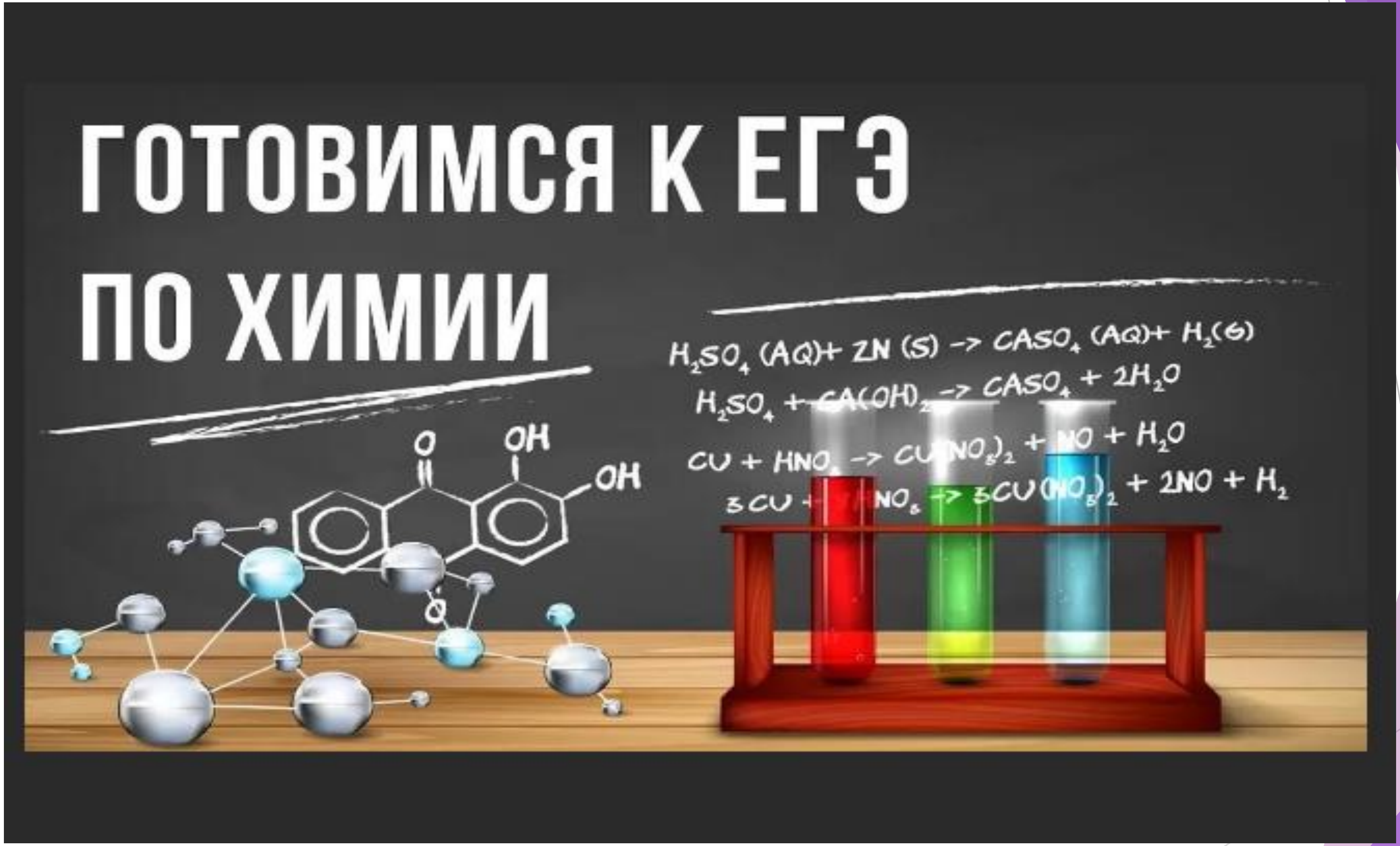

ГОТОВИМСЯ К ЕГЭ
ПО ХИМИИ
H2SO4 (AQ)+ ZN (S) -> CASO4 (AQ)+ H2(G)
H2SO4 + CA(OH)2 -> CASO4 + 2H2O
O
OH
OH

Кодификатор
проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования и элементов содержания для проведения единого государственного экзамена по ХИМИИ

Кодификатор отражает преемственность проверяемых предметных требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования на основе ФГОС 2012 г. и изменённого в 2022 г. ФГОС.

Кодификатор состоит из трёх разделов:

– раздел 1. «Перечень проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования по химии»;
– раздел 2. «Перечень элементов содержания, проверяемых на едином государственном экзамене по химии»;
– раздел 3. «Отражение в содержании контрольных измерительных материалов личностных результатов освоения основной образовательной программы среднего общего образования

В кодификатор не включены требования к результата
основной образовательной программы среднего общего
и элементы содержания, достижение которых не может быт
в рамках государственной итоговой аттестации.

Раздел 1. Перечень проверяемых требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования по ХИМИИ

В таблице 1 приведён составленный на основе п. 8 ФГОС перечень проверяемых требований к метапредметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования.

Таблица 1

Код проверяемого требования	Проверяемые требования к метапредметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования
1	**Познавательные УУД**
1.1	***Базовые логические действия***
1.1.1	Устанавливать существенный признак или основания для сравнения, классификации и обобщения
1.1.2	Выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых явлениях
1.1.3	Самостоятельно формулировать и актуализировать проблему, рассматривать её всесторонне; определять цели деятельности, задавать параметры и критерии их достижения
1.1.4	Вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям, оценивать риски последствий деятельности
1.1.5	Развивать креативное мышление при решении жизненных проблем
1.2	***Базовые исследовательские действия***
1.2.1	Владеть навыками учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыками разрешения проблем

Таблица 2

Код проверяемого требования	Проверяемые требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования на основе изменённого в 2022 г. ФГОС	Уровень предметных требований ФГОС	Метапредметный результат	Обобщённые формулировки требований к предметным результатам из ФГОС 2012 г.
1	**Владение системой химических знаний, которая включает:**			
1.1	основополагающие понятия (химический элемент, атом, изотопы, электронная оболочка атома, *s*-, *p*-, *d*-электронные орбитали атомов, основное и возбуждённое состояние атома, ион,	БУ, УУ	МП 1.2.3	Владение основополагающими понятиями: умение выявлять характерные признаки понятий и иллюстрировать их взаимосвязь, применять понятия при описании строения
2	***Сформированность умений выявлять***			
2.1	характерные признаки и взаимосвязь изученных понятий, применять соответствующие понятия при описании строения и свойств неорганических и органических веществ и их превращений	БУ	МП 1.2.3	Владение системой химических знаний, включающей: фундаментальные понятия, законы и теории химии; современные представления о строении вещества на атомном, молекулярном и надмолекулярном уровнях (БУ)
3	***Сформированность умения использовать***			
3.1	наименования химических соединений международного союза теоретической и прикладной химии и тривиальные названия веществ, относящихся к изученным классам органических и неорганических соединений	БУ, УУ	МП 1.2.3	Умение использовать химическую номенкла туру IUPAC и тривиальные названия отдель ных веществ; составлять формулы неоргани ческих и органических веществ, уравнения химических реакций, объяснять их смысл

Раздел 2. Перечень элементов содержания, проверяемых на едином государственном экзамене по ХИМИИ

В таблице 3 приведён составленный на основе федеральной образовательной программы среднего общего образования по химии перечень проверяемых элементов содержания.

Таблица 3

Код	Проверяемый элемент содержания	Уровень программы	Наличие данного элемента содержания в кодификаторе ЕГЭ прошлых лет
1	**Теоретические основы химии**		
1.1	Строение вещества. Современная модель строения атома. Распределение электронов по энергетическим уровням. Классификация химических элементов. Особенности строения энергетических уровней атомов (*s*-, *p*-, *d*-элементов). Основное и возбуждённое состояния атомов. Электронная конфигурация атома. Валентные электроны	БУ, УУ	+
2	**Основы неорганической химии**		
2.1	Классификация неорганических соединений. Номенклатура неорганических веществ	БУ, УУ	+
2.2	Химические свойства важнейших металлов (натрий, калий, кальций, магний, алюми-	БУ, УУ	+
3	**Основы органической химии**		
3.1	Основные положения теории химического строения органических соединений А.М. Бутлерова. Углеродный скелет органической молекулы. Кратность химической связи. σ- и π-связи. sp^3-, sp^2-, sp-гибридизации орбиталей атомов углерода.	БУ, УУ	+
3.4	Свободнорадикальный и ионный механизмы реакции. Понятие о нуклеофиле и электрофиле. Правило Марковникова. Правило Зайцева	УУ	+
4	**Химия и жизнь**		
4.1	Химия в повседневной жизни. Правила безопасной работы с едкими, горючими и токсичными веществами, средствами бытовой химии	БУ, УУ	+
4.2	Химия и здоровье. Химия в медицине. Химия и сельское хозяйство. Химия в промышленности. Химия и энергетика: природный и попутный нефтяной газы, их состав и использование. Состав нефти и её переработка (природные источники углеводородов)	БУ, УУ	+
5	**Типы расчётных задач**		
5.1	Расчёты массы вещества или объёма газов по известному количеству вещества, массе или объёму одного из участвующих в реакции веществ	БУ	+
5.2	Расчёты теплового эффекта реакции	БУ	+
5.3	Расчёты объёмных отношений газов при химических реакциях	БУ	+
5.4	Расчёты массы (объёма, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси)	БУ	+
5.5	Расчёты массовой или объёмной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного	УУ	+
5.6	Расчёты массы (объёма, количества вещества) продукта реакции, если одно из веществ дано в виде раствора с определённой массовой долей растворённого вещества	УУ	+
5.7	Расчёты с использованием понятий «массовая доля», «молярная концентрация», «растворимость»	БУ, УУ	+
5.8	Нахождение молекулярной формулы органического вещества по его плотности и массовым долям элементов, входящих в его состав, или по продуктам сгорания	УУ	+

Спецификация
контрольных измерительных материалов
для проведения в 2024 году единого государственного экзамена
по ХИМИИ

Обобщённый план варианта КИМ ЕГЭ 2024 года
по ХИМИИ

Используются следующие условные обозначения.
Уровни сложности заданий: Б – базовый; П – повышенный; В – высокий.

Номер задания	Проверяемые элементы содержания	Коды проверяемых элементов содержания по кодификатору	Коды требований	Уровень сложности задания	Макс. балл за выполнение задания	При[мерное] врем[я] выпо[лне]ни[я] задания (мин.)
Часть 1						
1	Современная модель строения атома. Распределение электронов по энергетическим уровням. Классификация химических элементов. Особенности строения энергетических уровней атомов (*s*-, *p*-, *d*-элементов). Основное и возбуждённое состояния атомов. Электронная конфигурация атома. Валентные электроны	1.1	5	Б	1	2–3
2	Периодическая система химических элементов Д.И. Менделеева. Физический смысл Периодического закона Д.И. Менделеева. Причины и закономерности измене-	1.2	6	Б	1	2–3

Задание 13.

2023 г	2024 г
Характерные химические свойства азотсодержащих органических соединений: аминов и аминокислот. Важнейшие способы получения аминов и аминокислот. Биологически важные вещества: жиры, углеводы (моносахариды, дисахариды, полисахариды), белки	Химические свойства жиров. Мылá как соли высших карбоновых кислот Химические свойства глюкозы. Дисахариды: сахароза, мальтоза. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды. Гидролиз дисахаридов. Полисахариды: крахмал, гликоген. Химические свойства крахмала и целлюлозы. Характерные химические свойства аминов. Аминокислоты и белки. Аминокислоты как амфотерные органические соединения. Основные аминокислоты, образующие белки. Важнейшие способы получения аминов и аминокислот. Химические свойства белков: гидролиз, денатурация, качественные (цветные) реакции на белки

Задание 14.

2023 г	2024 г
Характерные химические свойства углеводородов: алканов, циклоалканов, алкенов, диенов, алкинов, ароматических углеводородов (бензола и гомологов бензола, стирола). Важнейшие способы получения углеводородов. Ионный (правило В.В. Марковникова) и радикальные механизмы реакций в органической химии	Химические свойства углеводородов: алканов, циклоалканов, алкенов, алкадиенов, алкинов, аренов. Реакции замещения галогена на гидроксогруппу. Действие на галогенпроизводные водного и спиртового раствора щёлочи. Взаимодействие дигалогеналканов с магнием и цинком. Использование галогенпроизводных углеводородов при синтезе органических веществ. Свободнорадикальный и ионный механизмы реакции. Понятие о нуклеофиле и электрофиле. Правило Марковникова. Правило Зайцева

Задание 19.

2023 г	2024 г
еакции окислительно-восстановительные	Окислительно-восстановительные реакции. Поведение веществ в средах с разным значением pH. Методы электронного баланса

Задание 20.

2023 г	2024 г
лектролиз расплавов и растворов (солей, елочей, кислот)	Электролиз расплавов и растворов солей

Задание 21.

2023 г	2024 г
идролиз солей. Среда водных растворов: ислая, нейтральная, щелочная	Гидролиз солей. Ионное произведение воды. Водородный показатель (pH) раствора

включение в спецификацию ионного произведения воды предоставляет широкие возможности для будущих модификаций этого задания

26	Расчеты массовой доли и молярной концентрации вещества в растворе
27	Расчёты теплового эффекта (по термохимическим уравнениям). Расчёты объёмных отношений газов при химических реакциях
28	Расчёты массы (объёма, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси); расчёты массовой или объёмной доли выхода продукта реакции от теоретически возможного

Задание 25.

2023 г	2024 г
Правила работы в лаборатории. Лабораторная посуда и оборудование. 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). Химическое загрязнение окружающей среды и его последствия. Природные источники углеводородов, их переработка. Высокомолекулярные соединения. Реакции полимеризации и поликонденсации. Полимеры. Пластмассы, волокна, каучуки	Химия в повседневной жизни. Правила безопасной работы с едкими, горючими и токсичными веществами, средствами бытовой химии. Химия и здоровье. Химия в медицине. Химия и сельское хозяйство. Химия в промышленности. Химия и энергетика: природный и попутный нефтяной газы, их состав и использование. Состав нефти и её переработка (природные источники углеводородов). Химия и экология. Химическое загрязнение окружающей среды и его последствия. Охрана гидросферы, почвы, атмосферы, флоры и фауны от химического загрязнения. Проблема отходов и побочных продуктов. Альтернативные источники энергии. Общие представления о промышленных способах получения химических веществ (на примере производства аммиака, серной кислоты). Чёрная и цветная металлургия. Стекло и силикатная промышленность. Промышленная органическая химия. Сырьё для органической промышленности. Строение и структура полимеров. Зависимость свойств полимеров от строения молекул. Основные способы получения высокомолекулярных соединений: реакции полимеризации и поликонденсации. Классификация волокон

Задание 30

2023 г	2024 г
Электролитическая диссоциация электролитов в водных растворах. Сильные и слабые электролиты. Реакции ионного обмена	Электролитическая диссоциация. Сильные и слабые электролиты. Среда водных растворов веществ: кислая, нейтральная, щелочная. Степень диссоциации. Реакции ионного обмена

До сих пор 30 задание опиралось только на всевозможные РИО. Очевидно, сейчас в формулировке задания стоит ожидать еще и указание на среду раствора. Включение в спецификацию понятия "степень диссоциации" предоставляет возможность очень интересных модификаций задания

33	Нахождение молекулярной формулы органического вещества по его плотности и массовым долям элементов, входящих в его состав, или по продуктам сгорания; установление структурной формулы органического вещества на основе его химических свойств или способов получения
34	Расчёты массы (объёма, количества вещества) продуктов реакции, если одно из веществ дано в избытке (имеет примеси). Расчёты массы (объёма, количества вещества) продукта реакции, если одно из веществ дано в виде раствора с определённой массовой долей растворённого вещества. Расчёты с использованием понятий «массовая доля», «молярная концентрация», «растворимость»

Задание 1

Для выполнения заданий 1–3 используйте следующий ряд химических элементов:

1) B, 2) P, 3) Ti, 4) Al, 5) Cl

Ответом в заданиях 1–3 является последовательность цифр, под которыми указаны химические элементы **в данном ряду**.

1 Определите два элемента, которые в возбуждённом состоянии имеют электронную конфигурацию $ns^1\ np^2$.

Для выполнения заданий 1-3 используйте следующий ряд химических элементов
1) Fe 2) Ca 3) N 4) Se 5) Ba

1. Определите, атомы каких из указанных в ряду элементов в основном состоянии имеют одинаковую электронную конфигурацию внешнего энергетического уровня.

Fe $4s^2$ Ca $4s^2$ N $2s^22p^3$ Se $4s^24p^4$ Ba $6s^2$

3. Из числа указанных в ряду элементов выберите два элемента, которые в образованных ими анионах с общей формулой $ЭO_x^{2-}$ могут иметь одинаковую степень окисления.

Задание 4

Из предложенного перечня выберите два вещества с ковалентной неполярной химической связью, которые имеют молекулярную кристаллическую решётку.

1) азот
2) кремний
3) графит
4) хлороводород
5) пероксид водорода

Ковалентная связь, образованная по донорно-акцепторному механизму:
NH_4^+, H_3O^+, NO_3^-, CO, O_3, комплексные соединения

5 Среди предложенных формул/названий веществ, расположенных в пронумерованных ячейках, выберите формулы/названия: А) кислотного оксида; Б) кислой соли; В) кристаллогидрата.

1	Li_2O	2	N_2O	3	$Ca(H_2PO_4)_2$
4	$Ba(OH)_2$	5	гипофосфит калия	6	железный купорос
7	кремнезём	8	$(HCOO)_2Ca$	9	Al_2O_3

Запомни!!!!

Формулы кислот	Основность кислот	Формулы средних солей
H_3PO_4	трехосновная	Na_3PO_4
H_3PO_3	двухосновная	Na_2HPO_3
H_3PO_2	одноосновная	NaH_2PO_2

Примечание к вопросу. В пробниках стало встречаться «старинное» название кислотных оксидов – «ангидрид».

«Ангидрид плюс вода – получилась кислота»

Задания 10-16

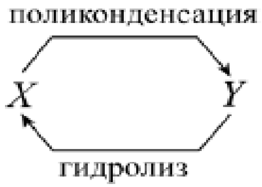
10 Установите соответствие между названием вещества и общей формулой веществ гомологического ряда, к которому оно принадлежит: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

НАЗВАНИЕ ВЕЩЕСТВА	ОБЩАЯ ФОРМУЛА ГОМОЛОГИЧЕСКОГО РЯДА
А) бензойная кислота	1) $C_nH_{2n+1}N$
Б) гексиламин	2) $C_nH_{2n-6}O_2$
В) изопрен	3) C_nH_{2n-2}
	4) C_nH_{2n}
	5) $C_nH_{2n-8}O_2$
	6) $C_nH_{2n+1}NO_2$
	7) $C_nH_{2n+3}N$

11 Из предложенного перечня молекулярных формул выберите две таких, которые могут соответствовать веществам с карбоксильной группой в молекуле.

1) $C_3H_4O_4$
2) C_2H_4O
3) $C_3H_8O_2$
4) $C_5H_{10}O$
5) $C_4H_8O_2$

16 Задана следующая схема превращений веществ:



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

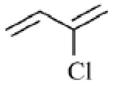
1) полистирол
2) глюкоза
3) стирол
4) полипептид
5) целлюлоза

12 Из предложенного перечня выберите все вещества, для которых возможно 1,4-присоединение.

1) 

2) 

3) 

4) 

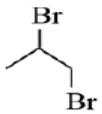
5) 

14 Установите соответствие между схемой реакции и исходным веществом X, которое в ней участвовало: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

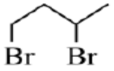
СХЕМА РЕАКЦИИ

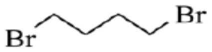
А) X + Na → гексан
Б) X + Zn → метилциклопропан
В) X + Zn → пропен
Г) X + Mg → циклопропан

ВЕЩЕСТВО X

1) 

2) 

3) 

4) 

5) 

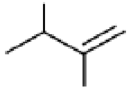
6) 

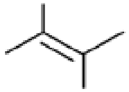
14 Установите соответствие между структурой алкена и продуктом, который преимущественно образуется при взаимодействии этого вещества с хлороводородом: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

СТРУКТУРА АЛКЕНА

А) 

Б) 

В) 

Г) 

ПРОДУКТ ГИДРОХЛОРИРОВАНИЯ

1) 2-метил-2-хлорбутан
2) 1-хлорпропан
3) 2,3-диметил-2-хлорбутан
4) 2-хлорпропан
5) 2,3-диметил-2,3-дихлорбутан
6) 2-метил-2-хлорпропан

Задание 29
(продукты ОВ реакций)

Продукты ОВР должны быть выбраны с учетом свойств важнейших окислителей и восстановителей

Важнейшие окислители:

O_2, Cl_2, Br_2, HNO_3, H_2SO_4(конц.), $KMnO_4$, MnO_2, $K_2Cr_2O_7$,

K_2CrO_4, $KClO$, $KClO_3$, H_2O_2, (SO_2, соединения Fe(III))

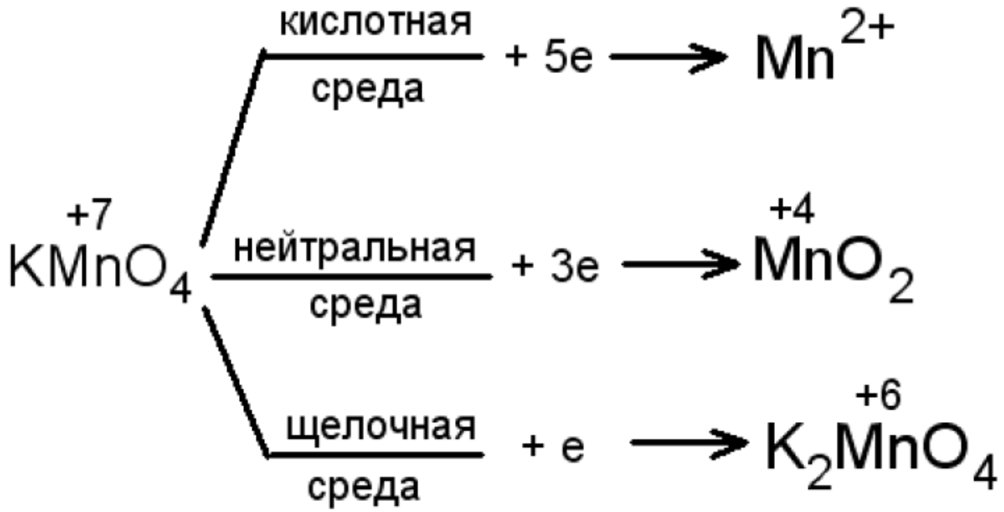
Важнейшие восстановители:

металлы, H_2, C, CO, сульфиды, иодиды, бромиды,

а также H_2S, HI, HBr, HCl, NH_3, PH_3;

нитриты, сульфиты, SO_2, соединения Fe(II), Cr(II), Cr(III), Cu(I), (H_2O_2), может быть предложен I_2

Примеры реакций с участием $KMnO_4$ и MnO_2



MnO_2 обычно используют в кислой среде:

$$MnO_2 + 2NaBr + 2H_2SO_4 = MnSO_4 + Br_2 + Na_2SO_4 + 2H_2O$$

Хроматы и дихроматы

Хроматы и дихроматы чаще используют в кислой среде, восстановление протекает до соединений Cr(III):

$$K_2Cr_2O_7 + 3KNO_2 + 4H_2SO_4 = Cr_2(SO_4)_3 + 3KNO_3 + K_2SO_4 + 4H_2O.$$

Важно, чтобы продукты реакции были выбраны с учетом характера среды:

В щелочной среде:

$$2K_2CrO_4 + 3Zn + 8KOH + 8H_2O = 2K_3[Cr(OH)_6] + 3K_2[Zn(OH)_4]$$

В нейтральной среде допустимо:

$$3KNO_2 + K_2Cr_2O_7 + 4H_2O = 3KNO_3 + 2Cr(OH)_3 + 2KOH$$

запись $K[Cr(OH)_4]$ также допустима.

Примеры реакций с участием H_2SO_4 (конц.)

Чаще всего продуктом восстановления серной кислоты является SO_2.

$$2H_2SO_{4(\text{конц.})} + C \rightarrow CO_2 + 2SO_2 + 2H_2O;$$

- При использовании сильных восстановителей (активных металлов, иодидов) возможна запись S и H_2S в качестве продуктов восстановления H_2SO_4.

- Если подразумевается, что серная кислота взята в избытке, возможна запись гидросульфатов в качестве продуктов, например:

$$8NaI + 9H_2SO_4 = 4I_2 + H_2S + 8NaHSO_4 + 4\ H_2O$$

При наличии взаимоисключающих записей, например,

$$4Zn + 5H_2SO_4(\text{разб.}) = 4ZnSO_4 + H_2S + 4H_2O,$$

уравнение реакции считается составленным неверно.

Примеры реакций с участием HNO_3

$Cu + 4HNO_{3(конц)} \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$,

$3Cu + 8HNO_{3(разб)} \rightarrow 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$,

$4Mg + 10HNO_{3(очень\ разб)} \rightarrow 4Mg(NO_3)_2 + NH_4NO_3 + 3H_2O$.

Концентрированная HNO_3 окисляет неметаллы до высших кислот:

$S + 6HNO_{3(конц)} \rightarrow H_2SO_4 + 6NO_2 + 2H_2O$;

$P + 5HNO_{3(конц)} \rightarrow H_3PO_4 + 5NO_2 + H_2O$;

$C + 4HNO_{3(конц)} \rightarrow CO_2 + 4NO_2 + 2H_2O$;

Если подразумевается использование разбавленной HNO_3, возможна запись NO в качестве продукта восстановления (соответствующие уравнения приводятся в учебниках).

Примеры реакций с участием HNO_3

$$CuS + 8HNO_{3(конц)} \rightarrow CuSO_4 + 8NO_2 + 4H_2O;$$

можно так:

$$CuS + 10HNO_{3(конц)} \rightarrow Cu(NO_3)_2 + H_2SO_4 + 8NO_2 + 4H_2O.$$

Если нет противоречия с условием задания, допустимы записи:

$CuS + HNO_3 \rightarrow CuSO_4 + NO + H_2O$ даже (N_2O, но не NH_4NO_3)

$$CuS + HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + S + NO + H_2O$$

$$CuS + HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + S + NO_2 + H_2O$$

<u>Не допустимо</u>, так как образуются продукты, взаимодействующие между собой:

$$CuS + HNO_3 \rightarrow Cu(NO_3)_2 + SO_2 + NO_2 + H_2O$$

Продукты ОВ реакций

О важнейших восстановителях и продуктах их окисления:

Сложные вещества, содержащие атом в низшей степени окисления: HI, KI, H_2S, Na_2S, NH_3, PH_3 и т.п.

$2Cl^- \rightarrow Cl_2^o$

$2Br^- \rightarrow Br_2^o$

$2I^- \rightarrow I_2^o$, а также HIO_3, KIO_3

$S^{-2} \rightarrow S^0$ (при использовании сильных окислителей ($KMnO_4$, K_2CrO_7, HNO_3 допустима запись H_2SO_4, сульфатов, SO_2 (?))

$NH_3 \rightarrow N_2$ (допустима запись NO)

$PH_3 \rightarrow PO_4^{3-}$ (H_3PO_4, K_3PO_4)

Пример задания 29

Для выполнения заданий 29 и 30 используйте следующий перечень веществ:

бромоводород, фосфин, гидрофосфат калия, бромид бария, карбонат меди(II), перманганат калия. Допустимо использование водных растворов веществ.

29 Из предложенного перечня выберите вещества, окислительно-восстановительная реакция между которыми протекает с образованием осадка бурого цвета и двух солей одной и той же кислоты. Запишите уравнение только одной из возможных окислительно-восстановительных реакций с участием выбранных веществ. Составьте электронный баланс, укажите окислитель и восстановитель.

Вариант ответа:

$8KMnO_4 + 3PH_3 = 8MnO_2 + 2K_3PO_4 + K_2HPO_4 + 4H_2O$

$$\begin{array}{c|l} 8 & Mn^{+7} + 3\bar{e} \rightarrow Mn^{+4} \\ 3 & P^{-3} - 8\bar{e} \rightarrow P^{+5} \end{array}$$

Марганец в степени окисления +7 (или перманганат калия) является окислителем.

Фосфор в степени окисления −3 (или фосфин) является восстановителем

Задание 30

1. Кислые соли диссоциируют ступенчато, например:

$NaHSO_3 \rightarrow Na^+ + HSO_3^-$ (первая ступень);

$HSO_3^- \leftrightarrows H^+ + SO_3^{2-}$ (вторая ступень).

Для солей слабых кислот в ионном уравнении используется записи типа: $Na^+ + HSO_3^-$

! Но в случае гидросульфатов возможны записи

как $Na^+ + H^+ + SO_4^{2-}$, так и Na^+ и HSO_4^-

2. При использовании *насыщенного раствора гидрокарбоната натрия* реакции с его участием также могут приводить к образованию осадка с солями кальция, бария и т.п.:

$$CaCl_2 + 2NaHCO_3 = CaCO_3 + CO_2 + 2NaCl + H_2O$$

Задание 30
(пример с участием кислых солей)

- При выполнении заданий 29, 30 используйте следующий перечень веществ: гидроксид бария, сероводород, аммиак, оксид серы(IV), перманганат натрия, дигидрофосфат натрия. Допустимо использование водных растворов веществ.
- **30.** Из предложенного перечня веществ выберите два вещества, реакция ионного обмена между которыми протекает с образованием осадка. Запишите молекулярное, полное и сокращенное ионное уравнения реакции с участием выбранных веществ.

$$2NaH_2PO_4 + 3Ba(OH)_2 = Ba_3(PO_4)_2 + 2NaOH + 4H_2O$$

$$2Na^+ + 2H_2PO_4^- + 3Ba^{2+} + 6OH^- = Ba_3(PO_4)_2 + 2Na^+ + 2OH^- + 4H_2O$$

$$2H_2PO_4^- + 3Ba^{2+} + 4OH^- = Ba_3(PO_4)_2 + 4H_2O$$

При других соотношениях реагентов возможно протекание реакций:

$$3NaH_2PO_4 + 3Ba(OH)_2 = Ba_3(PO_4)_2 + Na_3PO_4 + 6H_2O$$

$$3NaH_2PO_4 + 2Ba(OH)_2 = 2BaHPO_4 + Na_3PO_4 + 4H_2O$$

Задание 31Водный раствор гидрокарбоната натрия прокипятили до прекращения выделения газа. К полученному раствору добавили раствор сульфата хрома (III), в результате образовался осадок. Осадок отделили и обработали при нагревании раствором, содержащим пероксид водорода и гидроксид натрия. Полученный раствор желтого цвета смешали с раствором хлорида бария, при этом образовался осадок.

1) $2NaHCO_3 = Na_2CO_3 + CO_2 + H_2O$
2) $3Na_2CO_3 + Cr_2(SO_4)_3 + 3H_2O = 3Na_2SO_4 + 2Cr(OH)_3 + 3CO_2$
3) $2Cr(OH)_3 + 3H_2O_2 + 4NaOH = 2Na_2CrO_4 + 8H_2O$
4) $Na_2CrO_4 + BaCl_2 = BaCrO_4 + 2NaCl$

Совместный гидролиз

Анионы	Катионы		
	Al^{3+}	Cr^{3+}	Fe^{3+}
CO_3^{2-}, HCO_3^-	$Al(OH)_3$, CO_2	$Cr(OH)_3$, CO_2	$Fe(OH)_3$, CO_2
SO_3^{2-}	$Al(OH)_3$, SO_2	$Cr(OH)_3$, SO_2	ОВР
S^{2-}	$Al(OH)_3$, H_2S	$Cr(OH)_3$, H_2S	ОВР

$2Me^{3+} + 3ЭO_3^{2-} + 3H_2O = 2Me(OH)_3\downarrow + 3ЭO_2\uparrow$
Э: C или S
$2Al^{3+} + 3CO_3^{2-} + 3H_2O = 2Al(OH)_3\downarrow + 3CO_2\uparrow$

$Al_2(SO_4)_3$ и Na_2CO_3, $AlCl_3$ и K_2SO_3, $Al(NO_3)_3$ и Na_2S

Амфотерность

- В расплавах

Формула катиона	Формула аниона	Примеры формул солей	
		Na^{+}	Ca^{2+}
Zn^{2+}, Be^{2+}	ZnO_2^{2-}, BeO_2^{2-}	Na_2ZnO_2, Na_2BeO_2	$CaZnO_2$, $CaBeO_2$
Al^{3+}, Cr^{3+}	AlO_2^{-}, CrO_2^{-},	$NaAlO_2$, $NaCrO_2$	$Ca(AlO_2)_2$, $Ca(CrO_2)_2$

- В растворах

Катион	Формула аниона	Примеры формул солей
Zn^{2+}, Be^{2+}	$[Zn(OH)_4]^{2-}$ тетрагидроксоцинкат $[Be(OH)_4]^{2-}$ тетрагидроксобериллат	$Na_2[Zn(OH)_4]$, $Na_2[Zn(OH)_4]$
Al^{3+}, Cr^{3+}	$[Al(OH)_4]^{-}$ тетрагидроксоалюминат $[Cr(OH)_6]^{3-}$ гексагидроксохромат (III)	$Na[Al(OH)_4]$, $Na_3[Cr(OH)_6]$

Гидроксокомплексы разрушаются под действием

1. Сильных кислот

$Na[Al(OH)_4] + HCl$ (недост.) $= Al(OH)_3 + NaCl + H_2O$

$Na[Al(OH)_4] + 4HCl$ (изб.) $= AlCl_3 + NaCl + 4H_2O$

2. Слабых кислот (H_2S, CO_2, SO_2); образуются кислые соли

$Na[Al(OH)_4] + CO_2 = Al(OH)_3 + NaHCO_3$

$Na[Al(OH)_4] + H_2S = Al(OH)_3 + NaHS + H_2O$

$Na_2[Zn(OH)_4] + 2CO_2 = Zn(OH)_2 + 2NaHCO_3$

$Na_2[Zn(OH)_4] + 3H_2S = ZnS + 2NaHS +4\ H_2O$

3. Солей

$[Zn(OH)_4]^{2-} + Zn^{2+}$

$[Al(OH)_4]^{-} + Al^{3+}$

$3Na[Al(OH)_4] + AlCl_3 = 4Al(OH)_3 + 3NaCl$

$3Na[Al(OH)_4] + FeCl_3 = 3Al(OH)_3 + 4Fe(OH)_3 + 3NaCl$

$Na_2[Zn(OH)_4] + ZnCl_2 = 2Zn(OH)_2 + 2NaCl$

Разложение нитратов

- Большинство твердых нитратов(кроме некоторых исключений) разлагаются с выделением кислорода. Но то, какие еще будут продукты зависит от положения металла в ряду напряжений металлов:

Нитраты металлов, которые в электрохимическом ряду напряжений находятся левее Mg, разлагаются на нитрит металла и кислород

$2KNO_3 \xrightarrow{t^\circ} 2KNO_2 + O_2$

Исключение:

$4LiNO_3 \xrightarrow{t^\circ} 2Li_2O + 4NO_2 + O_2$

Нитраты металлов, расположенных в ряду напряжений после Cu, разлагаются в выделением свободного металла, NO_2 и O_2

$Hg(NO_3)_2 \xrightarrow{t^\circ} Hg + 2NO_2 + O_2$

Нитраты металлов от Mg до Cu включительно разлагаются с образованием оксида этого металла, NO_2 и O_2

$2Cu(NO_3)_2 \xrightarrow{t^\circ} 2CuO + 4NO_2 + O_2$

Исключения:

$Mn(NO_3)_2 \xrightarrow{t^\circ} MnO_2 + NO_2$

$4Fe^{+2}(NO_3)_2 \xrightarrow{t^\circ} 2Fe^{+3}{}_2O_3 + 8NO_2 + O_2$

Из списка выбивается нитрат аммония - NH_4NO_3 , который разлагается иначе:

$NH_4NO_3 \xrightarrow{t^\circ} N_2O + 2H_2O$ – при температуре <270°C

$NH_4NO_3 \xrightarrow{t^\circ} N_2 + O_2 + 4H_2O$ – при температуре >270°C

Задание 31

ВАЖНО ПОМНИТЬ!!!

$Cl_2 + 2NaOH$(хол.) $\rightarrow NaCl + NaClO + H_2O$
$3Cl_2 + 6NaOH$(гор.) $\rightarrow 5NaCl + NaClO_3 + 3H_2O$
$3S + 6NaOH \rightarrow 2Na_2S + Na_2SO_3 + 3H_2O$
$2NO_2 + H_2O \rightarrow HNO_2 + HNO_3$
$2NO_2 + 2NaOH \rightarrow NaNO_2 + NaNO_3 + H_2O$
$4P + 3NaOH + 3H_2O \rightarrow PH_3 + 3NaH_2PO_2$
$Si + 2NaOH + H_2O \rightarrow Na_2SiO_3 + 2H_2$

ТРАДИЦИОННО ТРУДНЫЕ!!!

$2HBr + H_2SO_4$(конц.) $\rightarrow Br_2 + SO_2 + 2H_2O$
$8HI + H_2SO_4$(конц.) $\rightarrow 4I_2 + H_2S + 4H_2O$
$5SO_2 + 2KMnO_4 + 2H_2O \rightarrow 2MnSO_4 + 2H_2SO_4 + K_2SO_4$
$2FeCl_3 + H_2S \rightarrow S + 2FeCl_2 + 2HCl$
$2FeCl_3 + 3K_2S \rightarrow S + 2FeS + 6KCl$
$2FeCl_3 + K_2SO_3 + H_2O \rightarrow Na_2SO_4 + 2FeCl_2 + 2HCl$
$2FeCl_3 + SO_2 + 2H_2O \rightarrow H_2SO_4 + 2FeCl_2 + 2HCl$
$2Fe_2(SO_4)_3 + SO_2 + 2H_2O \rightarrow 2H_2SO_4 + 2FeSO_4$

Задание 32

ВАЖНО ПОМНИТЬ!!!

CH_3-CH(Cl)-CH_2-CH_3 + NaOH(спирт.) →NaCl + H_2O + CH_3-CH=CH-CH_3

CH_3-CH(Cl)-CH_2-CH_3 + NaOH(водн.) →NaCl + CH_3-CH(OH)-CH_2-CH_3

CH_3-CH(Cl)-CH_2(Cl) + 2NaOH(спирт.) →2NaCl + 2H_2O +CH_3-C≡CH

CH_3-CH(Cl)-CH_2(Cl) + 2NaOH(водн.) →2NaCl + CH_3-CH(OH)-CH_2(OH)

CH_2Cl-CH_2-CH_2-CH_2Cl + 2NaOH(спирт.) →2NaCl + 2H_2O + CH_2=CH-CH=CH_2

CH_3-CH_2-$CHCl_2$ + 2NaOH(спирт.) →2NaCl + 2H_2O + CH_3-C≡CH

CH_3-CH_2-$CHCl_2$ + 2NaOH(водн.) →2NaCl + H_2O + CH_3-CH_2-CHO

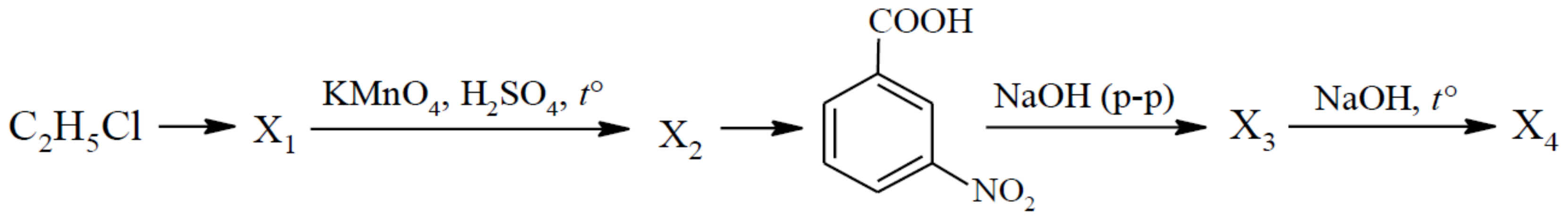
CH_3-CCl_2-CH_3 + 2NaOH(спирт.) →2NaCl + 2H_2O + CH_3-C≡CH

CH_3-CCl_2-CH_3 + 2NaOH(водн.) →2NaCl + H_2O + CH_3-C(O)-CH_3

CH_3-CH_2-CCl_3 + 4NaOH(водн.) →3NaCl + 2H_2O + CH_3-CH_2-COONa

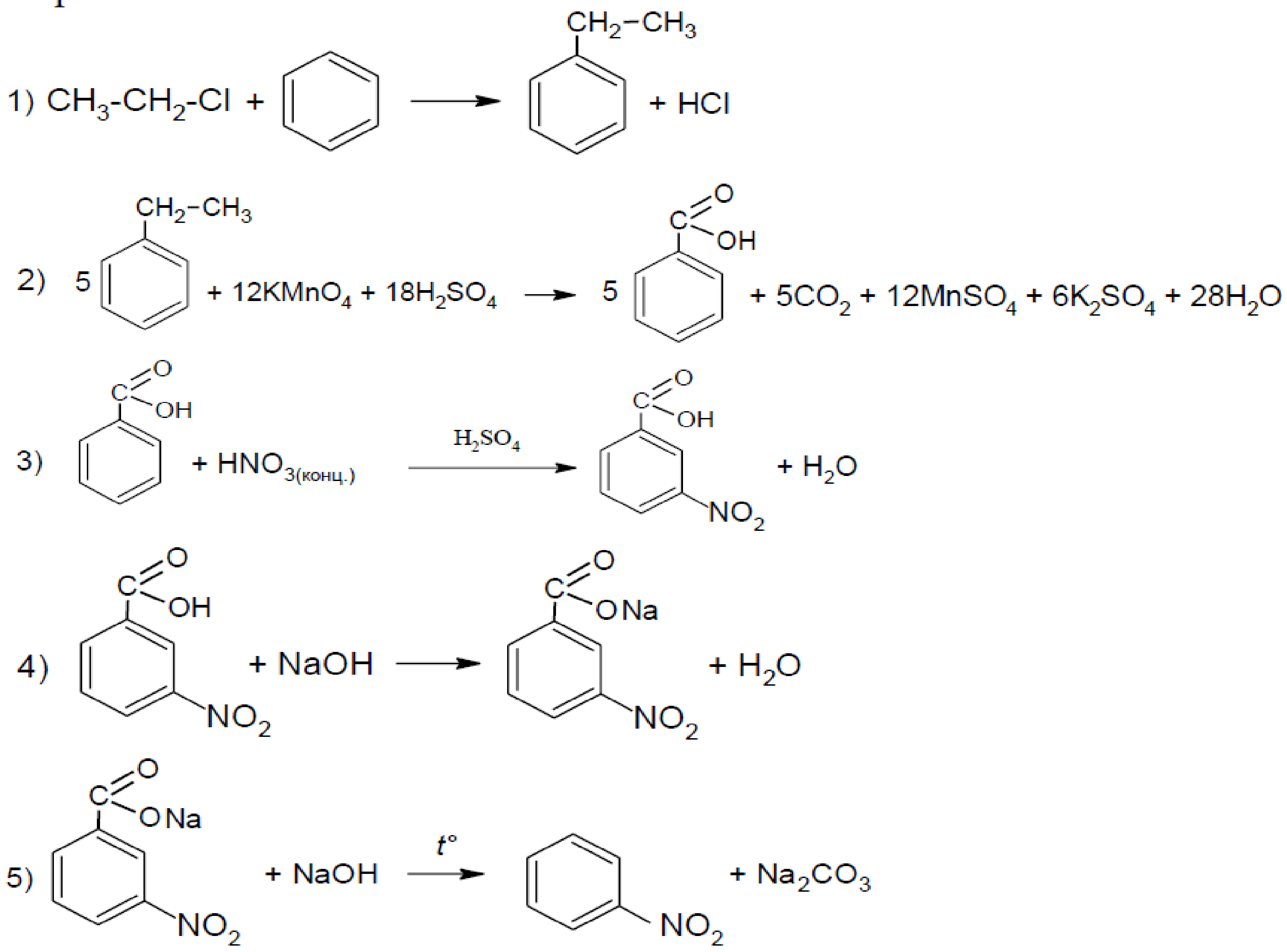
Задание 32

Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



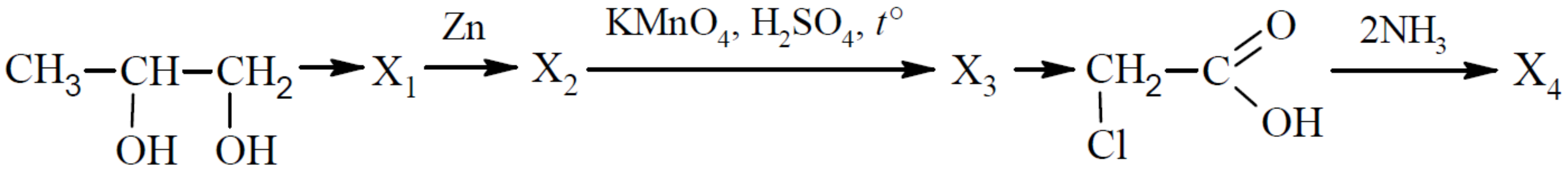
При написании уравнений реакций указывайте преимущественно образующиеся продукты, используйте структурные формулы органических веществ.

Вариант ответа:



Задание 32

Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



При написании уравнений реакций указывайте преимущественно образующиеся продукты, используйте структурные формулы органических веществ.

Вариант ответа

1) $$CH_3-\underset{OH}{\underset{|}{CH}}-\underset{OH}{\underset{|}{CH_2}} + 2HBr \longrightarrow CH_3-\underset{Br}{\underset{|}{CH}}-\underset{Br}{\underset{|}{CH_2}} + 2H_2O$$

2) $$CH_3-\underset{Br}{\underset{|}{CH}}-\underset{Br}{\underset{|}{CH_2}} + Zn \longrightarrow CH_3-CH{=}CH_2 + ZnBr_2$$

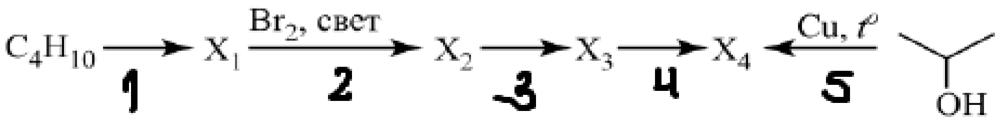
3) $$CH_3-CH{=}CH_2 + 2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \longrightarrow$$

$$\longrightarrow CH_3-C\begin{array}{l}{=}O\\ {-}OH\end{array} + CO_2 + 2MnSO_4 + K_2SO_4 + 4H_2O$$

4) $$CH_3-C\begin{array}{l}{=}O\\ {-}OH\end{array} + Cl_2 \xrightarrow{P_{\text{красн.}}} \underset{Cl}{\underset{|}{CH_2}}-C\begin{array}{l}{=}O\\ {-}OH\end{array} + HCl$$

5) $$\underset{Cl}{\underset{|}{CH_2}}-C\begin{array}{l}{=}O\\ {-}OH\end{array} + 2NH_3 \longrightarrow \underset{NH_2}{\underset{|}{CH_2}}-C\begin{array}{l}{=}O\\ {-}OH\end{array} + NH_4Cl$$

32 Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



При написании уравнений реакций указывайте преимущественно образующиеся продукты, используйте структурные формулы органических веществ.

1) $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_3 \rightarrow CH_3\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_3$

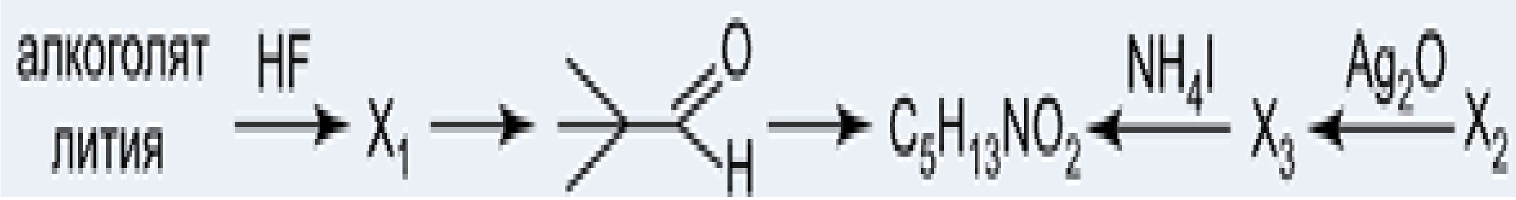
2) $CH_3\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_3 + Br_2 \rightarrow CH_3\text{-}CBr(CH_3)\text{-}CH_3 + HBr$

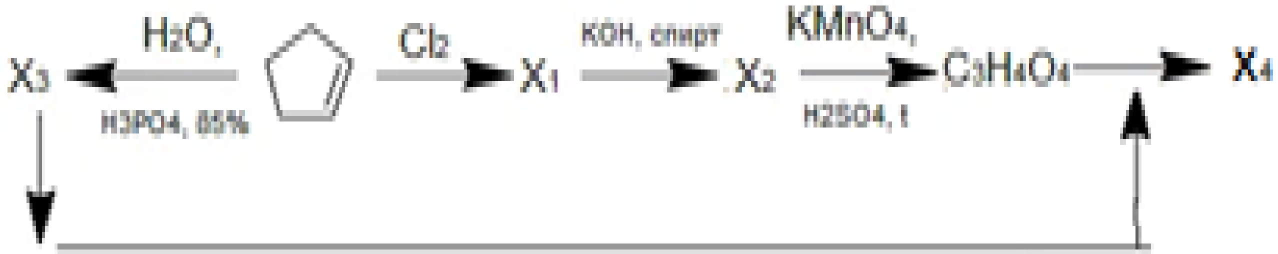
3) $CH_3\text{-}CBr(CH_3)\text{-}CH_3 + NaOH$ (спирт) $\rightarrow CH_2{=}C(CH_3)\text{-}CH_3 + NaBr + H_2O$

4) $5CH_2{=}C(CH_3)\text{-}CH_3 + 8KMnO_4 + 12H_2SO_4 \rightarrow 5CH_3\text{-}CO\text{-}CH_3 + 5CO_2 + 8MnSO_4 + 4K_2SO_4 + 12H_2O$

5) $CH_3\text{-}CHOH\text{-}CH_3$ (Cu) $\rightarrow CH_3\text{-}CO\text{-}CH_3 + H_2$

$$C_4H_{12}N_2O_4 \longleftarrow X_1 \longrightarrow X_2 \xrightarrow{HCl_{(г)},\ изб} X_3 \xrightarrow{Zn,\ t^o} \square \xrightarrow{H_2,\ Pd,\ t^o} X_4$$





Задание 33

При сгорании 42 г органического вещества А образуется 35,84 л (н.у.) углекислого газа, 39,6 г воды и 4,48 л (н.у.) азота. Известно, что вещество А взаимодействует с водным раствором гидроксида калия при нагревании, при этом образуются два продукта, содержащие одинаковое количество атомов углерода.

На основании данных условия задачи:

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 формульной единице;

3) напишите уравнение реакции вещества А с водным раствором гидроксида калия при нагревании (используйте структурные формулы органических веществ).

Решение

Проведены необходимые вычисления, и найдена молекулярная формула вещества А:

$n(CO_2) = 35{,}84 / 22{,}4 = 1{,}6$ моль; $n(C) = 1{,}6$ моль

$n(H_2O) = 39{,}6 / 18 = 2{,}2$ моль; $n(H) = 2{,}2 \cdot 2 = 4{,}4$ моль

$n(N_2) = 4{,}48 / 22{,}4 = 0{,}2$ моль; $n(N) = 0{,}2 \cdot 2 = 0{,}4$ моль

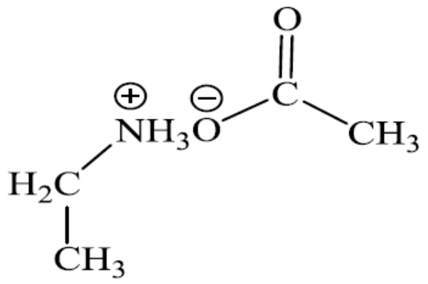
$m(C + H + N) = 1{,}6 \cdot 12 + 4{,}4 \cdot 1 + 0{,}4 \cdot 14 = 29{,}2$ г$m(O) = 42 – 29{,}2 = 12{,}8$ г

$n(O) = 12{,}8 / 16 = 0{,}8$ моль

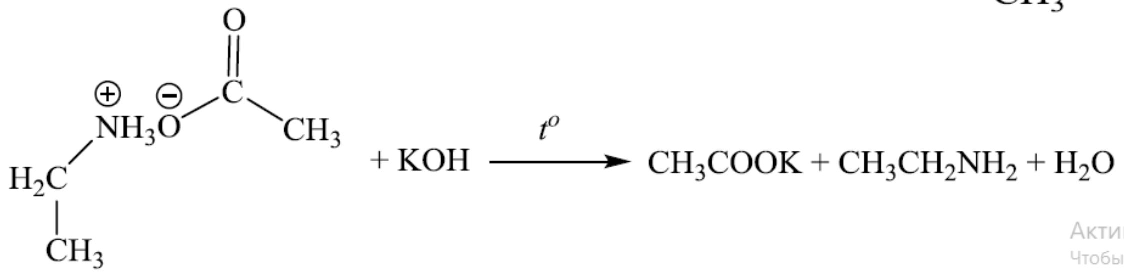
$n(C) : n(H) : n(N) : n(O) = 1{,}6 : 4{,}4 : 0{,}4 : 0{,}8 = 4 : 11 : 1 : 2$

Молекулярная формула – $\mathbf{C_4H_{11}NO_2}$

Приведена структурная формула вещества А:



Составлено уравнение реакции вещества А с водным раствором гидроксида калия при нагревании:



Задание 34

Смешали воду, дигидрофосфат натрия и гидроксид натрия в массовом соотношении 4,5 : 0,9 : 1 соответственно. К образовавшемуся раствору добавили раствор нитрата серебра. При этом получили 442 г раствора, содержащего только одно растворённое вещество, массовая доля которого составила 25%. Определите массовую долю нитрата серебра в добавленном растворе.

Вариант ответа:

Записаны уравнения реакций:

[1] $NaH_2PO_4 + 2NaOH = Na_3PO_4 + 2H_2O$

[2] $Na_3PO_4 + 3AgNO_3 = Ag_3PO_4 + 3NaNO_3$

[3] $2AgNO_3 + 2NaOH = Ag_2O + 2NaNO_3 + H_2O$

Вычислено количество вещества реагентов и продуктов реакции:

$m(NaNO_3) = 442 \cdot 0,25 = 110,5$ г

$n(NaNO_3) = 110,5 : 85 = 1,3$ моль

$n(AgNO_3) = n(NaNO_3) = 1,3$ моль

$m(AgNO_3) = 170 \cdot 1,3 = 221$ г

Пусть x г – масса одной части вещества.

Тогда

$n(NaH_2PO_4) = 0,9x : 120$ моль

$n(NaOH) = x : 40$ моль

$0,9x : 120 + x : 40 = 1,3$ моль

$x = 40$ г

$n(NaOH) = 1$ моль

$n(NaH_2PO_4) = 0{,}9 \cdot 40 : 120 = 0{,}3$ моль

$m(NaH_2PO_4) = 0{,}9 \cdot 40 = 36$ г

$m(H_2O) = 4{,}5 \cdot 40 = 180$ г

$m(1$ р-ра$) = 40 + 180 + 36 = 256$ г

$n(Ag_3PO_4) = n(NaH_2PO_4) = 0{,}3$ моль

$m(Ag_3PO_4) = 0{,}3 \cdot 419 = 125{,}7$ г

$n(NaOH_{[1]}) = 0{,}3 \cdot 2 = 0{,}6$ моль

$n(NaOH_{ост.}) = 1 – 0{,}6 = 0{,}4$ моль

$n(Ag_2O) = 0{,}5n(NaOH_{ост.}) = 0{,}2$ моль

$m(Ag_2O) = 0{,}2 \cdot 232 = 46{,}4$ г

$m($р-ра $AgNO_3) = 442 – 256 + 125{,}7 + 46{,}4 =$
$= 358{,}1$ г

$\omega(AgNO_3) = 221 : 358{,}1 \cdot 100 = 61{,}7\%$

Задание 21

Для веществ, приведенных в перечне, определите характер среды их водных растворов, имеющих одинаковую концентрацию (моль/л).

1) гидросульфат калия
2) гидросульфид натрия
3) нитрат стронция
4) гидроксид цезия

Запишите номера веществ в порядке убывания значения pH их водных растворов.

Ответ: 4231

ВАЖНО ПОМНИТЬ!!!

Раствор Na_3PO_4 – щелочная среда
Раствор Na_2HPO_4 – щелочная среда
Раствор NaH_2PO_4 – кислая среда

Задание 17

Из предложенного перечня выберите все типы реакций, к которым можно отнести взаимодействие серы с кислородом:

1) соединения
2) обратимая
3) экзотермическая
4) окислительно-восстановительная
5) гетерогенная

Ответ: 1345

ВАЖНО ПОМНИТЬ!!!

- Реакции, между двумя жидкостями могут быть гетерогенными, так как протекают на границе раздела двух фаз (толуол и азотная кислота).
- Реакции разложения нельзя классифицировать по типу гомо- или гетерогенности.

17 Из предложенного перечня выберите **все** реакции, которые являются окислительно-восстановительными.

1) взаимодействие сульфида калия с перманганатом калия
2) взаимодействие концентрированной серной кислоты с хлоридом натрия
3) взаимодействие при нагревании хлорида аммония и нитрита натрия
4) взаимодействие при нагревании оксида кремния с карбонатом натрия
5) взаимодействие иодоводородной кислоты с дихроматом натрия

Запишите номера выбранных ответов.

Ответ: ___________________.

Задание 18

Из предложенного перечня выберите все воздействия, которые оказывают влияние на скорость реакции образования оксида азота (IV) из оксида азота (II) и кислорода:

1) повышение давления в системе
2) уменьшение концентрации оксида азота (IV)
3) уменьшение концентрации оксида азота (II)
4) повышение температуры
5) увеличение концентрации кислорода

Ответ: 1345

Задание 22

Установите соответствие между способом воздействия на равновесную систему

$$H_2O_{(ж)} + Al^{3+}_{(р\text{-}р)} \rightleftarrows AlOH^{2+}_{(р\text{-}р)} + H^{+}_{(р\text{-}р)} - Q$$

и смещением химического равновесия в результате этого воздействия: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СИСТЕМУ	НАПРАВЛЕНИЕ СМЕЩЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ
А) добавление кислоты	1) смещается в сторону прямой реакции
Б) понижение давления	2) смещается в сторону обратной реакции
В) повышение температуры	3) практически не смещается
Г) добавление твёрдой щёлочи	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ: А-2 Б-3 В-1 Г-1

Установите соответствие между способом воздействия на равновесную систему

$$CH_3NH_{2(р\text{-}р)} + H_2O_{(ж)} \rightleftarrows CH_3NH_3^+{}_{(р\text{-}р)} + OH^-{}_{(р\text{-}р)} - Q$$

и смещением химического равновесия в результате этого воздействия: к каждой позиции, обозначенной буквой, подберите соответствующую позицию, обозначенную цифрой.

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СИСТЕМУ	ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ
А) повышение давления	1) смещается в сторону прямой реакции
Б) добавление раствора HNO_3	2) смещается в сторону обратной реакции
В) добавление твёрдой щёлочи	3) практически не смещается
Г) понижение температуры	

Ответ: А – 3 Б – 1 В – 2 Г - 2

Задание 23

В реактор постоянного объема, содержащий катализатор, поместили пары метанола, водород и угарный газ, систему нагрели. При этом исходная концентрация метанола была 1,05 моль/л, водорода – 0,1 моль/л, угарного газа – 0,25 моль/л. В результате протекания обратимой химической реакции: $CO_{(г)} + 2H_{2(г)} \leftrightarrows CH_3OH_{(г)}$ в системе установилось химическое равновесие, при котором концентрация водорода составила 0,4 моль/л. Определите равновесные концентрации метанола (X) и угарного газа (Y).

1) 0,15 моль/л
2) 0,90 моль/л
3) 0,40 моль/л
4) 1,05 моль/л
5) 0,10 моль/л
6) 1,20 моль/л

Решение:

Реагент	CO	H_2	CH_3OH
Исходная концентрация, (моль/л)	0,25	0,1	1,05
Равновесная концентрация, (моль/л)	Y	0,4	X

Ответ:

X	Y
2	3

Реагент	CO	H_2	CH_3OH
Исходная концентрация (моль/л)	0,25	0,1	1,05
Концентрация вещества, вступившего или образовавшегося в ходе реакции (моль/л)	0,15	0,3	0,15
Равновесная концентрация (моль/л)	Y	0,4	X

n(H_2, образ. в ходе реакции) = 0,4 – 0,1 = 0,3 моль/л

По уравнению реакции n(H_2, образ. в ходе реакции) = n(CO) = n(CH_3OH)

Концентрация CO увеличивается 0,25 + 0,15 = 0,40 моль/л

Концентрация CH_3OH уменьшается 1,05 – 0,15 = 0,90 моль/л