

## Материалы заданий олимпиады 2014-2015 учебного года

Наименование олимпиады школьников:

**Многопредметная олимпиада «Юные таланты»**

Предмет (комплекс предметов): **Химия**

Порядковый номер олимпиады в Перечне (Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 20 февраля 2015 г. № 120): **25**

### СОДЕРЖАНИЕ

1. ЗАДАНИЯ ВТОРОГО (ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО) ЭТАПА.....	3
1.1 Задания Теоретического тура .....	3
1.1.1 Задания 9 класса .....	3
1.1.2. Задания 10 класса .....	6
1.1.3. Задания 11 класса .....	9
1.2 . Задания экспериментального тура.....	12
1.2.1. Задание 9 класса .....	12
1.2.2. Задание 10 класса .....	13
1.2.3. Задание 11 класса .....	13
2. КРИТЕРИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОБЕДИТЕЛЕЙ И ПРИЗЕРОВ .....	14
3. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ ВТОРОГО (ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО) ЭТАПА .....	14
3.1. Критерии оценивания заданий Теоретического тура .....	14
3.1.1. Задания 9 класса .....	14
3.1.2. Задания 10 класса .....	20
4.1.3. Задания 11 класса .....	24
3.2. Критерии оценивания заданий экспериментального тура.....	30
3.2.1. Задание 9 класса .....	30
3.2.2. Задание 10 класса .....	32
3.2.3. Задание 11 класса .....	35
4. ЗАДАНИЯ ПЕРВОГО (ОТБОРОЧНОГО) ЭТАПА .....	36
4.1 Задания итогового тура.....	36
4.1.1 Задания 9 класса .....	36
4.1.2. Задания 10 класса .....	38
4.1.3. Задания 11 класса .....	40
4.2. Критерии оценки заданий итогового тура .....	42
4.2.1. Задания 9 класса .....	42
4.2.2. Задания 10 класса .....	46

4.2.3. Задания 11 класса .....	51
4.3 Задания зачетного тура (первая волна) .....	55
4.3.1. Задания 9 класса .....	55
4.3.2 Задания 10 класса .....	59
4.3.3 Задания 11 класса .....	64
4.4 Критерии оценки заданий зачетного тура (первая волна).....	68
4.4.1 Задания 9 класса .....	68
4.4.2 Задания 10 класса .....	68
4.4.3 Задания 11 класса .....	69
4.5 Задания зачетного тура (вторая волна) .....	69
4.5.1. Задания 9 класса .....	69
4.5.2 Задания 10 класса .....	74
4.5.3 Задания 11 класса .....	78
4.6 Критерии оценки заданий зачетного тура (вторая волна).....	82
4.6.1 Задания 9 класса .....	82
4.6.2 Задания 10 класса .....	83
4.6.3 Задания 11 класса .....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>

## 1. ЗАДАНИЯ ВТОРОГО (ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО) ЭТАПА

### 1.1 Задания Теоретического тура

#### 1.1.1 Задания 9 класса

##### Задача №9-1

Прочтите отрывок из повести Ивана Ефремова «Сердце Змеи»:

«...На выступе чужого корабля появился куб из красного металла с черной передней стенкой – экраном. Перед взглядами землян на экране засветилось подобие человеческой фигуры, верхняя часть которой ритмически расширялась и опадала. Маленькие белые стрелки то устремлялись внутрь фигуры, то вылетали наружу.

– Гениально просто: дыхание! – воскликнула Афра. – Они покажут нам, чем дышат, состав своей атмосферы, но как?

Будто отвечая на ее вопрос, дышащая модель на экране исчезла, заменившись новой фигурой. Черная точка в сероватом кольцевидном облачке – несомненно, ядро атома, окруженное тонкими орбитами светящихся точек – электронов. (Через некоторое время) на экране были уже четыре фигуры: две в центре, одна под другой, связанные толстой белой чертой, и две боковые, соединенные черными стрелками.

Все земляне с бьющимися сердцами считали электроны. Нижний, видимо, основной элемент океана: один электрон вокруг ядра – элемент А.

Верхний, главный элемент атмосферы и дыхания: девять электронов вокруг ядра – элемент Б!

– Считайте, – сказал командир, – налево вверху – шесть электронов: элемент Х, направо – семь: элемент Y. Вот и все ясно. Передайте, чтобы изготовили такую же таблицу нашей атмосферы и нашего обмена веществ – все будет то же, только вместо центрального верхнего, у нас элемент Z с его?? электронами. Как жаль, отчаянно жаль!»

1. Назовите элементы А, Б, Х, Y, Z. Сколько электронов у элемента Z?

3. Из чего состоит океан чужой планеты?

4. Из каких веществ состоит атмосфера чужой планеты? Что вдыхают и что выдыхают инопланетяне?

5. Далее земляне делают вывод, что светило инопланетян – более горячая, чем Солнце, голубая высокотемпературная звезда. Попробуйте обосновать это предположение.

6. Почему командир опечален полученной информацией? Постарайтесь привести химические аргументы.

##### Задача №9-2

*Лесом шел, а дров не видал.*

*Народная поговорка*

Очень часто участники химических олимпиад становятся «жертвами» собственной невнимательности. Например, участнику экспериментального тура одной из олимпиад было предложено следующее задание:

«Уважаемый участник! Вам предстоит исследовать взаимодействие солей различных металлов (группа А) с содой и сульфидом натрия (группа Б). Для этого поместите в пробирку несколько миллилитров раствора группы А и добавляйте по каплям раствор группы Б. Свои наблюдения запишите в таблицу, указав состав осадка и его описание.

Группа А \ Группа Б	Сода	Сульфид натрия
Сульфат цинка		
Железный купорос		
Хлорид железа (III)		
Нитрат хрома (III)		

....»

Однако по собственной невнимательности ученик выполнил рекомендации с точностью наоборот: к нескольким миллилитрам растворов группы Б прикапывал растворы группы А.

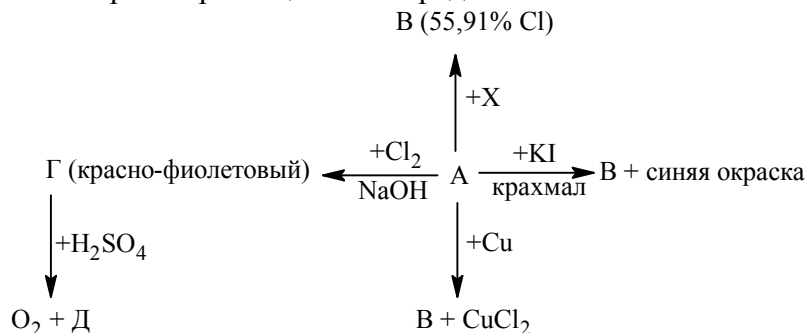
1. Заполните представленную таблицу, следуя рекомендациям задания. В пустых клетках укажите состав осадка.
2. Объясните полученные результаты. Подтвердите свои выводы уравнениями реакций.
3. Будут ли отличаться результаты участника от полученных при правильном смешивании растворов. Объясните причину различия или однообразия результатов, подкрепив их уравнениями реакций.

### Задача №9-3

При ремонте на химическом складе была найдена банка со стертой этикеткой, внутри которой обнаружены гранатово-красные кристаллы вещества А. Соединение А выделяет на воздухе хлороводород. А хорошо растворяется в воде, при охлаждении кристаллизуются желто-коричневые кристаллы соединения Б, содержащего 4,44(масс. %) водорода.

Соединение А получают при пропускании сухого хлора над раскаленным и предварительно осушенным металлом Х. Образующиеся пары А сублимируют в герметичном стеклянном сосуде.

Некоторые свойства раствора вещества А представлены схемой:



1. Определите металл Х, если известно, что при пропускании 1 моль  $Cl_2$  над Х было получено 100 г вещества А с выходом  $w=92.34\%$
2. Определите вещества А – Д и напишите все уравнения реакций, описанные в тексте задачи.
3. Рассчитайте массу диоксида свинца необходимого для получения хлора достаточного для получения 200 г вещества Б.

### Задача №9-4

Некоторые металлы (индий, олово, кадмий, висмут, таллий, ртуть, щелочные металлы) используются для получения легкоплавких сплавов. Например, сплав олова с висмутом (57%) имеющий температуру плавления  $138^\circ C$ , применяется в качестве теплоносителя и припоя. Рекордсменом является сплав Советский (натрий 12 %, калий 47

%, цезий 41 %) плавящийся при  $-78^{\circ}\text{C}$  и используемый в производстве ионных реактивных двигателей.

1. Какие недостатки, обусловленные химическим составом, присущи сплаву Советскому?

В процессе производства висмут-оловянного сплава была допущена ошибка и в расплаве оказалась некоторое количество кремния. После остывания образец полученного сплава передали в лабораторию для анализа.

Образец подвергли хлорированию, полученную смесь растворили в дистиллированной воде, образовавшийся осадок отфильтровывали, высушили, прокалили и получили вещество А. К фильтрату добавили избыток сульфида натрия, перемешивали и отделили черно-коричневый осадок, который прокалили в токе кислорода, в результате чего получили вещество Б. К оставшемуся раствору добавили соляную кислоту и отделили образовавшийся желтый осадок (вещество В).

2. Напишите уравнения реакций, описанных в тексте и определите вещества А – В.

3. Напишите уравнения реакций позволяющих получить из веществ А – В соответствующие хлориды.

4. Вычислите содержание олова, кремния и висмута в сплаве взятом для хлорирования, если из 0,20 г сплава было получено 1,02 г вещества Б и 0,20 г хлорида, полученного из вещества А.

5. В лабораторию был доставлен сплав содержащий помимо олова, кремния и висмута железо. Определите на какой из стадий выделится в осадок железо? Напишите уравнения соответствующих реакций.

### Задача №9-5

Как известно в ряду гомологов происходит закономерное изменение физических, химических свойств и термодинамических параметров. Например, увеличение количества атомов в молекуле алканов приводит к повышению температуры плавления и кипения, увеличение алкильного радикала приводит к уменьшению константы диссоциации карбоновых кислот.

В таблице приведены теплоты сгорания циклоалканов.

Вещество	Формула	$Q_{\text{сгор.}}$ кДж/моль	$Q_{\text{сгор.}}$ кДж/г	$Q_{\text{образ.}}$ кДж/моль
Циклопропан	$\text{C}_3\text{H}_6$	2100		
Циклобутан	$\text{C}_4\text{H}_8$	2700		
Циклопентан	$\text{C}_5\text{H}_{10}$	3300		
Циклогексан	$\text{C}_6\text{H}_{12}$	3900		

1. Заполните пустые ячейки таблицы: рассчитайте удельную теплоту сгорания и теплоту образования циклоалканов. Теплоты образования углекислого газа и воды равны 393 и 286 кДж/моль соответственно.

2. Постройте графические зависимости удельной и молярной теплоты сгорания от числа атомов углерода в молекуле.

3. Предложите уравнение зависимости молярной теплоты сгорания от числа атомов углерода в молекуле.

4. На основании полученных зависимостей оцените теплоту сгорания и образования циклооктана.

## 1.1.2. Задания 10 класса

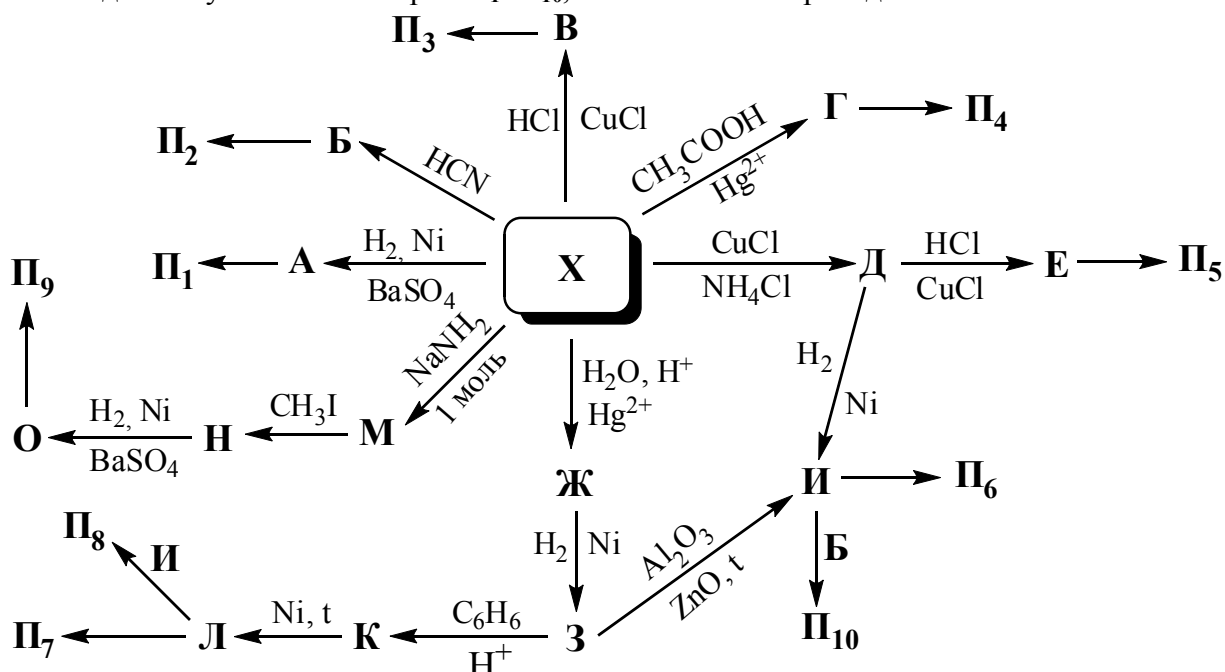
## Задача №10-1

Одуванчик полевой лекарственный...

Киножурнал «Ерлаш»

В Южно-американском языке тупи-гуарани существует слово «каучу» происходящее от слов кау – дерево и учу – плакать. Более знакомое нам слово каучук появилось с «открытием Америки» европейцами, которые обнаружили млечный сок гевеи. Началом эпохи полимеров можно считать 1839 год, когда американец Чарльз Гудьир из каучука получил резину.

Более пяти веков прошло с момента открытия каучука европейцами и почти два века со дня получения резины. Сегодня полимеры окружают нас повсюду, начиная от ручки, которой вы сейчас пишете, до внутренней отделки аудитории, в которой вы находитесь. Производство полимеров уже много лет связано не с добычей каучука, а с химическим синтезом. Углеводород **X**, имеющий плотность по метану 1,625, может служить ценным источником для получения полимеров **П**<sub>1</sub>–**П**<sub>10</sub>, согласно ниже приведенной схеме:

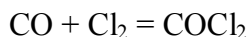


1. Установите строение углеводорода **X** и веществ **A** – **O**.
2. Приведите формулы полимеров **П**<sub>1</sub>–**П**<sub>10</sub> и дайте им названия.
3. Предположите, какая может быть связь между полимерами и одуванчиком.

## Задача №10-2

Любую химическую реакцию можно охарактеризовать константой равновесия с позиции химической термодинамики и константой скорости реакции с позиции химической кинетики. Сегодня Вам предстоит исследовать поведение этих констант от температуры. Несмотря на то, что исследуемая Вами реакция является обратимой, для упрощения расчетов используем формулы, описывающие кинетику необратимых реакций.

В стеклянный сосуд объемом 2 литра была помещена смесь монооксида углерода и хлора, после чего сосуд нагрет до температуры 500°C. В сосуде протекает реакция второго порядка:



С равными промежутками времени из сосуда отбирались пробы для определения количества образовавшегося фосгена. Полученные данные представлены в таблице:

Время, мин	CO, моль	Cl <sub>2</sub> , моль	COCl <sub>2</sub> , моль
0	0,56	0,56	0,000
5			0,087
10			0,151
15			0,200
20			0,200

1. Вычислите константу равновесия данной реакции при 500 °С.

По истечении 25 минут образовавшийся фосген был удален из сосуда и температура увеличена до 520 °С. Равновесие при данной температуре наступило через 10 минут.

2. Вычислите константу равновесия данной реакции при 520°С.

3. Докажите что приведенная реакция – это реакция второго порядка.

При расчетах Вам пригодятся две формулы, используемые в химической кинетике необратимых реакций:

1. Выражение для константы скорости реакции второго порядка при равной концентрации реагирующих веществ:

$$k = \frac{1}{t} \frac{x}{a(a-x)},$$

где а – начальная количество одного из реагирующих веществ, моль;

х - количество прореагировавшего вещества в момент времени t, моль.

2. Правило Вант-Гоффа, определяющее зависимость константы скорости реакции от температуры:

$$\frac{k_2}{k_1} = \gamma^{\frac{T_2-T_1}{10}},$$

где γ – температурный коэффициент скорости реакции, при расчетах примите его равным 3.

4. Обратите внимание на изменение константы скорости и константы равновесия данной реакции в зависимости от температуры. Объясните, почему наблюдается рост или уменьшение каждой из констант.

5. Поглощается или выделяется теплота в результате протекания реакции?

### Задача №10-3

Углеводород **A**, получаемый из низкокипящих фракций пиролиза нефти, с массой долей углерода 90,91 % по криоскопическим данным имеет молярную массу, зависящую от времени хранения его раствора в подходящем растворителе, постепенно возрастающую до ~ 130 г/моль и даже еще большую массу. Углеводород **A** вступает в реакцию с металлическим натрием с выделением водорода, образуя соединение **B**. Соединение **B** вступает в ионообменную реакцию с хлоридом железа (II), образуя уникальное по устойчивости соединение **C**. Соединение **C** (оранжевые кристаллы с  $T_{пл.} = 173^\circ\text{C}$ ) возгоняется без разрушения при атмосферном давлении, растворимо в органических растворителях и не растворимо в воде. На него не действует горячая концентрированная соляная кислота, хотя углеводород **A** легко присоединяет HCl, образуя соединение **D**.

1. Определите состав и строение веществ **A–D** и напишите все уравнения реакций.

2. Какое химическое свойство вещества **A** может быть использовано для подготовки к празднованию Нового Года?

### Задача №10-4

Юный радиотехник Саша задумал смастерить радиопередатчик, но у него не оказалось вещества **А**, используемого для травления плат. Саша обратился к другу Паше, студенту химического факультета, который согласился синтезировать нужное вещество. Для этого в электролизер он налил 400 мл 15% раствора гидросульфата калия ( $\rho = 1,11$  г/мл), поставил в снег и включил ток (4А). Через 45 минут он прекратил электролиз, и охладив банку до  $0^{\circ}\text{C}$ , получил белые кристаллы вещества **А**. Кроме того в процессе электролиза выделилось 1,254 л газа **Б** (при н.у.), который применяется для получения металлов из оксидов.

Для доказательства того, что это требуемое вещество Паша растворил небольшое количество кристаллов в воде и осуществил несколько испытаний:

1. К части раствора прилил щелочного раствора сульфата никеля(II), при этом образовался черный осадок (**В**), содержащий 43,8 % кислорода.
2. Вторую часть раствора Павел нагрел и добавил немного раствора сульфата марганца (II). Полученный раствор тут же приобрел розовое окрашивание (**Г**).
3. Третью часть раствора Павел оставил на несколько дней в закрытом сосуде, а затем испытал его действием раствора хлорида бария, при этом образовался белый кристаллический осадок. Кроме того, в процессе хранения из раствора выделился газ **Д**, в результате чего тлеющая лучинка внесенная в сосуд вспыхнула.
1. *Определите вещества **А** – **Г**, если известно, что вещество **А** не образует кристаллогидратов, а содержание калия в нем составляет 28,89%*
2. *Напишите все возможные уравнения реакций.*
3. *Напишите реакцию травления платы для радиопередатчика, учитывая, что пластинка платы покрыта тонким слоем металлической меди, а после травления раствор приобретает голубую окраску.*
4. *Рассчитайте массу полученного Павлом вещества **А**. Растворимость вещества **А** при  $0^{\circ}\text{C}$  1,7 г/100 мл раствора ( $\rho = 1,0$  г/мл), выход по току равен 100%. Изменением объема раствора при электролизе пренебречь.*

### Задача №10-5

Некоторые металлы (индий, олово, кадмий, висмут, таллий, ртуть, щелочные металлы) используются для получения легкоплавких сплавов. Например, сплав олова с висмутом (57%) имеющий температуру плавления  $138^{\circ}\text{C}$ , применяется в качестве теплоносителя и припоя. Рекордсменом является сплав Советский (натрий 12 %, калий 47 %, цезий 41 %) плавящийся при  $-78^{\circ}\text{C}$  и используемый в производстве ионных реактивных двигателей.

1. *Какие недостатки, обусловленные химическим составом, присущи сплаву Советскому?*

В процессе производства висмут-оловянного сплава была допущена ошибка и в расплаве оказалась некоторое количество кремния. После остывания образец полученного сплава передали в лабораторию для анализа.

Образец подвергли хлорированию, полученную смесь растворили в дистиллированной воде, образовавшийся осадок отфильтровывали, высушили, прокалили и получили вещество **А**. К фильтрату добавили избыток сульфида натрия, перемешивали и отделили черно-коричневый осадок, который прокалили в токе кислорода, в результате чего получили вещество **Б**. К оставшемуся раствору добавили соляную кислоту и отделили образовавшийся желтый осадок (вещество **В**).

2. *Напишите уравнения реакций, описанных в тексте и определите вещества **А** – **В**.*
3. *Напишите уравнения реакций позволяющих получить из веществ **А** – **В** соответствующие хлориды.*



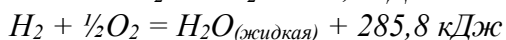
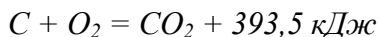
4. Вычислите содержание олова, кремния и висмута в сплаве взятом для хлорирования, если из 0,20 г сплава было получено 1,02 г вещества **Б** и 0,20 г хлорида, полученного из вещества **А**.
5. В лабораторию был доставлен сплав содержащий помимо олова, кремния и висмута железо. Определите на какой из стадий выделится в осадок железо? Напишите уравнения соответствующих реакций.

### 1.1.3. Задания 11 класса

#### Задача №11-1

Вещества **А** и **В** имеют важное биологическое значение. При сгорании в одинаковых условиях равных количеств **А** и **В** образуются равные объемы углекислого газа, равные массы воды и никаких других веществ. При этом для сгорания **В** требуется на 10% больше кислорода. Количество теплоты, выделяющееся при сгорании 3,0 г **А** составляет 47,0 кДж, а при сгорании 2,68 г **В** – 50,6 кДж. Известно также, что 2%-й водный раствор **А** замерзает при температуре –0,253 °С.

1. Определите молекулярные формулы **А** и **В**.
2. Приведите структурные формулы изомеров, имеющих наибольшее биологическое значение.
3. Вычислите температуру замерзания 3%-ного водного раствора **В**.
4. Определите тепловые эффекты, сопровождающие образование 1 моль каждого из соединений **А** и **В** из простых веществ, используя условие задачи и следующие данные.

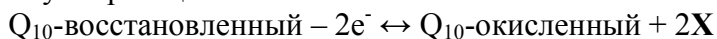


Указание. Температура замерзания раствора понижается по сравнению с температурой замерзания чистого растворителя на величину, пропорциональную моляльной концентрации  $C_m$  (выражается числом моль растворенного вещества в 1 кг растворителя). Для водных растворов неэлектролитов:

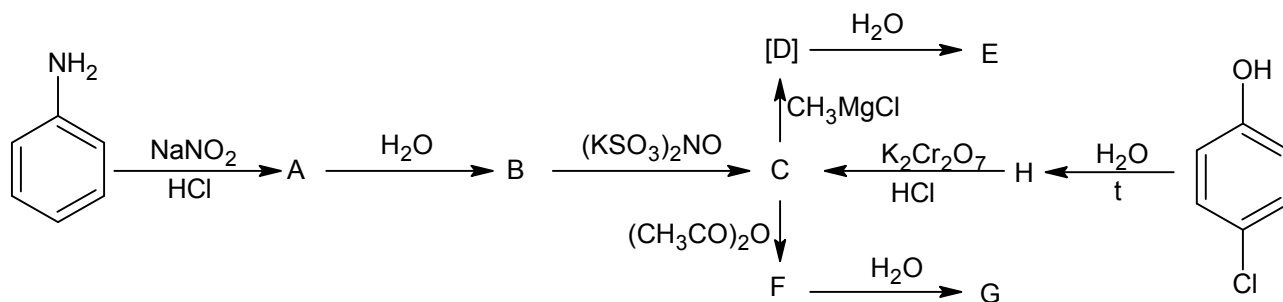
$$\Delta t_{\text{замерзания}} = 1,86 \times C_m.$$

#### Задача №11-2

Старение является следствием снижения функциональной возможности органов, в первую очередь сердечной мышцы (миокарда). Существует мнение, что это происходит из-за снижения содержания убихинона (коэнзима  $Q_{10}$ ). По химической природе  $Q_{10}$  является производным простейшего циклического  $\beta, \gamma$ -непредельного кетона (соединение **С**), содержащим боковую цепь образованную из 10 остатков изопрена. Убихинон участвует в процессе внутриклеточного энергетического обмена за счет переноса электронов в дыхательной цепи. Биологическая роль обусловлена способностью соединения **С** и его производных к обратимому окислительно-восстановительному процессу по реакции:



1. Определите структуру соединения **С**, осуществив его синтез по приведенной ниже схеме. Напишите уравнения реакций.



Соединение **C** сочетает в себе свойства непредельных соединений и кетонов, поэтому вступает в реакции характерные для кетонов и полиненасыщенных соединений. Так взаимодействие **C** с метилмагнийбромидом является реакцией нуклеофильного замещения, а взаимодействие с уксусным является реакцией 1,4-присоединения.

2. Напишите уравнения получения веществ **E** и **G** (см. схему реакций).

3. Напишите уравнение обратимого окислительно-восстановительного процесса, заменив  $Q_{10}$  соединением **C**. Определите вещество **X**.

Многие производные соединения **C** применяются в качестве стойких красителей и аналитических реагентов на многие металлы. Например, нафтазарин, образующий фиолетовые лаки с алюминием и хромом. Его получают, сплавля смесь малеинового ангидрида, вещества **B** (см. схему) и хлорида алюминия (реакция 1). Полученный плав разламывают и кипятят с водой, добавляя концентрированную соляную кислоту до образования бурого осадка нафтазарина (реакция 2).

4. Напишите уравнения реакций получения нафтазарина и его структурную формулу.

### Задача №11-3

*«...живет под землей зверь-мамонт, громаден, черен и страшен.... Пища зверя-мамонта – эта самая земля, и ходит он под землей, земля от того подымается великими буграми...»*

*Легенда Пермского края*

При изучении равновесий малорастворимых в воде соединений используют понятие произведения растворимости (ПР) – константы равновесия реакции диссоциации соли в воде. Например, для сульфата серебра выражение для произведения растворимости выглядит следующим образом:

$$\text{ПР}(\text{Ag}_2\text{SO}_4) = [\text{Ag}^+]^2 \cdot [\text{SO}_4^{2-}] = 1,6 \cdot 10^{-5}$$

1. Исходя из ПР вычислите растворимость (г/л) сульфата серебра в дистиллированной воде.

1,0 г карбоната кальция растворили в 1 л деионизированной и освобожденной от растворенных газов воды. Полученную суспензию при перемешивании выдержали 24 часа в изолированном от воздуха сосуде. На титрование 100 мл аликвоты отфильтрованной пробы ушло 1,4 мл 0,00498 М ЭДТА.

2. Определите произведение растворимости  $\text{CaCO}_3$

1,0 г карбоната кальция растворили в 1 л деионизированной воды, находящейся в равновесии с атмосферным воздухом. Полученную суспензию при перемешивании выдержали 24 часа в изолированном от воздуха сосуде. На титрование 100 мл фильтрованной пробы ушло 2,6 мл 0,00498 М ЭДТА

3. Определите концентрацию растворенного углекислого газа в воде.

В аналитической химии часто используется перевод одних малорастворимых соединений в другие. Например, нерастворимый в кислотах сульфат стронция действием карбоната натрия переводится в карбонат стронция, растворимый в соляной кислоте.

4. Определите возможность перевода сульфата кальция ( $\text{ПР} = 9,1 \cdot 10^{-6}$ ) в карбонат добавлением карбоната натрия.

5. Каким образом связаны карстовые пещеры и равновесия малорастворимых соединений?

#### Задача №11-4

В химии принято делить все вещества на две большие группы – органические и неорганические. Однако большое количество веществ нельзя однозначно отнести к той или иной группе. Например, известно, что кремний подобно углероду способен образовывать соединения подобные углеводородам – силаны (общей формулой  $\text{Si}_n\text{H}_{2n+2}$ ). Или вещество **Н**, положившее начало краху витализма, вещество **И**, нашедшее применение в производстве поликарбоната... А теперь пришло время погрузиться в мир на границе органической и неорганической химии.

При термическом разложении твердого вещества **А** образуется широко распространенное в природе соединение **Б**, являющееся производным кислоты **В** и летучая жидкость **Г**.

В результате реакции **Г** с желто-зеленым газом **Д** в молярном отношении 1:3 получается газ **Е**, дающий в водном растворе кислую реакцию и соединение **Ж**, которое при действии известковой воды образует вещество **А** и жидкость со специфическим запахом **З**, используемую как растворитель. При стоянии на свету в присутствии кислорода жидкость **З** частично окисляется с образованием газа **И**, который можно рассматривать как производное кислоты **В**, и газ **Е**.

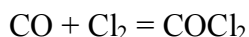
Газ **И** реагирует с газом **К**, который получается при пропускании над катализатором (высокая температура, давление) смеси простых газообразных веществ **Л** и **М** в объемном соотношении 1:3. При реакции **К** и **И** образуется ценное удобрение **Н** и соединение **О**, которое получается также из **Е** и **К**. При комнатной температуре **И** медленно гидролизуются водой, давая **П** (ангидрид кислоты **В**) и **Е**. Газ **Е** можно получить при взаимодействии на свету газов **Д** и **М**.

1. Определите вещества **А – П** и дайте им названия.
2. Напишите уравнения всех описанных реакций.
3. Напишите уравнения реакций позволяющих получить **П** из **А**.

#### Задача №11-5

Любую химическую реакцию можно охарактеризовать константой равновесия с позиции химической термодинамики и константой скорости реакции с позиции химической кинетики. Сегодня Вам предстоит исследовать поведение этих констант от температуры. Несмотря на то, что исследуемая Вами реакция является обратимой, для упрощения расчетов используем формулы, описывающие кинетику необратимых реакций.

В стеклянный сосуд объемом 2 литра была помещена смесь монооксида углерода и хлора, после чего сосуд нагрет до температуры 500°C. В сосуде протекает реакция второго порядка:



С равными промежутками времени из сосуда отбирались пробы для определения количества образовавшегося фосгена. Полученные данные представлены в таблице:

Время, мин	CO, моль	Cl <sub>2</sub> , моль	COCl <sub>2</sub> , моль
0	0,56	0,56	0,000
5			0,087
10			0,151
15			0,200
20			0,200

1. Вычислите константу равновесия данной реакции при 500 °С.

По истечении 25 минут образовавшийся фосген был удален из сосуда и температура увеличена до 520 °С. Равновесие при данной температуре наступило через 10 минут.

2. Вычислите константу равновесия данной реакции при 520°С.

3. Докажите что приведенная реакция – это реакция второго порядка.

При расчетах Вам пригодятся две формулы, используемые в химической кинетике необратимых реакций:

1. Выражение для константы скорости реакции второго порядка при равной концентрации реагирующих веществ:

$$k = \frac{1}{t} \frac{x}{a(a-x)}$$

где а – начальная количество одного из реагирующих веществ, моль;

х - количество прореагировавшего вещества в момент времени t, моль.

2. Правило Вант-Гоффа, определяющее зависимость константы скорости реакции от температуры:

$$\frac{k_2}{k_1} = \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}}$$

где  $\gamma$  – температурный коэффициент скорости реакции, при расчетах примите его равным 3.

4. Обратите внимание на изменение константы скорости и константы равновесия данной реакции в зависимости от температуры. Объясните, почему наблюдается рост или уменьшение каждой из констант.

5. Поглощается или выделяется теплота в результате протекания реакции?

## 1.2 . Задания экспериментального тура

### 1.2.1. Задание 9 класса

Перед Вами находятся два набора пробирок.

В первом наборе из четырех пробирок обозначенных буквами А, Б, В, Г, содержатся растворы H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, BaCl<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O, MnSO<sub>4</sub>

1. Используя имеющиеся чистые пробирки, определите, раствор какого вещества находятся в каждой из пробирок.

2. Опишите свои действия, напишите уравнения реакций.

**ВНИМАНИЕ!** Прежде чем приступить к решению второй части задачи проверьте правильность определения соответствия пробирок у преподавателя.

Во втором наборе, состоящем из четырех пронумерованных пробирок, находятся растворы веществ из следующего перечня: Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl, ZnSO<sub>4</sub>, FeSO<sub>4</sub>

3. Заполните таблицу, отражающую эффекты, проявляющиеся в результате взаимодействия веществ первого набора с веществами второго набора, подкрепив уравнениями реакций.

	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	HCl	ZnSO <sub>4</sub>	FeSO <sub>4</sub>
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>						
BaCl <sub>2</sub>						
NH <sub>3</sub> ·H <sub>2</sub> O						
MnSO <sub>4</sub>						

4. Используя растворы из первого набора, определите содержимое каждой из пробирок второго набора.

**НЕ ЗАБЫВАЙТЕ:** перед каждым использованием пипетки ее необходимо промывать дистиллированной водой. Удачи!

### 1.2.2. Задание 10 класса

В семи пронумерованных пробирках находятся водные растворы: гидроксида натрия, сульфата меди, карбоната натрия, глицерина, щавелевой кислоты, глюкозы и глицина.

**Оборудование:** штатив с пробирками, держатель, спиртовка.

1. Не используя других реактивов, идентифицируйте каждое из веществ.
2. Опишите свои действия, напишите уравнения осуществленных химических реакций.

Перед тем как приступить к выполнению экспериментальной части задания ответьте на несколько вопросов:

- Как называется реактив, приготовленный путём взаимодействия  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{NaOH}$  и сегнетовой соли? Для каких целей в него добавляют сегнетову соль (запишите её формулу и дайте название)? Какое применение находит данный реактив?
- Почему при добавлении к раствору  $\text{CuSO}_4$  раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  выпадает зелёный осадок, а при изменении порядка сливания реактивов цвет осадка – голубой?
- Приведите структурные формулы D-глюкозы и L-глюкозы. Какая из них имеет наибольшее биохимическое значение и чаще встречается в природе?
- Приведите примеры биологически важных веществ, в состав которых входит наиболее распространённая форма глюкозы.
- Приведите структурные формулы циклических пиранозных форм D-глюкозы.

### 1.2.3. Задание 11 класса

Металлические сплавы находят широкое применение в различных отраслях промышленности за счет разнообразия свойств: твердости, ковкости, различной плотности, температуры плавления. Одним из этапов производства металлических сплавов является контроль их состава, который осуществляется методами аналитической химии. Ознакомьтесь с методикой определения количественного состава сплава меди с металлом X:

*На аналитических весах взвешивают около 0,1500 г измельченного сплава и растворяют при кипячении в 20 мл раствора азотной кислоты (1:1). Полученный раствор нейтрализуют аммиаком, переносят в мерную колбу на 100 мл и доводят до метки дистиллированной водой.*

#### **1. Определение суммарного содержания Си и X:**

*10 мл полученного после растворения сплава раствора переносят в коническую колбу, добавляют около 50 мл дистиллированной воды, 5 мл буферного раствора ( $\text{pH}=8-9$ ) и щепотку индикатора мурексиды. Смесь тщательно перемешивают и титруют 0,025 М раствором ЭДТА до перехода окраски из желтой, через оранжевую в чисто фиолетовую. Опыт повторяют до получения трех результатов отличающихся не более чем на 0,1 мл.*

#### **2. Определение содержания Си:**

*10 мл полученного после растворения сплава раствора переносят в колбу для титрования, добавляют 10 мл 2М ..А., около 0,5 г твердого KI, тщательно перемешивают, при этом раствор окрашивается в ...1.. цвет. Смесь титруют 0,01 М раствором ..Б., прибавляя в конце титрования 1-2 мл раствора ..В.. и титруя до перехода окраски из...2.. в ...3... Опыт повторяют до получения трех результатов отличающихся не более чем на 0,1 мл.*

Перед выполнением экспериментальной части произведите замену неизвестных веществ А, Б, В в тексте методики №2 на вещества из следующего списка:  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{NH}_3\cdot\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{I}_2$ , крахмал, фенолфталеин, а также замените цифры 1, 2, 3 на соответствующую окраску раствора.

Вам выдана мерная колба, содержащая полученный после растворения сплава и нейтрализации раствор. Масса взятой навески занесена в таблицу напротив Вашего индивидуального номера (у преподавателя). Осуществив описанные выше методики, определите неизвестный металл **X** и количественный состав образца сплава (в процентах).

## 2. КРИТЕРИИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОБЕДИТЕЛЕЙ И ПРИЗЕРОВ ОЛИМПИАДЫ

Максимально возможное количество баллов, которое может набрать участник – 70, из которых 50 – за теоретический тур, а 20 – за экспериментальный тур. Участники 10-11 классов, набравшие по результатам теоретического тура менее 12,5 баллов, к экспериментальному туру не допускаются.

Победителями олимпиады могут стать участники, имеющие не менее 50 баллов и балл которых составляет более 80% от максимально набранного балла в данной возрастной параллели.

Призерами олимпиады (2 степень) могут стать участники, имеющие не менее 40 баллов и балл которых составляет более 60% от максимально набранного балла в данной возрастной параллели.

Призерами олимпиады (3 степень) могут стать участники, имеющие не менее 32,5 баллов и балл которых составляет более 45% от максимально набранного балла в данной возрастной параллели.

## 3. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ ВТОРОГО (ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНОГО) ЭТАПА

**Ниже приводится один из возможных вариантов решения заданий. Допускаются другие варианты решений, не искажающие смысла заданий.**

### 3.1. Критерии оценивания заданий Теоретического тура

#### 3.1.1. Задания 9 класса

##### Задача №9-1

Зная, что количество электронов в атоме равно его порядковому номеру в периодической системе находим, что:

Основной элемент океана (А) – водород (H)



Основной элемент атмосферы (Б) – фтор (F)

Элементы X и Y соответственно углерод (C) и азот (N).

На Земле основным элементов (Z) является кислород (O), имеющий 8 электронов.

Океан планеты состоит из фтороводорода – HF

Атмосфера – из F<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CF<sub>4</sub> и HF. Таким образом, атмосферу планеты можно сравнить с земной, произведя замену кислорода на фтор.

Земная атмосфера	Атмосфера планеты
O <sub>2</sub>	F <sub>2</sub>
N <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
CO <sub>2</sub>	CF <sub>4</sub>
H <sub>2</sub> O	HF
Схема дыхания	
O <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O, CO <sub>2</sub> 	F <sub>2</sub> HF, CF <sub>4</sub> 

Таким образом, жители планеты вдыхают  $F_2$ ,  $N_2$ , а выдыхают –  $N_2$ ,  $CF_4$ ,  $HF$ .

Обоснование И.Ефремова, что светило инопланетян – более горячая, чем Солнце, голубая высокотемпературная звезда:

«Расщепляя с помощью лучистой энергии своего светила фтористый водород, как у нас на Земле воду (кислородистый водород), растения той планеты накапливали углеводы и выделяли свободный фтор, которым в смеси с азотом дышали люди и животные, получая энергию от сгорания углеводов во фторе. Животные и люди должны выдыхать фтористый углерод и фтористый водород. Подобный обмен веществ дает в полтора раза больше энергии, чем земной с его кислородной основой. Но большая активность фтора по сравнению с кислородом требует и более сильной радиации светила. Чтобы лучистая энергия была в состоянии расщепить молекулы фтористого водорода в растительном фотосинтезе, нужны не желто-зеленые лучи, как для воды, а лучи более мощных квант, голубые и фиолетовые.

Очевидно, что светило чужих – голубая высокотемпературная звезда.»

Командир может быть опечален полученной информацией по нескольким причинам:

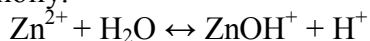
1. высокая активность фтора может вызывать активное разрушение земных материалов, а также повредить живые ткани землян.
2. Кислород может оказаться токсичным для инопланетян (как и фтор для землян).
3. Кислород (или вода) способен взаимодействовать со фтором, образуя  $OF_2$
4. Океан чужой планеты разъедает стекло и разрушает почти все минералы, в состав которых входит кремний, а также ткани (кожу, кости) землян.

#### Разбалловка

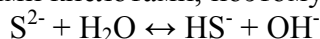
Определение элементов А, Б, Х, Y, Z	0,25 б. x5 = 1,25 б.
Определение количества электронов в Z	0,25 б.
Определение состава океана планеты	0,5 б.
Определение состава атмосферы планеты	0,5 б. x4 = 2 б.
Определение состава вдыхаемого и выдыхаемого газа	0,5 б. x5 = 2,5 б.
Объяснения факта, что звезда инопланетян высокотемпературная звезда	1,5 б.
Объяснение печали капитана (любые доводы, верные с точки зрения химии)	2 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

#### Задача №9-2

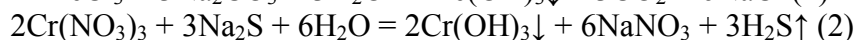
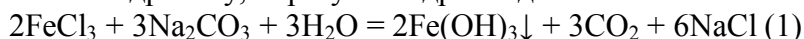
Все соли группы А образованы слабыми основаниями, и поэтому в растворах подвергаются гидролизу по катиону:



Соли группы Б образованы слабыми кислотами, поэтому гидролизуются по аниону:



При взаимодействии солей группы А с группой Б процессы гидролиза должны приводить к образованию основных солей. Однако, катионы трехвалентных металлов, имеющие высокую склонность к гидролизу, образуют гидроксиды:



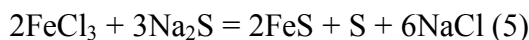
Катионы двухвалентных металлов в меньшей степени подвержены гидролизу, поэтому при действии карбоната натрия образуют основные сульфаты:



Сульфиды, образованные двухвалентными катионами обладают крайне низкой растворимостью в воде, поэтому при действии сульфида натрия основные соли не образуются:

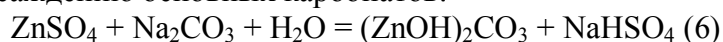


При взаимодействии  $\text{FeCl}_3$  и  $\text{Na}_2\text{S}$  протекает окислительно-восстановительная реакция с образованием серы:



Группа Б Группа А	Сода	Сульфид натрия
Сульфат цинка	$(\text{ZnOH})_2\text{SO}_4$	$\text{ZnS}$
Железный купорос	$(\text{FeOH})_2\text{SO}_4$	$\text{FeS}$
Хлорид железа (III)	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$\text{Fe}(\text{OH})_3$
Нитрат хрома (III)	$\text{Cr}(\text{OH})_3$	$\text{Cr}(\text{OH})_3$

При обратном порядке смешивания изменится лишь состав осадка образованного карбонатом натрия и солями двухвалентных металлов. Находящиеся в избытке карбонат-ионы приведут к осаждению основных карбонатов:

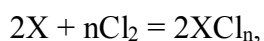


### Разбалловка

Заполнение таблицы формулами, соответствующих осадков	8х0,25 б. = 2 б.
Объяснение образования гидроксидов при реакции с катионами трехвалентных металлов*	2 б.
Объяснение образования сульфидов двухвалентных металлов*	1 б.
Объяснение образования основных солей при взаимодействии соды с солями двухвалентных металлов*	2 б.
Объяснение различий при обратном порядке смешивания*	2 б.
Написание уравнения реакции (5)	1 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

\*Если выводы не подкреплены уравнениями реакциями или приведены уравнения реакций, но не указаны объяснения наблюдаемых процессов, то количество баллов за пункт делится на два.

### Задача №9-3



где  $n$  – степень окисления металла  $\text{X}$ .

$$m(\text{MCl}_n)_{\text{теорет}} = 100/0,9234 = 108,30 \text{ г}$$

Составим пропорцию:

$$1/n = 108,30/(2 \cdot (M + 35,5n))$$

$$M = 18,65n,$$

где  $M$  – молярная масса металла  $\text{X}$ .

При  $n = 1$ ,  $M = 18,65$ , нет металла

$n = 2$ ,  $M = 37,30$ , нет металла

$n = 3$ ,  $M = 55,95$ , железо

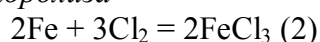
$n = 4$ ,  $M = 74,60$ , нет металла

Соответственно  $\text{X} - \text{Fe}$

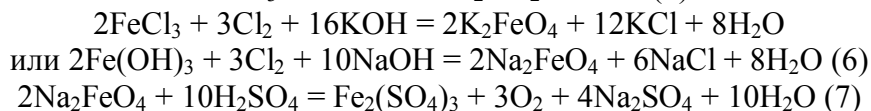
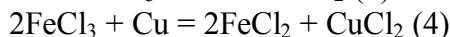
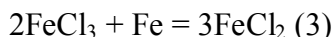
Уравнения реакций:



\*Зачитывается любая степень гидролиза







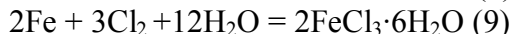
**A** –  $\text{FeCl}_3$

**Б** -  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

**В** –  $\text{FeCl}_2$

**Г** –  $\text{Na}_2\text{FeO}_4$

**Д** –  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$



$$n(\text{PbO}_2) = n(\text{Cl}_2) = 1.5n(\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}) = 1.5 \cdot 200 / 270.5 = 1.11 \text{ моль}$$

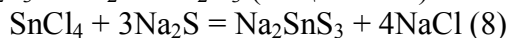
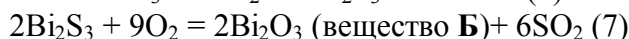
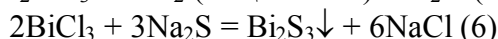
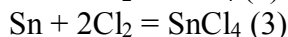
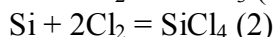
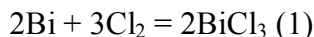
$$m(\text{PbO}_2) = M(\text{PbO}_2) \cdot n(\text{PbO}_2) = (207 + 16 \cdot 2) \cdot 1.11 = 265.3 \text{ г}$$

### Разбалловка

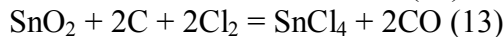
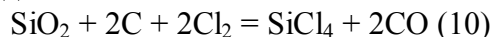
Определение металла <b>X</b>	2 б.
Определение веществ <b>A, Б, В, Д</b>	4 · 0,5 б. = 2 б.
Определение вещества <b>Г</b>	1 б.
Написание уравнений реакций (1) – (8)	8 · 0,5 б. = 4 б.
Определение массы $\text{PbO}_2$	1 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

### Задача №9-4

В состав Советского сплава входят щелочные металлы, которые являются очень реакционноспособными, поэтому данный сплав легко окисляется кислородом, а также взаимодействует с водой.



Сульфид олова необходимо обжечь в токе кислорода, для получения оксида, а из оксидов растворением в кислоте (для висмута) или прокаливанием с углем в атмосфере хлора возможно получение хлоридов:



$$\text{Si} \rightarrow \text{SiCl}_4: n(\text{Si}) = n(\text{SiCl}_4) = m(\text{SiCl}_4) / M(\text{SiCl}_4) = 0,20 / 170 = 0,0012 \text{ моль}$$

$$m(\text{Si}) = n(\text{Si}) \cdot M(\text{Si}) = 0,0012 \cdot 28 = 0,034 \text{ г}$$

$$w(\text{Si}) = 0,034 / 0,20 = 0,17 \text{ (17,0\%)}$$

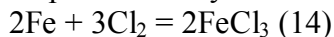
$$2\text{Bi} \rightarrow \text{Bi}_2\text{O}_3: n(\text{Bi}) = n(\text{Bi}_2\text{O}_3) / 2 = 1,02 / (466 \cdot 2) = 0,0011 \text{ моль}$$

$$m(\text{Bi}) = 0,0011 \cdot 209 = 0,230 \text{ г}$$

$$w(\text{Bi}) = 0,230 / 0,500 = 0,46 \text{ (46,0\%)}$$

$$w(\text{Sn}) = 1 - 0,17 - 0,46 = 0,37 \text{ (37,0\%)}$$

При хлорировании железо образует хлорид, который при действии сульфида натрия образует осадок одновременно с хлоридом висмута:



### Разбалловка

Объяснения недостатков Советского сплава	2 б.
Написание уравнений реакций (1) – (7), (11), (12), (14)	$10 \times 0,25 = 2,5$ б.
Написание уравнений реакций (8), (9), (10), (13), (15)	$5 \times 0,5 = 2,5$ б.
Определение количественного состава сплава	$3 \times 0,5$ б. = 1,5 б.
Определение стадии, на которой осаждается железо	1,5 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

### Задача №9-5

Рассчитаем удельную теплоту сгорания (то есть теплоту в расчете на 1 г углеводорода):

$$Q_{\text{сгор}} (\text{кДж/г}) = Q_{\text{сгор}} (\text{кДж/моль}) / M (\text{г/моль}).$$

$$Q_{\text{сгор}} (\text{C}_3\text{H}_6) = 2100 \text{ кДж/моль} : 42 \text{ г/моль} = 50,0 \text{ кДж/г}$$

$$Q_{\text{сгор}} (\text{C}_4\text{H}_8) = 2700 \text{ кДж/моль} : 56 \text{ г/моль} = 48,2 \text{ кДж/г}$$

$$Q_{\text{сгор}} (\text{C}_5\text{H}_{10}) = 3300 \text{ кДж/моль} : 70 \text{ г/моль} = 47,1 \text{ кДж/г}$$

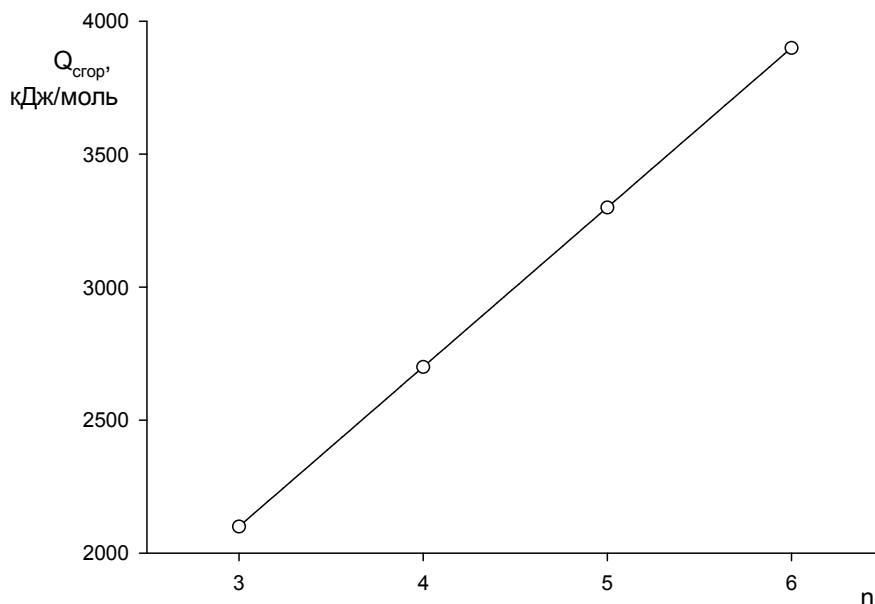
$$Q_{\text{сгор}} (\text{C}_6\text{H}_{12}) = 3900 \text{ кДж/моль} : 84 \text{ г/моль} = 46,4 \text{ кДж/г}$$

Молярные теплоты сгорания циклоалканов линейно зависят от числа атомов углерода в молекуле. При увеличении числа атомов на единицу молярная теплота сгорания увеличивается на 600 кДж / моль.

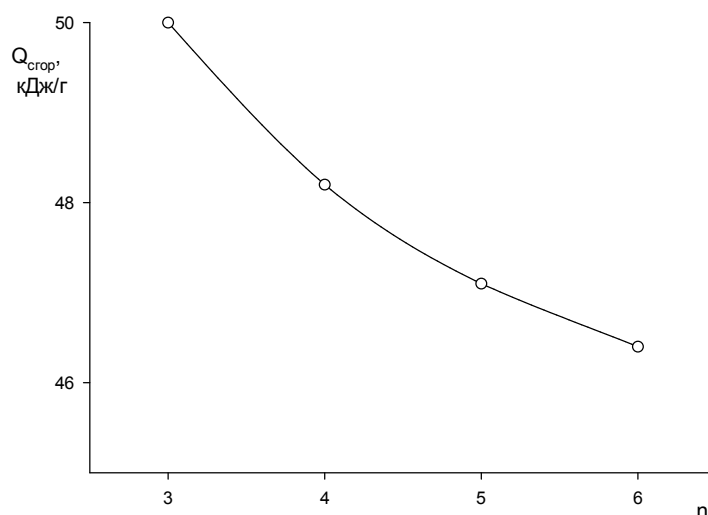
Математическое уравнение соответствующее данной закономерности:

$$Q_{\text{сгор}} = 300 + 600 \cdot n \quad (\text{кДж / моль}),$$

где n – число атомов углерода в молекуле.



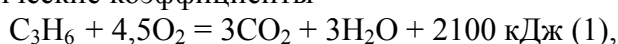
Удельная теплота сгорания циклоалканов нелинейно уменьшается с увеличением количества атомов углерода.



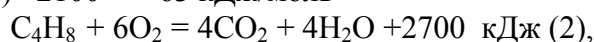
Для расчета теплоты образования используем следствие из закона Г.И. Гесса:

$$Q_{\text{реакц.}} = \sum n_j Q_{\text{образ.}}(\text{продуктов}) - \sum n_i Q_{\text{образ.}}(\text{исходных веществ}),$$

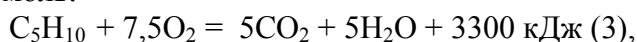
где  $n_i$ ,  $n_j$  - стехиометрические коэффициенты



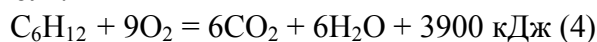
$$Q_{\text{обр}}(\text{C}_3\text{H}_6) = 3(393+286) - 2100 = -63 \text{ кДж/моль}$$



$$Q_{\text{образ}}(\text{C}_4\text{H}_8) = 16 \text{ кДж/моль.}$$



$$Q_{\text{образ}}(\text{C}_5\text{H}_{10}) = 95 \text{ кДж/моль.}$$



$$Q_{\text{образ}}(\text{C}_6\text{H}_{12}) = 174 \text{ кДж/моль.}$$

Заметим, что теплота образования циклоалканов величивается на 79 кДж/моль при увеличении числа атомов углерода на единицу.

Полученные данные позволяют определить теплоты сгорания и образования для циклооктана:

$$Q_{\text{сгор}} = 300 + 600 \cdot 8 = 5100 \text{ (кДж/моль)}.$$

$$Q_{\text{сгор}} = 5100 \text{ кДж/моль} : 112 \text{ г/моль} = 45,5 \text{ кДж/г}$$

$$Q_{\text{образ.}} = 174 + 2 \cdot 79 = 337 \text{ кДж/моль}$$

Заполним таблицу:

Вещество	$Q_{\text{сгор.}}$ кДж/моль	$Q_{\text{сгор.}}$ кДж/г	$Q_{\text{образ.}}$ кДж/моль
Циклопропан	2100	50,0	- 63
Циклобутан	2700	48,2	16
Циклопентан	3300	47,1	95
Циклогексан	3900	46,4	174
Циклооктан	5100	45,5	377

### Разбалловка

Расчет удельной теплоты сгорания $\text{C}_3 - \text{C}_6^*$	4x0,5 б. = 2 б.
Написание уравнений реакций сгорания $\text{C}_3 - \text{C}_6$	4x0,5 = 2 б.
Расчет теплоты образования $\text{C}_3 - \text{C}_6$	4x0,5 = 2 б.
Построение графических зависимостей $Q_{\text{сгор}} = f(n)$	2x1 = 2 б.
Вывод математической зависимости $Q_{\text{сгор}} = f(n)$	0,5 б.
Оценка теплоты сгорания и образования циклооктана**	3x0,5 б. = 1,5 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

\*  $\text{C}_3 - \text{C}_6$  – здесь и далее обозначают циклопропан – циклогексан

\*\*Если теплота образования рассчитана через реакцию сгорания, то баллы не снижаются

Одуванчик является одним из ближайших «родственников» кок-сагыза — растения произрастающего в Средней Азии и являющегося источником каучука для производства резины в СССР. Одуванчик содержит вязкий млечный сок, состав которого близок к натуральному каучуку.

## Разбалловка

Установление строения полимеров $\Pi_1 - \Pi_{10}$	10x0,25 б. = 2,5 б.
Название полимеров $\Pi_1 - \Pi_{10}$	10x0,25 б. = 2,5 б.
Установление строения X	0,5 б.
Установление строения веществ A – O	14x0,25 б. = 3,5 б.
Ответ, что одуванчик содержит млечный сок.	1 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

## Задача №10-2

Равновесие в сосуде устанавливается через 15 минут. Рассчитаем равновесные концентрации веществ в сосуде:

$$[\text{COCl}_2] = 0,20/2 = 0,10 \text{ моль/л}$$

$$[\text{CO}] = [\text{Cl}_2] = (0,56 - 0,2)/2 = 0,18 \text{ моль/л}$$

Запишем выражение константы равновесия данной реакции:

$$K_p = \frac{[\text{COCl}_2]}{[\text{CO}][\text{Cl}_2]} = \frac{0,1}{0,18^2} = 3,08$$

Вычислим константу скорости реакции при 500°C:

$$k = \frac{1}{t} \frac{n(\text{COCl}_2)_t}{n(\text{CO})_0 (n(\text{CO})_0 - n(\text{COCl}_2)_t)}$$

$n(\text{CO})_0$  – начальное количество монооксида углерода, моль;

$n(\text{COCl}_2)_t$  – количество образовавшегося фосгена в момент времени  $t$ , моль

$t$ , мин	$k$ , мин <sup>-1</sup> моль <sup>-1</sup>
5	0,066
10	0,066
15	0,066
среднее	0,066

Постоянство константы скорости реакции свидетельствует о том, что это реакция второго порядка. Используя уравнение Вант-Гоффа определим константу реакции при 520 °C:

$$k_2 = k_1 * 3^{\frac{T_2 - T_1}{10}} = 0,066 * 3^{\frac{793 - 773}{10}} = 0,594$$

После удаления фосгена реакционная смесь имеет

состав:

$$[\text{CO}] = 0,18 \text{ моль/л}, n(\text{CO}) = 0,36 \text{ моль}$$

$$[\text{Cl}_2] = 0,18 \text{ моль/л}, n(\text{Cl}_2) = 0,36 \text{ моль}$$

Запишем выражение для константы скорости реакции:

$$k_2 = \frac{1}{t} \frac{n(\text{COCl}_2)_t}{n(\text{CO})_0 (n(\text{CO})_0 - n(\text{COCl}_2)_t)} = 0,594$$

$$n(\text{COCl}_2)_t = \frac{k_2 t n(\text{CO})_0^2}{1 + k_2 t n(\text{CO})_0}$$

$$\text{Через 10 минут: } n(\text{COCl}_2) = 0,245 \text{ моль}, [\text{COCl}_2] = 0,123 \text{ моль/л}$$

$$[\text{CO}] = [\text{Cl}_2] = 0,18 - 0,123 = 0,057 \text{ моль/л}$$

Вычисляем константу равновесия реакции при 520°C:

$$K_p = \frac{[\text{COCl}_2]}{[\text{CO}][\text{Cl}_2]} = \frac{0,123}{0,057^2} = 37,86$$

Константа скорости реакции увеличивается с ростом температуры, так как наблюдается увеличение скорости реакции. В первом приближении это можно объяснить увеличением скорости движения частиц и большей вероятностью их соударения.

Константа равновесия реакции увеличивается, это свидетельствует о том, что с ростом температуры равновесие смещается вправо. Чем больше значение константы равновесия,

тем больше равновесная концентрация продуктов. Следовательно, равновесие смещено вправо (в сторону продуктов). Уменьшение константы равновесия свидетельствует об увеличении концентрации исходных веществ, по сравнению с продуктами, то есть смещению равновесия влево.

Подобное поведение константы равновесия характерно для эндотермических реакций.

#### Разбалловка

Вычисление константы равновесия при 500°C	2 б.
Расчет константы скорости реакции при 500°C*	1 б.
Заключение, что это реакция второго порядка	0,5 б.
Расчет константы скорости реакции при 520°C*	1 б.
Вычисление константы равновесия при 520°C	3 б.
Объяснение причины роста константы скорости реакции	1 б.
Объяснение причины увеличения константы равновесия	1 б.
Вывод, что реакция эндотермическая	0,5 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

\*Допускается расчет константы скорости реакции через концентрации веществ, в этом случае единица измерения  $k$  [мин<sup>-1</sup>моль<sup>-1</sup>л]

#### Задача №10-3

Определим простейшую формулу углеводорода А:

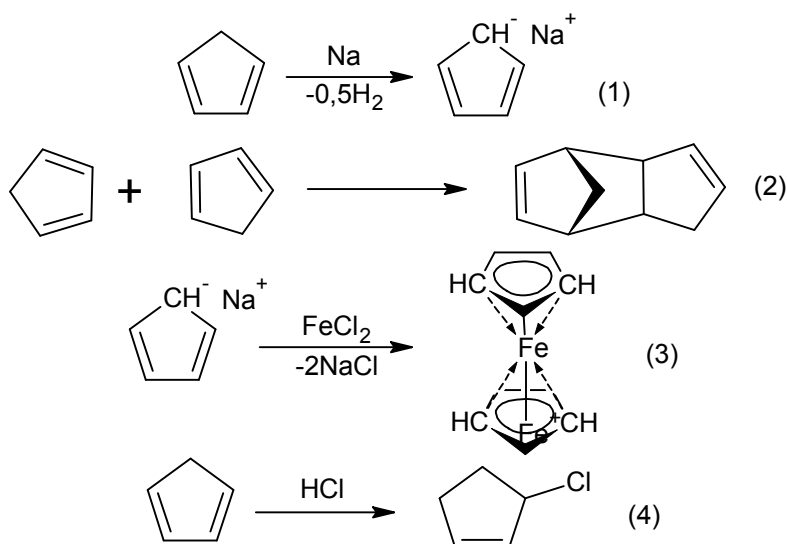
$$C:H = 90,91/12 : 9,09/1 = 7,58 : 9,09 = 5 : 6$$

Простейшая формула углеводорода  $C_5H_6$ .  $M(C_5H_6) = 12 \cdot 5 + 6 = 66$  г/моль.

Увеличение молярной массы углеводорода при хранении может быть связана с процессом димеризации:  $M' = 66 \cdot 2 = 132$  г/моль. Из полученных данных следует, что истинная формула углеводорода А –  $C_5H_6$ .

Так как для углеводорода А характерна спонтанная димеризация, характерная для реакций Дильса-Альдера, поэтому вещество А обладает свойствами сопряженного диена. Это – цикlopentadiен.

Цикlopentadiен обладает кислотными свойствами, а так же способен вступать в реакции 1,4-присоединения:



А – цикlopentadiен; В – цикlopentadiенил натрия;

С – ферроцен; Д – 3-хлорциклопентен.

Цикlopentadiен обладает также восстановительными свойствами, поэтому способен вступать в реакцию серебряного зеркала. Данное свойство может быть использовано при изготовлении елочных игрушек.

**Разбалловка**

Установление простейшей формулы вещества А	3 б.
Определение структурных формул веществ А – Д	4x1 б. = 4 б.
Уравнения реакций (1) – (4)	4x0,5 б. = 2 б.
Свойство, позволяющее использовать цикlopентадиен при подготовке к Новому году	1 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

**Задача №10-4**

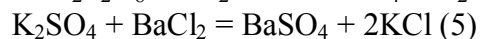
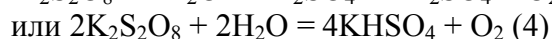
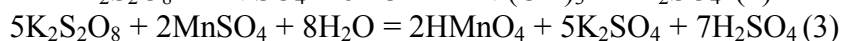
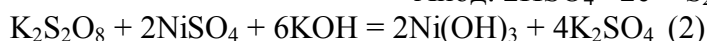
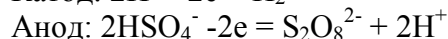
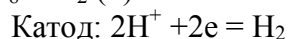
Определим строение вещества А. Очевидно, что оно содержит калий, и серосодержащий анион. Обозначим вещество А общей формулой  $K_xAn$ , где  $x$  – заряд аниона  $An$ . Тогда:  
 $w(An) = 100 - 28,89 = 71,11\%$

$$K:An = 28,89/39 : 71,11/M = 0,741 : 71,11/M$$

Если  $K : An = 1:1$ , то  $M = 96$  г/моль, однако аниона  $SO_4^-$  не существует

Если  $K : An = 2:1$ , то  $M = 192$  г/моль, что соответствует аниону  $S_2O_8^{2-}$

Получаем что соединение А –  $K_2S_2O_8$



А – пероксодисульфат калия ( $K_2S_2O_8$ );

Б – водород;

В – гидроксид никеля (III);

Г – марганцевая кислота.

Д – кислород

По закону Фарадея получаем:

$$n(K_2S_2O_8) = I \cdot t / (z \cdot F) = 4 \cdot 45 \cdot 60 / (2 \cdot 96485) = 0,056 \text{ моль}$$

$$m(K_2S_2O_8) = 270 \cdot 0,056 = 15,11 \text{ г.}$$

Расчет можно провести исходя из количества выделившегося водорода:

$$n(H_2) = n(K_2S_2O_8) = 1,255/22,4 = 0,056 \text{ моль}$$

После охлаждения полученного раствора:

$$m(K_2S_2O_8 \text{ в растворе}) = 1,7 \cdot 400/100 = 6,8 \text{ г.}$$

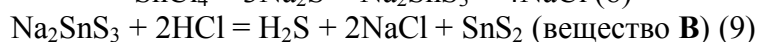
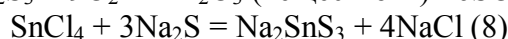
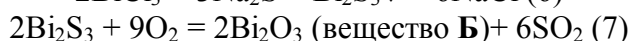
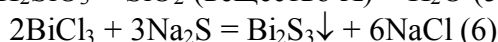
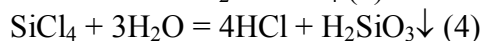
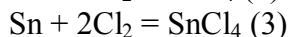
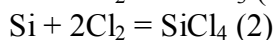
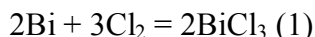
$$m(K_2S_2O_8 \text{ в осадке}) = 15,11 - 6,8 = 8,31 \text{ г.}$$

**Разбалловка**

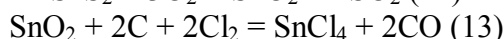
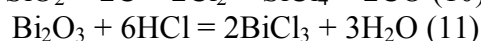
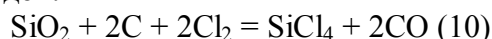
Определение вещества А	3 б.
Определение веществ Б – Д	4x0,5 б. = 2 б.
Написание уравнений реакций (1) – (6)	6x0,5 б. = 3 б.
Расчет массы полученного $K_2S_2O_8$ (любым способом)	2 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

**Задача №10-5**

В состав Советского сплава входят щелочные металлы, которые являются очень реакционноспособными, поэтому данный сплав легко окисляется кислородом, а также взаимодействует с водой.



Сульфид олова необходимо обжечь в токе кислорода, для получения оксида, а из оксидов растворением в кислоте (для висмута) или прокаливанием с углем в атмосфере хлора возможно получение хлоридов:



$\text{Si} \rightarrow \text{SiCl}_4$ :  $n(\text{Si}) = n(\text{SiCl}_4) = m(\text{SiCl}_4)/M(\text{SiCl}_4) = 0,20/170 = 0,0012$  моль

$$m(\text{Si}) = n(\text{Si}) \cdot M(\text{Si}) = 0,0012 \cdot 28 = 0,034 \text{ г}$$

$$w(\text{Si}) = 0,034/0,20 = 0,17 \text{ (17,0\%)}$$

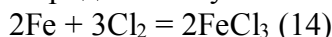
$2\text{Bi} \rightarrow \text{Bi}_2\text{O}_3$ :  $n(\text{Bi}) = n(\text{Bi}_2\text{O}_3)/2 = 1,02/(466 \cdot 2) = 0,0011$  моль

$$m(\text{Bi}) = 0,0011 \cdot 209 = 0,230 \text{ г}$$

$$w(\text{Bi}) = 0,230/0,500 = 0,46 \text{ (46,0\%)}$$

$$w(\text{Sn}) = 1 - 0,17 - 0,46 = 0,37 \text{ (37,0\%)}$$

При хлорировании железо образует хлорид, который при действии сульфида натрия образует осадок одновременно с хлоридом висмута:

**Разбалловка**

Объяснения недостатков Советского сплава	2 б.
Написание уравнений реакций (1) – (7), (11), (12), (14)	$10 \times 0,25 = 2,5$ б.
Написание уравнений реакций (8), (9), (10), (13), (15)	$5 \times 0,5 = 2,5$ б.
Определение количественного состава сплава	$3 \times 0,5$ б. = 1,5 б.
Определение стадии, на которой осаждается железо	1,5 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

**4.1.3. Задания 11 класса****Задача №11-1**

По понижению температуры замерзания определяем молярную массу А:

$$\Delta t_{\text{замерзания}} = 1,86 \times C_m$$

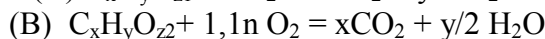
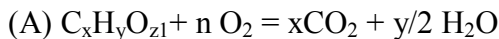
$$C_m = \frac{2}{M \cdot 0,098}$$



$$M(A) = \frac{2}{0,098} \cdot \frac{1,86}{\Delta t} = 150 \text{ г / моль}$$

Молекулы **A** и **B** содержат одинаковые количества углерода и водорода, так как образуются равные количества  $\text{CO}_2$  и равные количества воды при их сгорании. Пусть их молекулярные формулы: **A** –  $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_{z1}$ , **B** –  $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_{z2}$ , где  $x, y, z_1, z_2$  – целые положительные числа.

Уравнения сгорания веществ **A** и **B**:



Число атомов кислорода в левой и правой части для каждого уравнения равны:

$$z_1 + 2n = 2x + y/2$$

$$z_2 + 2,2n = 2x + y/2.$$

Отсюда  $z_1 - z_2 = 0,2n$  тоже целое число, т.е.  $n$  кратно 5.

Пусть  $n=5$ , тогда  $z_1 - z_2 = 1$ , соединение **B** содержит на 1 атом кислорода меньше. Молярная масса соединения **B** должна быть  $150 - 16 = 134$  г/моль.

Из условий представленных выше:

$$z_1 = 2x + y/2 - 10$$

$$M(A) = 12x + y + 16z_1 = 44x + 9y - 160.$$

$$44x + 9y - 160 = 150, \text{ где } x \text{ и } y - \text{целые положительные.}$$

$$y = (310 - 44x)/9 \geq 1$$

$$x \leq 6,8.$$

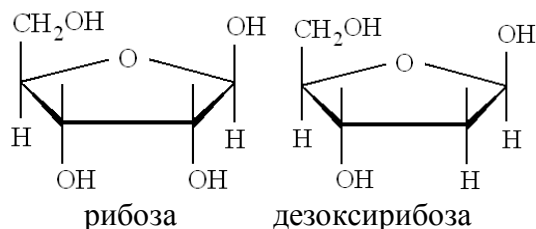
Подбором получаем единственное решение  $x=5, y=10$ .

Тогда  $z_1 = 2x + y/2 - 10 = 5$ . Формула **A** –  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$

Формула **B** –  $\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_4$

Предполагая  $n=10$ , получаем  $z_1 = 2x + y/2 - 20$  и уравнение  $44x + 9y - 320 = 150$ , которое не имеет решения при условии, что  $x$  и  $y$  целые положительные.

**A** и **B** – моносахариды. Наибольшее биологическое значение имеют D-рибоза и D-дезоксирибоза. Циклические формы  $\beta$ -D-рибозы и  $\beta$ -D-дезоксирибозы (фрагменты) входят в состав нуклеиновых кислот.

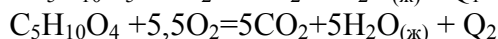


Понижение температуры замерзания для 3%-ного водного раствора дезоксирибозы

$$\Delta t = 1,86 \cdot \frac{3}{M \cdot 0,097} = 1,86 \cdot \frac{3}{134 \cdot 0,097} = 0,429$$

, температура замерзания  $-0,429^\circ\text{C}$ .

Уравнения реакций сгорания



$$Q_1 = 47 \text{ кДж} \cdot \frac{150 \text{ г / моль}}{3 \text{ г}} = 2350 \text{ кДж / моль}$$

$$Q_2 = 50,6 \text{ кДж} \cdot \frac{134 \text{ г / моль}}{2,68 \text{ г}} = 2530 \text{ кДж / моль}$$

По закону Гесса:

$$Q_1 = 5 \cdot Q_{\text{обр}}(\text{CO}_2) + 5 \cdot Q_{\text{обр}}(\text{H}_2\text{O}) - Q_{\text{обр}}(\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5)$$

$$Q_2 = 5 \cdot Q_{обр}(CO_2) + 5 \cdot Q_{обр}(H_2O) - Q_{обр}(C_5H_{10}O_4),$$

где  $Q_{обр}$  – теплота образования соединений, т.е. тепловой эффект, сопровождающий образование 1 моль соединения из простых веществ. Отсюда:

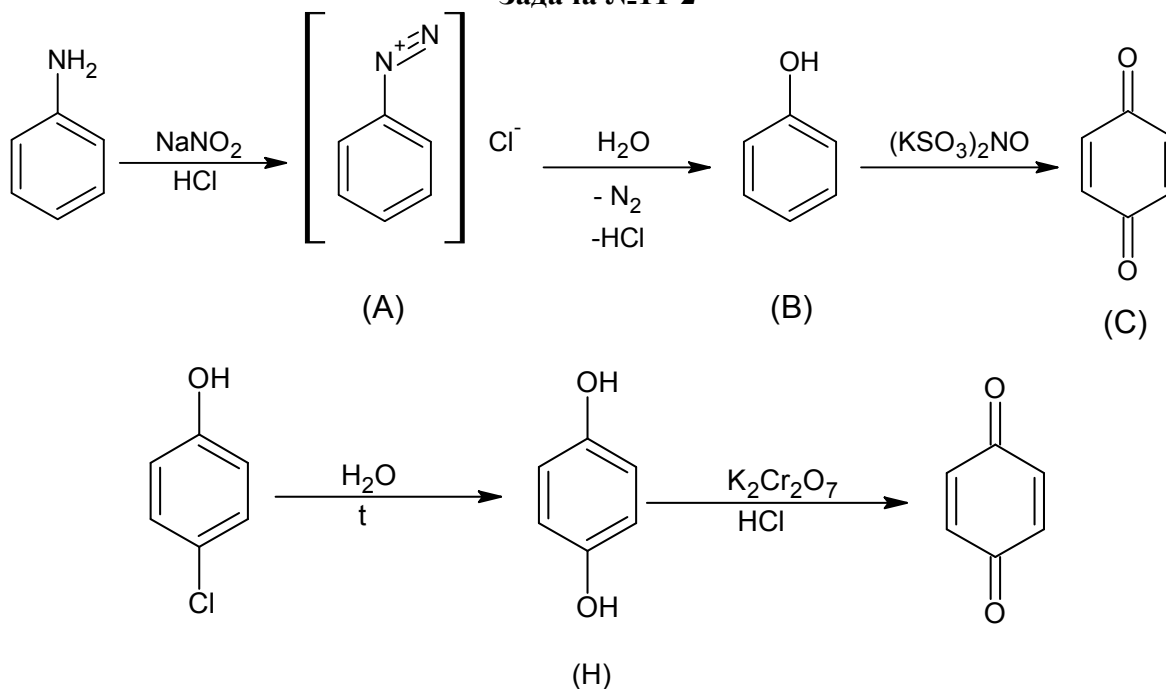
$$Q_{обр}(C_5H_{10}O_5) = 5 \cdot Q_{обр}(CO_2) + 5 \cdot Q_{обр}(H_2O) - Q_1 = 5 \cdot 393,5 + 5 \cdot 285,8 - 2350 = 1046,5 \text{ кДж/моль}$$

$$Q_{обр}(C_5H_{10}O_4) = 5 \cdot Q_{обр}(CO_2) + 5 \cdot Q_{обр}(H_2O) - Q_2 = 5 \cdot 393,5 + 5 \cdot 285,8 - 2530 = 866,5 \text{ кДж/моль}$$

### Разбалловка

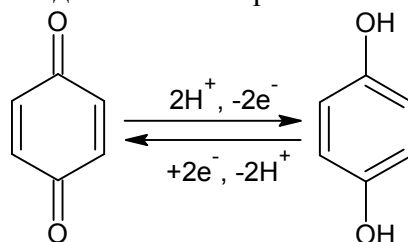
Расчет молекулярной массы А	3 б.
Определение брутто-формул А и В	2x1 б. = 2 б.
Написание структурных формул А и В	2x0,5 б. = 1 б.
Расчет температуры замерзания 3% раствора дезоксирибозы	1 б.
Расчет теплоты реакций сгорания изомеров А и В	2x0,5 б. = 1 б.
Расчет теплоты образования А и В из простых веществ	2x1 б. = 2 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

### Задача №11-2

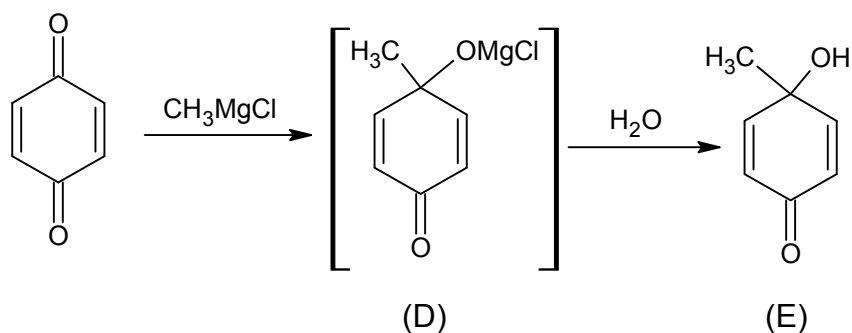


Соединение С – пара-бензохинон.

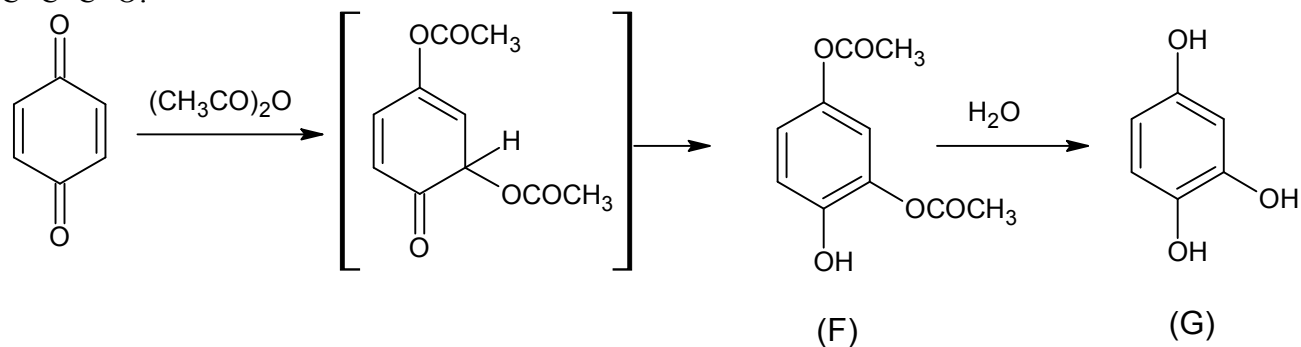
Обратимый окислительно-восстановительный процесс связывает пара-гидрохинон и п-бензохинон, а веществом Х очевидно является протон:



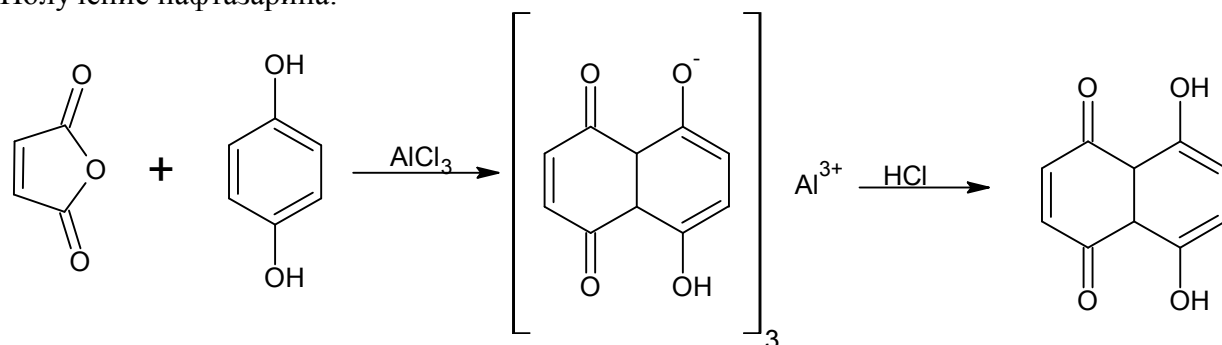
В реакциях нуклеофильного замещения п-бензохинон проявляет себя как типичное карбонильное соединение:



В реакции с уксусным ангидридом происходит присоединение по сопряженной системе  $C=C-C=O$ :



Получение нафтазарина:



### Разбалловка

Определение структуры вещества С	2 б.
Написание уравнений реакций получения соединений А, В, С (2 уравнения), Н	5x0,5 б.=2,5 б.
Написание схемы окислительно-восстановительного процесса	1 б.
Определение X	0,5 б.
Написание уравнений получения D, E, F, G	4x0,5 б. = 2 б.
Уравнения реакций получения нафтазарина	2 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

### Задача №11-3

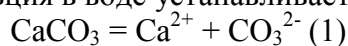
$IP(Ag_2SO_4) = [Ag^+]^2 \cdot [SO_4^{2-}] = (2x)^2 \cdot x = 4x^3 = 1,6 \cdot 10^{-5}$ ,  
где  $x$  – концентрация  $Ag_2SO_4$  в растворе (моль/л)

$$x^3 = 0,4 \cdot 10^{-5}$$

$$x = 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ моль/л}$$

$$C(Ag_2SO_4) = 1,6 \cdot 10^{-2} \cdot 312 = 4,99 \text{ г/л}$$

При растворении карбоната кальция в воде устанавливается равновесие:



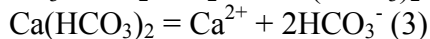
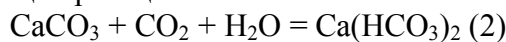
$$IP = [Ca^{2+}][CO_3^{2-}] = [Ca^{2+}]^2$$

$$[\text{Ca}^{2+}] = C_{\text{ЭДТА}} \cdot V_{\text{ЭДТА}} \cdot 10^{-2}$$

Рассчитываем,  $[Ca^{2+}] = 0,00498 \cdot 1,4 \cdot 0,01 = 6,97 \cdot 10^{-5}$  моль/л

$$PR = (6,97 \cdot 10^{-5})^2 = 4,86 \cdot 10^{-9}$$

Наличие в воде углекислого газа приведет к увеличению растворимости карбоната кальция в связи с протекающей реакцией:



$$[Ca^{2+}] = C_{Ca}(CaCO_3) + C_{Ca}(Ca(HCO_3)_2) = C_{ЭДТА} \cdot V_{ЭДТА} \cdot 10^{-2}$$

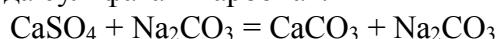
Из уравнения реакции (2) видим, что

$$[\text{CO}_2] = C_{\text{Ca}}(\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2) = [\text{Ca}^{2+}] - C_{\text{Ca}}(\text{CaCO}_3)$$

$C_{Ca}(CaCO_3)$  мы знаем из первого пункта, поэтому можем найти концентрацию растворенного углекислого газа:

$$[\text{CO}_2] = 0,00498 \cdot 2,6 \cdot 0,01 - 6,97 \cdot 10^{-5} = 5,98 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л}$$

Запишем уравнение перевода сульфата в карбонат:



Запишем выражение для ПР сульфата кальция:

$$IP_{CaSO_4} = [Ca^{2+}][SO_4^{2-}] = 9,1 \cdot 10^{-6}$$

Очевидно, что осаждение карбоната кальция будет происходить при следующем условии:

$$\Pi P_{\text{CaCO}_3} < [\text{Ca}^{2+}][\text{CO}_3^{2-}]$$

$$[\text{Ca}^{2+}] > \text{IP}_{\text{CaCO}_3} / [\text{CO}_3^{2-}]$$

Концентрация катионов кальция определяется растворимостью сульфата:

$$[\text{Ca}^{2+}] = \Pi P_{\text{CaSO}_4} / [\text{SO}_4^{2-}]$$

В соответствии с последним условием получим:

$$\Pi P_{\text{CaSO}_4} / [\text{SO}_4^{2-}] > \Pi P_{\text{CaCO}_3} / [\text{CO}_3^{2-}]$$

$$[\text{CO}_3^{2-}]/[\text{SO}_4^{2-}] > \Pi\text{P}_{\text{CaCO}_3}/\Pi\text{P}_{\text{CaSO}_4} > 5,3 \cdot 10^{-4}$$

$$[\text{CO}_3^{2-}] > 5,3 \cdot 10^{-4} [\text{SO}_4^{2-}]$$

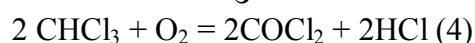
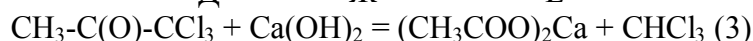
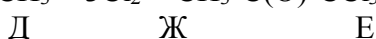
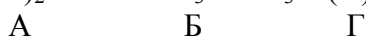
Реакция перевода сульфата кальция в карбонат протекает очень легко, даже при избытке сульфат-ионов более чем в 1000 раз равновесие смещено в сторону образования карбоната кальция.

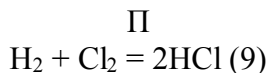
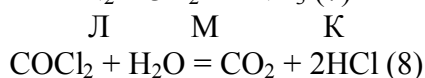
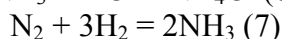
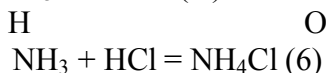
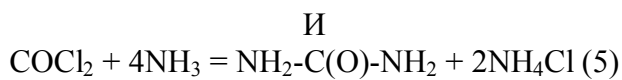
Образование карстовых пещер связано с растворением известняков (карбонат кальция) и гипса (сульфат кальция) действием природной воды, содержащей растворенный  $\text{CO}_2$ .

## Разбалловка

Определение растворимости $\text{Ag}_2\text{SO}_4$ в воде	2 б.
Определение произведения растворимости $\text{CaCO}_3$	2 б.
Написание уравнений отвечающих равновесию карбоната кальция и углекислого газа	1 б.
Расчет концентрации растворенного углекислого газа в воде	2 б.
Доказательство возможности превращения $\text{CaSO}_4$ в $\text{CaCO}_3$	2 б.
Определение связи между пещерами и растворением минералов	1 б.
<i>ИТОГО</i>	<i>10 б.</i>

### Задача №11-4





**А** – ацетат кальция

**Г** – ацетон (пропанон)

**Е** – хлороводород

**К** – аммиак

**Н** – мочевины

**Б** – карбонат кальция

**Д** – хлор

**З** – хлороформ

**Л** – азот

**О** – хлорид аммония

**В** – угольная кислота

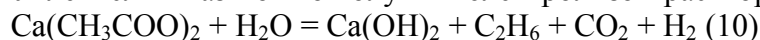
**Ж** – 1,1,1-трихлорпропанон

**И** – фосген

**М** – водород

**П** – углекислый газ

Углекислый газ можно получить электролизом раствора ацетата кальция:



### Разбалловка

Определение веществ <b>А – П</b>	15x0,25 б. = 3,75 б.
Название веществ <b>А – П</b>	15x0,25 б. = 3,75 б.
Написание уравнений реакций (1) – (10)	10x0,25 б. = 2,5 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

### Задача №11-5

Равновесие в сосуде устанавливается через 15 минут. Рассчитаем равновесные концентрации веществ в сосуде:

$$[\text{COCl}_2] = 0,20/2 = 0,10 \text{ моль/л}$$

$$[\text{CO}] = [\text{Cl}_2] = (0,56 - 0,2)/2 = 0,18 \text{ моль/л}$$

Запишем выражение константы равновесия данной реакции:

$$K_p = \frac{[\text{COCl}_2]}{[\text{CO}][\text{Cl}_2]} = \frac{0,1}{0,18^2} = 3,08$$

Вычислим константу скорости реакции при 500°C:

$$k = \frac{1}{t} \frac{n(\text{COCl}_2)_t}{n(\text{CO})_0(n(\text{CO})_0 - n(\text{COCl}_2)_t)}$$

$n(\text{CO})_0$  – начальное количество монооксида углерода, моль;

$n(\text{COCl}_2)_t$  – количество образовавшегося фосгена в момент времени t, моль

t, мин	k, мин <sup>-1</sup> моль <sup>-1</sup>
5	0,066
10	0,066
15	0,066
среднее	0,066

Постоянство константы скорости реакции свидетельствует о том, что это реакция второго порядка.

Используя уравнение Вант-Гоффа определим константу реакции при 520 °C:

$$k_2 = k_1 * 3^{\frac{T_2 - T_1}{10}} = 0,066 * 3^{\frac{793 - 773}{10}} = 0,594$$

После удаления фосгена реакционная смесь имеет

состав:

$$[\text{CO}] = 0,18 \text{ моль/л}, n(\text{CO}) = 0,36 \text{ моль}$$

$$[\text{Cl}_2] = 0,18 \text{ моль/л}, n(\text{Cl}_2) = 0,36 \text{ моль}$$

Запишем выражение для константы скорости реакции:

$$k_2 = \frac{1}{t} \frac{n(\text{COCl}_2)_t}{n(\text{CO})_0(n(\text{CO})_0 - n(\text{COCl}_2)_t)} = 0,594$$

$$n(\text{COCl}_2)_t = \frac{k_2 t n(\text{CO})_0^2}{1 + k_2 t n(\text{CO})_0}$$

Через 10 минут:  $n(\text{COCl}_2) = 0,245$  моль,  $[\text{COCl}_2] = 0,123$  моль/л

$[\text{CO}] = [\text{Cl}_2] = 0,18 - 0,123 = 0,057$  моль/л

Вычисляем константу равновесия реакции при 520°C:

$$K_p = \frac{[\text{COCl}_2]}{[\text{CO}][\text{Cl}_2]} = \frac{0,123}{0,057^2} = 37,86$$

Константа скорости реакции увеличивается с ростом температуры, так как наблюдается увеличение скорости реакции. В первом приближении это можно объяснить увеличением скорости движения частиц и большей вероятностью их соударения.

Константа равновесия реакции увеличивается, это свидетельствует о том, что с ростом температуры равновесие смещается вправо. Чем больше значение константы равновесия, тем больше равновесная концентрация продуктов. Следовательно, равновесие смещено вправо (в сторону продуктов). Уменьшение константы равновесия свидетельствует об увеличении концентрации исходных веществ, по сравнению с продуктами, то есть смещению равновесия влево.

Подобное поведение константы равновесия характерно для эндотермических реакций.

#### Разбалловка

Вычисление константы равновесия при 500°C	2 б.
Расчет константы скорости реакции при 500°C*	1 б.
Заключение, что это реакция второго порядка	0,5 б.
Расчет константы скорости реакции при 520°C*	1 б.
Вычисление константы равновесия при 520°C	3 б.
Объяснение причины роста константы скорости реакции	1 б.
Объяснение причины увеличения константы равновесия	1 б.
Вывод, что реакция эндотермическая	0,5 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

\*Допускается расчет константы скорости реакции через концентрации веществ, в этом случае единица измерения  $k$  [мин<sup>-1</sup>моль<sup>-1</sup>л]

## 3.2. Критерии оценивания заданий экспериментального тура

### 3.2.1. Задание 9 класса

*Определение состава первого набора.*

Берем три чистые пробирки, приливаем несколько капель растворов из трех пробирок и добавляем по несколько капель раствора из оставшейся пробирки, тщательно взбалтываем, обнаруженные эффекты записываем в таблицу. Повторяем опыт меняя пробирки. В результате получаем таблицу:

	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	BaCl <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub> ·H <sub>2</sub> O	MnSO <sub>4</sub> .
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		↓	-	-
BaCl <sub>2</sub>	↓		-	↓
NH <sub>3</sub> ·H <sub>2</sub> O	-	-		↓
MnSO <sub>4</sub> .	-	↓	-	

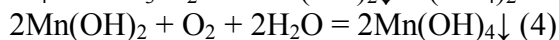
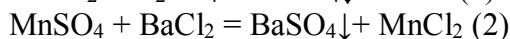
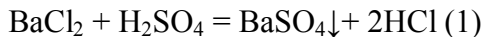
В ряду, где не образовалось ни одного осадка, в качестве добавляемого вещества был раствор аммиака.

В ряду, где образовался один мелкокристаллический осадок, в качестве добавляемого вещества использовалась серная кислота.

В ряду, где образовалось два осадка, один из которых потемнел со временем – сульфат марганца.

В ряду, где выпало два белых мелкокристаллических осадка – хлорид бария.

Различить  $\text{BaCl}_2$  и  $\text{MnSO}_4$  также можно добавлением серной кислоты, которая однозначно определена ранее. В случае  $\text{BaCl}_2$  выпадает белый осадок.



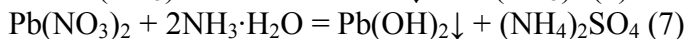
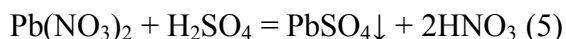
*Определение состава второго набора.*

В четыре чистые пробирки помещаем по несколько капель раствора из одной из пронумерованных пробирок и начнем добавлять по каплям растворы из пробирок, вещества в которых определены в первом задании.

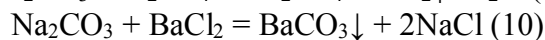
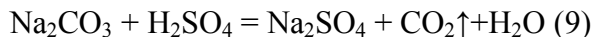
	$\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$	$\text{Na}_2\text{CO}_3$	$\text{Na}_2\text{SO}_4$	$\text{HCl}$	$\text{ZnSO}_4$	$\text{FeSO}_4$
$\text{H}_2\text{SO}_4$	↓-	↑	-	-	-	
$\text{BaCl}_2$	↓	↓ раств. в к-те	↓	-	↓	↓
$\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$	↓-	-	-	-	↓ раств. в изб.	↓ буреет
$\text{MnSO}_4$	↓	↓ раств. в к-те	-	-	-	-

При этом возможны следующие варианты:

Если в неизвестной пробирке находится нитрат свинца, то во всех 4 пробирках выпадает белый осадок:



Если в неизвестной пробирке находится карбонат натрия, то при добавлении серной кислоты выделяется газ и образуются два осадка, которые при действии кислоты начинают выделять углекислый газ:

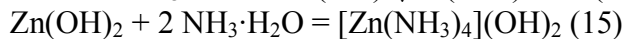
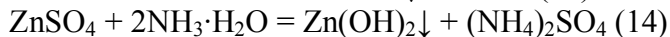


Если в неизвестной пробирке находится сульфат натрия, то образуется один осадок – с хлоридом бария:



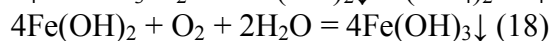
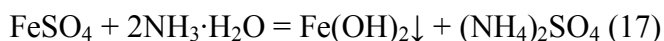
Добавление к раствору соляной кислоты реактивов из первого набора не приводит ни к каким видимым эффектам.

Если в неизвестной пробирке содержался раствор сульфата цинка, то хлорид бария даст белый осадок, а действие раствора аммиака приведет к образованию аморфного осадка и его растворения в избытке аммиака:



Сульфат железа даст два осадка: белый мелкокристаллический, и аморфный, темнеющий при взбалтывании пробирки:





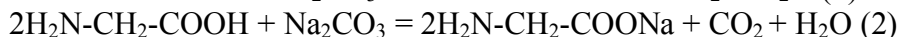
### Разбалловка

<i>Экспериментальная часть</i>	
Определение соответствия пробирок первого набора	4x1 б. = 4 б.
Определение соответствия пробирок второго набора	4x1 б. = 4 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>8 б.</b>
<i>Теоретическая часть</i>	
Заполнение таблицы эффектов во второй части задачи (для каждого возможного вещества из второго набора – 0,5 б.)	6x0,5 б. = 3 б.
Написание уравнений реакций (1) – (18)	18x0,5 б. = 9 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>12 б.</b>
<b>ИТОГО</b>	<b>20 б.</b>

### 3.2.2. Задание 10 класса

	NaOH	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	CuSO <sub>4</sub>	глицерин	H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	глюкоза	глицин
NaOH							
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	-						
CuSO <sub>4</sub>	Cu(OH) <sub>2</sub> ↓голубой	(CuOH) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> ↓зеленый					
Глицерин	-	-	-				
H <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	-	CO <sub>2</sub> ↑	CuC <sub>2</sub> O <sub>4</sub> ↓	-			
глюкоза	-	-	-	-	-		
глицин	-	CO <sub>2</sub> ↑	-	-	-	-	

При сливании растворов попарно можно обнаружить Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. При добавлении его к двум пробиркам с кислотами выделяется углекислый газ:

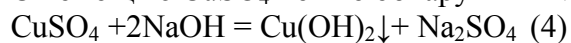


Зная, в какой пробирке находится Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> можно обнаружить CuSO<sub>4</sub>. Кроме того, сульфат меди (II) можно определить по цвету раствора (раствор имеет голубой цвет).

При взаимодействии Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> с CuSO<sub>4</sub> образуется зеленый осадок основного карбоната меди:



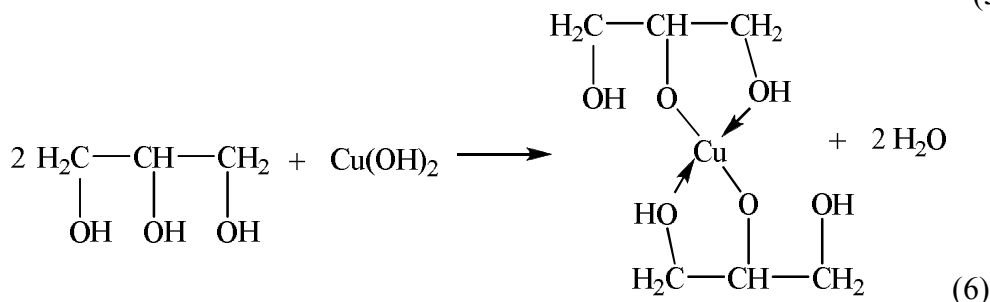
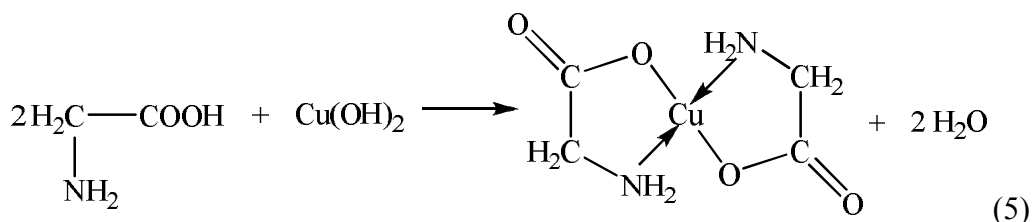
С помощью CuSO<sub>4</sub> можно обнаружить NaOH:



С помощью гидроксида меди (II) можно определить оставшиеся вещества.

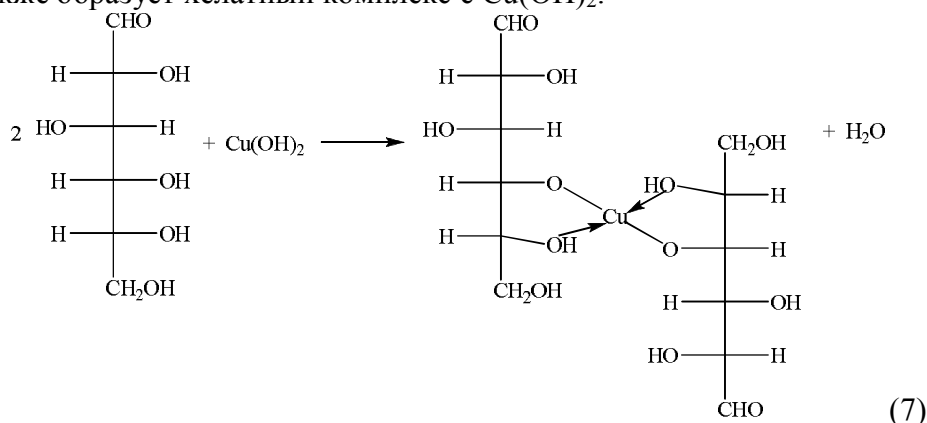
Глицин и глицерин образуют с Cu(OH)<sub>2</sub> хелатные комплексы синего цвета.



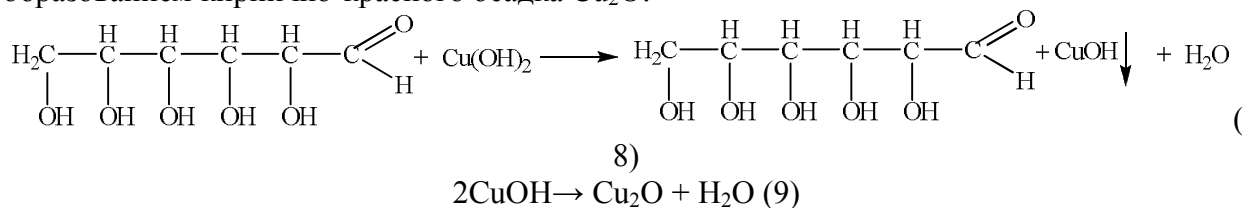


Глицин в отличие от глицерина взаимодействует с  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  с выделением углекислого газа, на основании чего их можно отличить друг от друга:

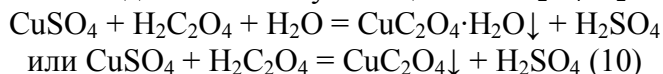
Глюкоза также образует хелатный комплекс с  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ .



При нагревании комплекса глюкозы с  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  происходит окислительно-восстановительная реакция с образованием желтого осадка  $\text{CuOH}$ , который разлагается образованием кирпично-красного осадка  $\text{Cu}_2\text{O}$ .



Щавелевую кислоту можно определить по образованию нерастворимого в воде кристаллогидрата оксалата меди зелено-голубого цвета  $\text{CuC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ .



#### Ответы на вопросы.

1. При взаимодействии сульфата меди, гидроксида натрия и сегнетовой соли получают реактив Фелинга, используемый для обнаружения альдегидной группы.

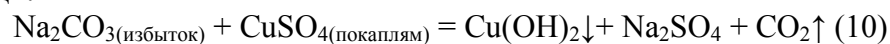
Сегнетова соль – тетрагидрат тартрата калия-натрия или тетрагидрат двойной натриево-калиевой соли винной кислоты.

Тартрат-ион связывает ионы меди в комплекс. При нагревании  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  с анализируемым веществом может происходить разложение термически нестабильного гидроксида меди (II) до оксида меди (II) черного цвета, что искажает результат качественной реакции. В результате связывания  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  в комплекс с тартрат-ионом термического разложения не происходит. В результате реакции реактива Фелинга с восстановителем образуется кирпично-красный осадок  $\text{Cu}_2\text{O}$ .

2. Если прибавлять раствор  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  к раствору  $\text{CuSO}_4$ , протекает реакция совместного гидролиза:

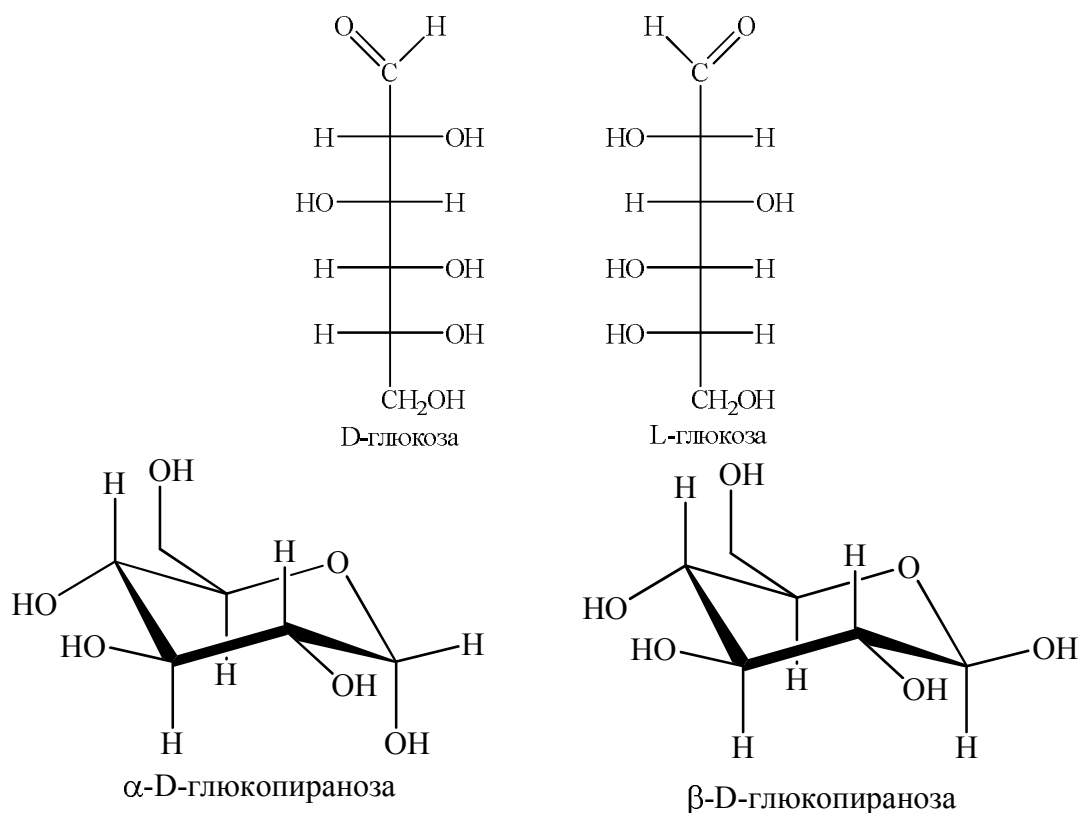


Если же к избытку  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  прибавлять раствор  $\text{CuSO}_4$ , то вследствие гидролиза раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в создается щелочная среда, что способствует выпадению осадка  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ , но при дальнейшем добавлении раствора  $\text{CuSO}_4$  будет образовываться основной карбонат меди.



голубой

3. В природе наиболее часто встречается D-глюкоза. Она входит в состав крахмала и клетчатки (целлюлозы).



### Разбалловка

<i>Экспериментальная часть</i>	
Определение каждого из веществ	7х1 б. = 7 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>7 б.</b>
<i>Теоретическая часть. Оценка эксперимента</i>	
Написание уравнений реакций (1) – (9)	10х0,5 б. = 5 б.
Описание последовательности выполнения эксперимента	2 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>7 б.</b>
<i>Теоретическая часть. Оценка вопросов.</i>	
Ответ на первый вопрос, в том числе:	<b>2 б.</b>
название реактива	0,5 б.
формула и название сегнетовой соли	0,5 б.
роль тартрат-ионов	1 б.

Ответ на второй вопрос с уравнениями реакций (без уравнений реакций – 0,5 балл)	<b>1 б.</b>
Ответ на третий вопрос, в том числе: Формулы Фишера для D- и L-глюкозы Циклические формулы для глюкозы Указание на D-глюкозу (по распространенности) Название веществ, содержащих глюкозу	<b>3 б.</b> 2x0,5 б.=1 б. 2x0,5 б.=1 б. 0,5 б. 0,5 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>6 б.</b>
<i>ИТОГО</i>	<i>20 б.</i>

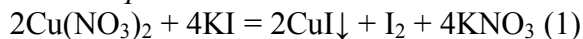
## 3.2.3. Задание 11 класса

**Теоретическая часть**

<b>А</b>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
<b>Б</b>	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
<b>В</b>	крахмал
<b>1</b>	коричневый
<b>2</b>	синий
<b>3</b>	белый

**Экспериментальная часть**

Методика №2. Определение содержания Cu



Согласно уравнениям реакций:

$$n(\text{Cu}) = n(\text{Cu}(\text{NO}_3)_2) = \frac{n(\text{I}_2)}{2} = n(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = \frac{c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) \cdot V(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3)}{1000},$$

где V(Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) – объем раствора Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> пошедший на титрование, мл

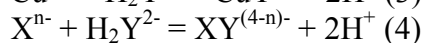
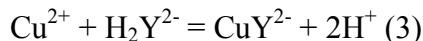
$$n(\text{Cu})_{\text{спл.}} = n(\text{Cu}) \cdot 10,$$

где n(Cu)<sub>спл.</sub> – количество (моль) меди в навеске сплава,

$$w(\text{Cu}) = \frac{n(\text{Cu})_{\text{спл.}} \cdot M(\text{Cu})}{m(\text{образца})} \cdot 100$$

Методика №1. Определение суммарного содержания Cu + X

Так как все металлы образуют с ЭДТА комплексы с соотношением ЭДТА : М = 1:1, можно записать:



где H<sub>2</sub>Y<sup>2-</sup> - этилендиаминтетраацетат анион

Исходя из найденного количества меди, на ее титрование в 10 мл пробы потребуется:

$$n(\text{Cu}) = \frac{c(\text{ЭДТА}) \cdot V_{\text{Cu}}(\text{ЭДТА})}{1000}$$

$$V_{\text{Cu}}(\text{ЭДТА}) = \frac{n(\text{Cu}) \cdot 1000}{c(\text{ЭДТА})}$$

$$V_{\text{X}}(\text{ЭДТА}) = V(\text{ЭДТА}) - V_{\text{Cu}}(\text{ЭДТА})$$

$$n(\text{X}) = \frac{c(\text{ЭДТА}) \cdot V_{\text{X}}(\text{ЭДТА})}{1000} = m(\text{X})/M(\text{X})$$

$$M(\text{X}) = \frac{1000 \cdot m(\text{X})}{c(\text{ЭДТА}) \cdot V_{\text{X}}(\text{ЭДТА})}$$

$$\text{где } m(X) = \frac{m(\text{образца}) - n(\text{Cu})_{\text{спл.}} \cdot M(\text{Cu})}{10}$$

$V_{\text{Cu}}(\text{ЭДТА})$  – Объем ЭДТА пошедший на титрование меди, мл

$V(\text{ЭДТА})$  – объем ЭДТА пошедший на титрование смеси меди и X, мл

$V_X(\text{ЭДТА})$  – объем ЭДТА пошедший на титрование металла X, мл

### Разбалловка

<i>Теоретическая часть</i>	
Каждый правильный ответ 1 балл	6x1б. = 6 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>6 б.</b>
<i>Экспериментальная часть</i>	
Написание уравнений реакций (1) – (4)	4x0,5 б. = 2 б.
Расчет содержания меди в полученном растворе (вывод формулы для расчета, или правильность их осуществление без учета точности)	2 б.
Расчет массовой доли меди и цинка в сплаве (вывод формулы или расчет без учета точности)	1 б.
Расчет, позволяющий определить неизвестный элемент и его количество в растворе (вывод формул или расчет без учета точности)	2 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>7 б.</b>
<i>Экспериментальная часть. Характеристики точности</i>	
Определение молярной массы металла X	2 б.
Расчет количественного состава сплава (мас. %):	
ошибка определения менее 5%	3 б.
ошибка определения от 5% до 10%	2 б.
ошибка определения более 10%	1 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>5 б.</b>
<i>Техника эксперимента</i>	
Оценивается умение работать с бюреткой, пипетками, правила мытья бюреток, и др. Участнику выставляется балл от 0 до 4	2 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>20 б.</b>

## 4. ЗАДАНИЯ ПЕРВОГО (ОТБОРОЧНОГО) ЭТАПА

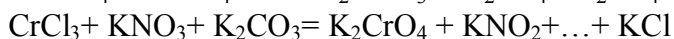
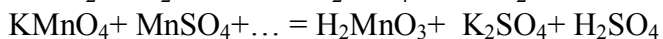
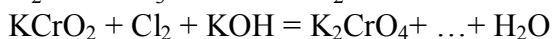
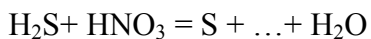
Для проведения тренировочного тура олимпиады использовали задания прошлых лет.

### 4.1 Задания итогового тура

#### 4.1.1 Задания 9 класса

##### Задача №9-1

Дополните следующие схемы реакций и уравняйте их, используя один из методов расстановки коэффициентов в уравнениях окислительно-восстановительных реакций. Укажите окислитель и восстановитель:



### Задача №9-2

Основным источником брома для промышленности являются природные рассолы и морская вода. Среднее содержание брома в морской воде составляет  $67 \text{ г/м}^3$  (в пересчете на  $\text{Br}_2$ ).

1. Считая, что весь бром в воде находится в виде бромида натрия, вычислите концентрацию (г/л) бромида натрия в морской воде.

Для получения брома в промышленности морскую воду обрабатывают газообразным хлором, отгоняют образующийся бром с водяным паром и поглощают железной стружкой. Известно, что присутствие в исходном рассоле большого количества гидрокарбонат и карбонат-ионов увеличивает расход хлора за счет образования хлоратов.

Отработанный рассол обрабатывают раствором тиосульфата натрия для удаления избытка хлора и остаточного брома.

2. Напишите уравнения реакций получения брома из морской воды и рассчитайте какое количество конечного продукта можно получить из  $1 \text{ м}^3$  воды.

3. Напишите уравнения очистки отработанного рассола (на примере очистки от брома) и реакцию газообразного хлора с карбонатом натрия.

4. Предложите способ получения хлора, который может использоваться в промышленных условиях.

### Задача №9-3

В журнале Химия и жизнь (№5, 1982 год) опубликован способ получения оксида никеля из держателей-тоководов, к которым крепятся концы вольфрамовой нити в электрической лампочке. Держатели изготавливаются из сплава железа с никелем. Несколько держателей растворяют в концентрированной азотной кислоте. После охлаждения раствор нейтрализуют аммиаком, взятым в избытке. Никель при этом образует соединение **A**, а железо выпадает в осадок в виде соединения **Б**. После фильтрования и выпаривания остается смесь солей **В** и **Г**. Если ее нагревать то произойдет три различных химических процесса, в результате которых останется только оксид никеля.

Полученный оксид никеля может использоваться для приготовления растворов различных солей, в частности сульфата никеля, путем растворения в серной кислоте и упаривания полученного раствора.

1. Дайте названия веществам **A – Г**.

2. Напишите все уравнения реакций, упомянутых в тексте.

3. Определите массовую долю никеля в сплаве, если из держателей массой 4.95 грамм было получено  $10.15 \text{ г NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

### Задача №9-4

Элементы **A** и **Б**, расположенные в одном периоде системы элементов Д.И. Менделеева, образуют между собой соединение **В**, содержащее 79,77% элемента **Б**. При гидролизе этого соединения образуется газ **Г**, обладающий кислотными свойствами, содержащий 2,74% водорода и 97,26% **Б**.

1. Определите элементы **A, Б**, формулы соединений **В, Г**.

2. Напишите уравнение реакции гидролиза **В** и укажите условия, при которых он протекает.

3. Приведите два способа получения вещества **В**.

4. Сколько литров (при н.у) водорода выделится при растворении цинковой пластины массой 15 г в избытке водного раствора газа **Г**?

**Задача №9-5**

Карналлит – природный минерал, представляющий кристаллогидрат хлорида калия-магния ( $\text{KMgCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) – получил широкое применение в промышленности при получении калийных удобрений и производстве титано-магниевых сплавов.

Вам предстоит, используя перечисленные ниже реактивы и лабораторное оборудование, получить из карналлита в чистом виде оксид магния и хлорид калия.

Реактивы: дистиллированная вода, растворы гидроксида натрия, соляной и азотной кислот, раствор аммиака и нитрата свинца.

Оборудование: электрическая плитка, муфельная печь, химические стаканчики, пробирки с пробками, воронки для фильтрования, фильтровальная бумага, фарфоровые чашки.

В ответе опишите последовательность действий, укажите название операций, используемых в эксперименте посуды и оборудования. Напишите все возможные уравнения реакций.

**Задача №9-6**

Для восстановления 3,2 г оксида металла требуется 1,344 л водорода (нормальные условия). В то же время при растворении полученного металла в избытке соляной кислоты выделяется только 896 мл водорода (нормальные условия).

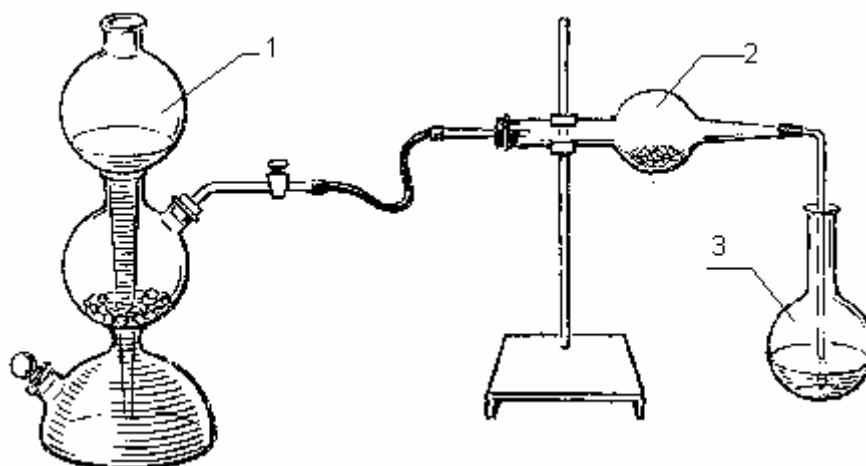
1. *Определите, какой это металл. Подтвердите расчетами.*
2. *Напишите уравнения упоминаемых реакций.*
3. *Имеет ли практическое значение процесс восстановления этого металла, проводят ли его в промышленном масштабе?*
4. *Чем еще восстанавливают оксиды металлов? Приведите примеры трех восстановителей, напишите уравнения реакций.*

**4.1.2. Задания 10 класса****Задача №10-1**

Тонкую железную пластину массой 100 г поместили в 250 г 20%-го раствора  $\text{CuSO}_4$ . Через некоторое время пластину вынули, промыли, просушили и взвесили. Её масса составила 102 г. Рассчитайте состав раствора (в % по массе) после удаления пластины.

**Задача №10-2**

Смесь железа и оксида меди (II) поместили в стеклянную трубку прибора, изображенного на рисунке (обозначен цифрой 2), и начали пропускать водород. После чего продукты реакции растворили в 10% соляной кислоте и отфильтровали. В результате из 2,00 г смеси было получено 0,25 г осадка.



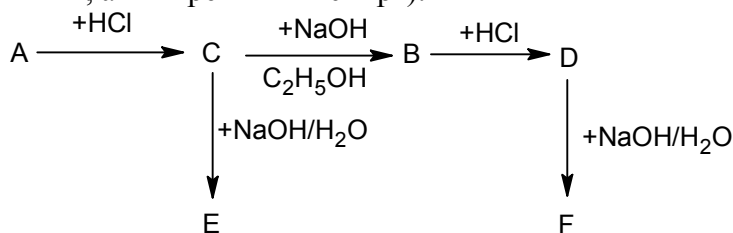
1. Для чего нужны части прибора, обозначенные цифрами 1, 2 и 3?
2. Рассчитайте содержание железа в смеси (в процентах).
3. Если к полученному отфильтрованному раствору добавить гидроксид натрия и интенсивно перемешать, то можно наблюдать постепенное потемнение образующегося осадка. Напишите уравнения происходящих реакций.
4. Напишите реакцию, используемую для получения водорода, если известно, что твердое вещество в части прибора 1 – это металлический цинк.

### Задача №10-3

В органической химии известны два эмпирических правила «противоположного действия». В определенных случаях эти правила позволяют осуществить превращения между изомерами.

1. Установите строение изомеров углеводородов А и В, если известно:

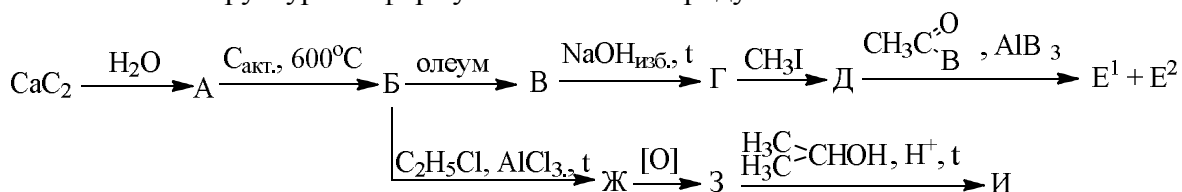
1. При сжигании эквимолярной смеси изомеров массой 1,4 г выделилось 4,4 г углекислого газа и 1,8 г воды.
2. Относительная плотность эквимолярной смеси изомеров А и В по кислороду равна 2,19
3. Изомеры А и В могут участвовать в следующих превращениях (где Е – вторичный, а F – третичный спирт):



2. Напишите уравнения превращений изомеров А и В.
3. О каких правилах идет речь в начале задачи?

### Задача №10-4

В журнале Химия и жизнь (№5, 1982 год) опубликован способ получения оксида никеля из держателей-тоководов, к которым крепятся концы вольфрамовой нити в электрической лампочке. Держатели изготавливаются из сплава железа с никелем. Несколько держателей растворяют в концентрированной азотной кислоте. После охлаждения раствор нейтрализуют аммиаком, взятым в избытке. Никель при этом образует соединение А, а железо выпадает в осадок в виде соединения Б. После фильтрования и выпаривания остается смесь солей В и Г. Если ее нагревать то произойдет три различных химических процесса, в результате которых останется только оксид никеля.





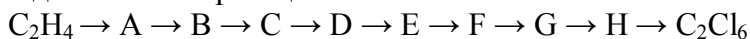
**Задача №11-3**

Существует мнение, что оксид углерода (+2) относится к несолеобразующим оксидам, однако его выделение при обезвоживании метановой кислоты концентрированной серной кислотой и взаимодействие с основаниями, приводящее к образованию солей свидетельствует о противоположном. Кроме того этот оксид можно использовать как восстановитель.

1. Приведите уравнения реакций образования оксида углерода (+2) из метановой кислоты и его взаимодействия с гидроксидами калия и кальция. Как называются образуемые соли?
2. Подтвердите восстановительные свойства этого оксида на примере его взаимодействия с водными растворами хлорида палладия (+2) и перманганата калия, подкисленного уксусной кислотой.

**Задача №11-4**

Дана схема последовательных реакций:



Известно, что реакции включают присоединение хлора и отщепление хлороводорода.

Напишите уравнения протекающих реакций.

**Задача №11-5**

При термическом разложении 17,9 г соли **A** при 300°C выделился бурый газ **B** объемом 4,89 л (при 25°C и давлении 1 атм) и остался твердый остаток **B**, который полностью растворился в соляной кислоте. При этом выделился желто-зеленый газ **Г** объемом вдвое меньше объема газа **B** при тех же условиях, и образовался бледно-розовый раствор соли **D**. Газ **B** был пропущен через 168 г 20% раствора KOH, при этом образовался раствор **E**.

1. Установите состав соли **A**. Ответ подтвердите расчетами.
2. Установите состав веществ **B–D** и раствора **E**.
3. Напишите уравнения протекающих реакций.
4. Рассчитайте массовые доли всех веществ в растворе **E**.

**Задача №11-6**

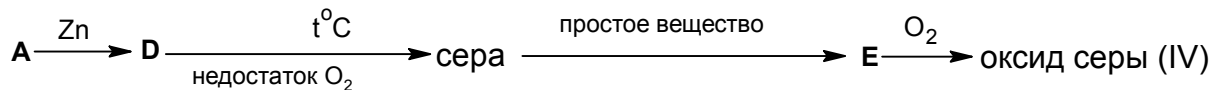
Кислота **A** содержит 32,65% серы и 65,31 % кислорода по массе, родственная ей кислота **B** содержит 35,96% серы и 62,92% кислорода по массе, а в кислоте **C** массовые доли серы и водорода составляют 87,27% и 1,82%.

Кислота **A** является достаточно сильной, её кислая соль натрия легко плавится, а после плавления переходит в среднюю соль кислоты **B**. Кислота **C** не содержит кислород, а при нагревании (в отсутствии кислорода) разлагается на два бинарных вещества **D** и **E**, одно из которых (**D**) при н.у. является газом с неприятным запахом и плотностью по воздуху 1,172, другое (**E**) – горючая жидкость, хороший растворитель для органических соединений.

1. Определите вещества *A – E*, для веществ *A, B, C* приведите структурные формулы. Напишите уравнения химических реакций, о которых говорится в условии задачи.

2. Приведите пример, когда кислота *A* с одним и тем же металлом взаимодействует по-разному? Поясните этот факт.

3. Проиллюстрируйте цепочку превращений уравнениями химических реакций:



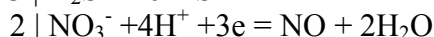
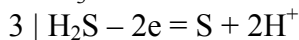
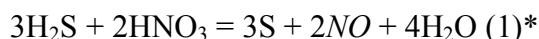
Вещества *A, D, E* – это химические соединения, зашифрованные в условии задачи.

## 4.2. Критерии оценки заданий итогового тура

**Ниже приводится один из возможных вариантов решения заданий. Допускаются другие варианты решений, не искажающие смысла заданий.**

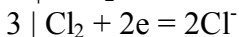
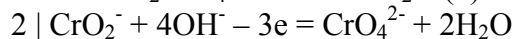
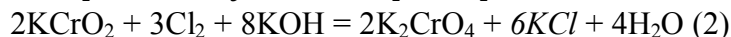
### 4.2.1. Задания 9 класса

#### Задача №9-1

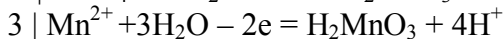
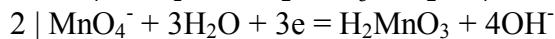
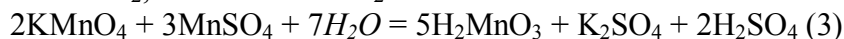


Восстановитель –  $H_2S$ , окислитель –  $HNO_3$

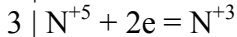
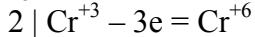
\* Возможен вариант:  $H_2S + 2HNO_3 = S + 2NO_2 + 2H_2O$



Восстановитель –  $KCrO_2$ , окислитель –  $Cl_2$



Восстановитель –  $MnSO_4$ , окислитель –  $KMnO_4$



Восстановитель –  $CrCl_3$ , окислитель –  $KNO_3$

#### Разбалловка

Расстановка коэффициентов в уравнениях (1) – (4) методом электронного или электронно-ионного баланса	4x2б. = 8 б.
Указание окислителя и восстановителя	4x0,5 б. = 2 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

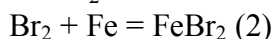
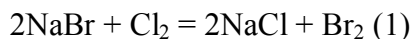
#### Задача №9-2

Один моль молекулярного брома соответствует 2 молям бромида натрия, то есть в соответствии со схемой:  $Br_2 \leftrightarrow 2NaBr$ .

$$m(NaBr) = 2 \cdot n(Br_2) \cdot M(NaBr) = 2 \cdot (67/160) \cdot 103 = 86,26 \text{ г}$$

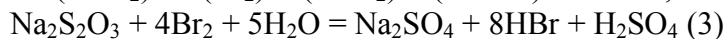
Таким образом концентрация NaBr составляет 0,09 г/л

Промышленное получение брома:



В соответствии с представленными уравнениями реакций из 2 молей бромид натрия (1 моля брома) получается 1 моль бромид железа (II).

$$m(\text{FeBr}_2) = n(\text{Br}_2) \cdot M(\text{FeBr}_2) = (67/160) \cdot 216 = 90,45$$



Наиболее приемлемым способом получения хлора является электролиз раствора хлорида натрия (или других хлоридов):

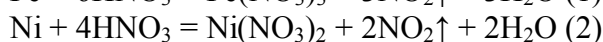
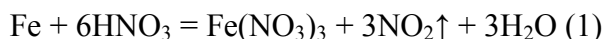


### Разбалловка

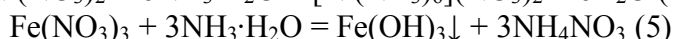
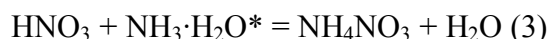
Расчет концентрации NaBr в морской воде (г/л)	1 б.
Уравнения реакций (1), (2)	2x1 б. = 2 б.
Уравнения реакций (3), (4)	2x2 б. = 4 б.
Расчет FeBr <sub>2</sub> получаемого из 1 м <sup>3</sup> морской воды	1 б.
Способ получения хлора:	
• Имеющий промышленное значение	2 б.
• Лабораторный способ получения	1 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

### Задача №9-3

Растворение в азотной кислоте сплава сопровождается образованием нитратов железа (III) и никеля:

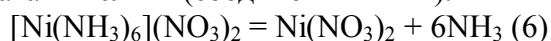


При добавлении аммиака происходит нейтрализация избытка кислоты, образование аммиачного комплекса никеля (соединение А) и осаждение железа (III) в виде гидроксида (соединение Б):

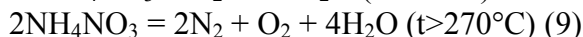
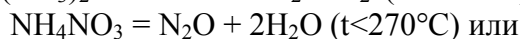
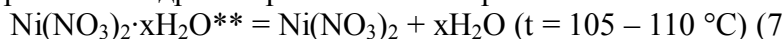


*\*При оценке работ записи NH<sub>3</sub>·H<sub>2</sub>O и NH<sub>4</sub>OH считать идентичными*

При выпаривании отфильтрованного раствора образуется смесь солей – нитрата аммония и кристаллогидрата нитрата никеля\*\* (соединения В и Г).



При нагревании полученной смеси последовательно происходят следующие реакции – обезвоживание кристаллогидрата и разложение нитратов никеля и аммония:



*\*\*При оценке количество молекул кристаллизационной воды не является существенным, важно лишь указание на образование кристаллогидрата*



Согласно уравнениям (2), (8) и (10) из 1 моль никеля образуется 1 моль кристаллогидрата сульфата никеля, то есть:

$$n(\text{Ni}) = n(\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 10,15/281 = 0,036 \text{ моль}$$

$$m(\text{Ni}) = 0,036 \cdot 59 = 2,13 \text{ г}$$

$$w(\text{Ni}) = 2.13/4.95 \cdot 100 = 43.0\%$$

### Разбалловка

Определение веществ А – Г	4*1 б. = 4 б.
Написание уравнений реакций (1) – (10)	10*0,5 б. = 5 б.
Расчет массовой доли никеля в сплаве	1 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

### Задача №9-4

Так как **В** бинарное соединение, обладающее кислотными свойствами, можно предположить что газ Г это один из галогеноводородов с общей формулой – **НВ**

$$w(\text{H}) = \frac{1}{1 + M(\text{B})} = 0,0274$$

$$M(\text{B}) = 35,5.$$

Следовательно, элемент **Б** – это хлор, соединение **Г** – хлороводород.

*Другим вариантом бинарных соединений, проявляющих кислотные свойства, является сероводород, но он не способен растворять металлический цинк.*

Определим элемент **А**. Обозначим искомое соединение в виде  $\text{ACl}_x$ , где  $x$  – степень окисления **А**. Тогда:

$$w(\text{B}) = \frac{35,5x}{35,5x + M(\text{A})} = 0,7977$$

$$M(\text{A}) = 9x$$

При  $x=1$ ,  $M(\text{A}) = 9$ , это бериллий, который расположен в другом периоде и не проявляет степени окисления +1.

При  $x=2$ ,  $M(\text{A}) = 18$ , такого элемента нет.

При  $x=3$ ,  $M(\text{A}) = 27$ , это алюминий, как и хлор находится в третьем периоде.

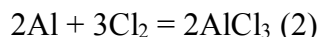
Следовательно **А** – алюминий, **В** – хлорид алюминия,  $\text{AlCl}_3$

*Выбор формулы  $\text{ACl}_x$  обусловлен тем, что все элементы 3 периода (за исключением Ar) образуют галогениды приведенной формулы.*

При высоких температурах хлорид алюминия подвержен полному гидролизу:

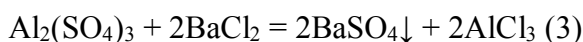


Самым простым способом получения безводного  $\text{AlCl}_3$  является пропускание хлора через алюминиевую стружку:

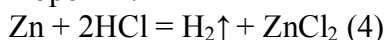


Существуют другие способы получения безводного хлорида алюминия (например, взаимодействие алюминия и сухого хлороводорода).

Раствор сульфата алюминия с последующим выделением его кристаллогидрата можно получить обменной реакцией между солями (включая стадии отделения осадка и выпаривания раствора). Однако этот способ не позволяет получить безводный хлорид алюминия:



Уравнение реакции цинка с раствором Г:



$$n(\text{Zn}) = 15/65 = 0,231 \text{ (моль)},$$

$$n(\text{H}_2) = n(\text{Zn}) = 0,231 \text{ (моль)}$$

$$V(\text{H}_2) = 0,231 \cdot 22,4 = 5,2 \text{ (л)}$$

**Разбалловка**

Установление формул вещества Г и элемента А	2x2 б.=4 б.
Установление формулы вещества В и элемента Б	3x0,5 = 1 б.
Написание уравнений реакций (1), (4)	2x1 б. = 2 б.
Способы получения $AlCl_3$ (для способов, в результате которых получается кристаллогидрат по 0,5 балла)	2x1 б. = 2 б.
Расчет количества выделившегося водорода	1 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

**Задача №9-5**

1. Карналлит растворяют в дистиллированной воде.

Используем стаканчик и стеклянную палочку.

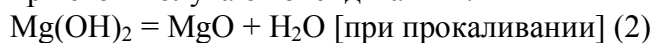
2. К полученному раствору при перемешивании добавляем раствор аммиака до появления характерного запаха. Образующийся осадок отфильтровываем и проверяем полноту осаждения (при добавлении нескольких капель раствора аммиака не должна образовываться муть). Если осаждение прошло не полностью, то операции осаждения и фильтрования повторяют. Полученный осадок промывают на фильтре дистиллированной водой.

Используем стаканчики, воронки для фильтрования и фильтровальную бумагу.



3. Полученный фильтрат выливают в фарфоровую чашку и выпаривают до полного испарения воды. При этом возгоняется хлорид аммония и остается чистый кристаллический KCl.

4. Осадок с фильтра переносят в фарфоровую чашку и прокаливают в муфельной печи, при этом получают оксид магния.

**Разбалловка**

Подробное описание отдельных операций с написанием уравнений реакций*	4*2 б. = 8 б.
Указание посуды и оборудования на каждом шаге	4*0,5 б. = 2 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

\*Если в качестве осадителя использован гидроксид натрия, то стадию 2 и 3 следует оценивать в 1 балл.

**Задача №9-6**

Общую формулу оксидов металлов можно записать в виде  $MO_n$ , где n – степень окисления металла

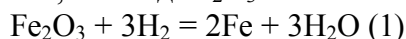
$$\begin{array}{r}
 M_2O_n + nH_2 = 2M + nH_2O \\
 \underline{3,2} \quad \quad \underline{1,344} \quad \underline{0,06} \\
 \underline{2M + 16n} = \underline{22,4 \cdot n} = \underline{n} \\
 3,2n = 0,12M + 0,96n \\
 M = 18,7n
 \end{array}$$

Если n = 1, то M = 18,7, F - неметалл

Если n = 2, то M = 37,4, нет таких металлов

Если n = 3, то M = 56,1, Fe

Таким образом, металл это железо, а оксид  $Fe_2O_3$ :



При растворении в соляной кислоте образуется хлорид железа (II):



Это подтверждается расчетом:

$$n(\text{H}_2) = n(\text{Fe}) = 2n(\text{Fe}_2\text{O}_3) = 2 \cdot 3,2/160 = 0,04$$

$$V(\text{H}_2) = 0,04 \cdot 22,4 = 0,896 \text{ л}$$

Процесс восстановления железа из оксида имеет большое промышленное значение. Этот процесс лежит в основе получения стали и чугуна, имеющих широкое применение в различных отраслях промышленности (и не только).

В качестве восстановителей оксидов металлов используют:

- Углерод:  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + 3\text{C} = 3\text{CO} + 2\text{Cr}$ ;
- Моноксид углерода:  $\text{FeO} + \text{CO} = \text{Fe} + \text{CO}_2$ ;
- Активные металлы (Al, Mg):  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al} = \text{Fe} + \text{Al}_2\text{O}_3$
- И другие.

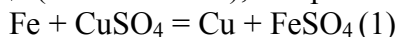
#### Разбалловка

Определение металла	3 б.
Написание уравнений реакций (1), (2)	2x1 б. = 2 б.
Доказательство образования $\text{FeCl}_2$	1 б.
Промышленное значение восстановления железа	1 б.
Восстановители оксидов с уравнениями реакций (если не приведены уравнения реакций – по 0,5 балла)	3x1 б. = 3 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

#### 4.2.2. Задания 10 класса

##### Задача №10-1

В результате реакции замещения железо ( $M = 56 \text{ г/моль}$ ) вытесняет из сульфата меди ( $M = 160 \text{ г/моль}$ ) металлическую медь ( $M = 64 \text{ г/моль}$ ), с образованием сульфата железа:



Пусть прореагировало  $x$  моль железа. Поскольку количества веществ эквивалентны, масса пластины по окончании опыта:

$$m = 100 - 56x + 64x = 102, \text{ откуда } x = 0,25 \text{ моль}$$

Массы прореагировавшего железа и осажённой меди составляют:

$$m_{\text{Fe}} = 56 \cdot 0,25 = 14 \text{ (г)}$$

$$m_{\text{Cu}} = 64 \cdot 0,25 = 16 \text{ (г)}$$

Масса полученного раствора равна:

$$m_{\text{р-ра}} = 250 + 14 - 16 = 248 \text{ (г)}$$

Масса сульфата меди в исходном растворе:

$$m_{\text{CuSO}_4} = 250 \cdot 0,2 = 50 \text{ (г)}$$

Находим массы сульфатов меди и железа в полученном растворе:

$$m_{\text{CuSO}_4} = 50 - 160 \cdot 0,25 = 10 \text{ (г)}$$

$$m_{\text{FeSO}_4} = 152 \cdot 0,25 = 38 \text{ (г)}$$

Массовые доли растворённых веществ в полученном растворе:

$$\omega \% \text{ CuSO}_4 = (10/248) \cdot 100\% = 4 \%$$

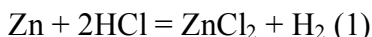
$$\omega \% \text{ FeSO}_4 = (38/248) \cdot 100\% = 15,3 \%$$

#### Разбалловка

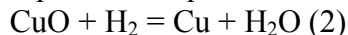
Написание уравнения реакции (1)	2 б.
Расчет массы прореагировавшего железа и осажённой меди	2x1 б. = 2 б.
Расчет массы полученного раствора	2 б.
Расчет массы $\text{CuSO}_4$ и $\text{FeSO}_4$ в растворе	2x1 б. = 2 б.
Расчет массовых долей $\text{CuSO}_4$ и $\text{FeSO}_4$	2x1 б. = 2 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

## Задача №10-2

Цифрой 1 обозначен аппарат Киппа, который в данном случае используется для получения водорода по реакции:



Цифрой 2 обозначен реактор, где происходит реакция восстановления оксида меди:



Цифрой 3 обозначена часть прибора, обеспечивающая связь с атмосферой, для выхода избытка водорода, водяного пара.

В результате протекания реакции восстановления образуется смесь меди и железа. При растворении в кислоте железо переходит в раствор:



Рассчитаем содержание железа в стали:

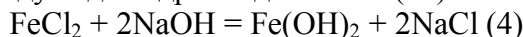
$$n(\text{CuO}) = n(\text{Cu}) = 0,25/64 = 0,0039 \text{ моль}$$

$$m(\text{CuO}) = 0,0039 \cdot 80 = 0,31 \text{ г}$$

$$m(\text{Fe}) = 2,00 - 0,31 = 1,69 \text{ г}$$

$$w(\text{Fe}) = 1,69/2,00 \cdot 100 = 84,5$$

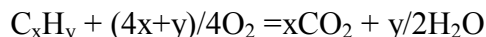
При добавлении щелочи образуется осадок гидроксида железа (II), который легко окисляется кислородом воздуха до гидроксида железа (III).



## Разбалловка

Описание каждой части прибора	3x1 б. = 3 б.
Расчет содержания железа в смеси	2 б.
Написание уравнений реакций (1) – (5)	5x1 б. = 5 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

## Задача №10-3



Найдем молярную массу изомеров:  $D_{\text{O}_2} = M(\text{C}_n\text{H}_{2n})/M(\text{O}_2) = 2,19$ ;

$$M(\text{C}_n\text{H}_{2n}) = 2,19 \cdot 32 = 70 \text{ г/моль}$$

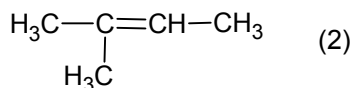
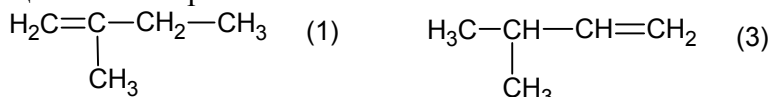
Из уравнения сжигания изомеров следует:

$$\frac{1,4}{70} = \frac{4,4}{44x} \rightarrow x = \frac{70 \cdot 4,4}{1,4 \cdot 44} = 5$$

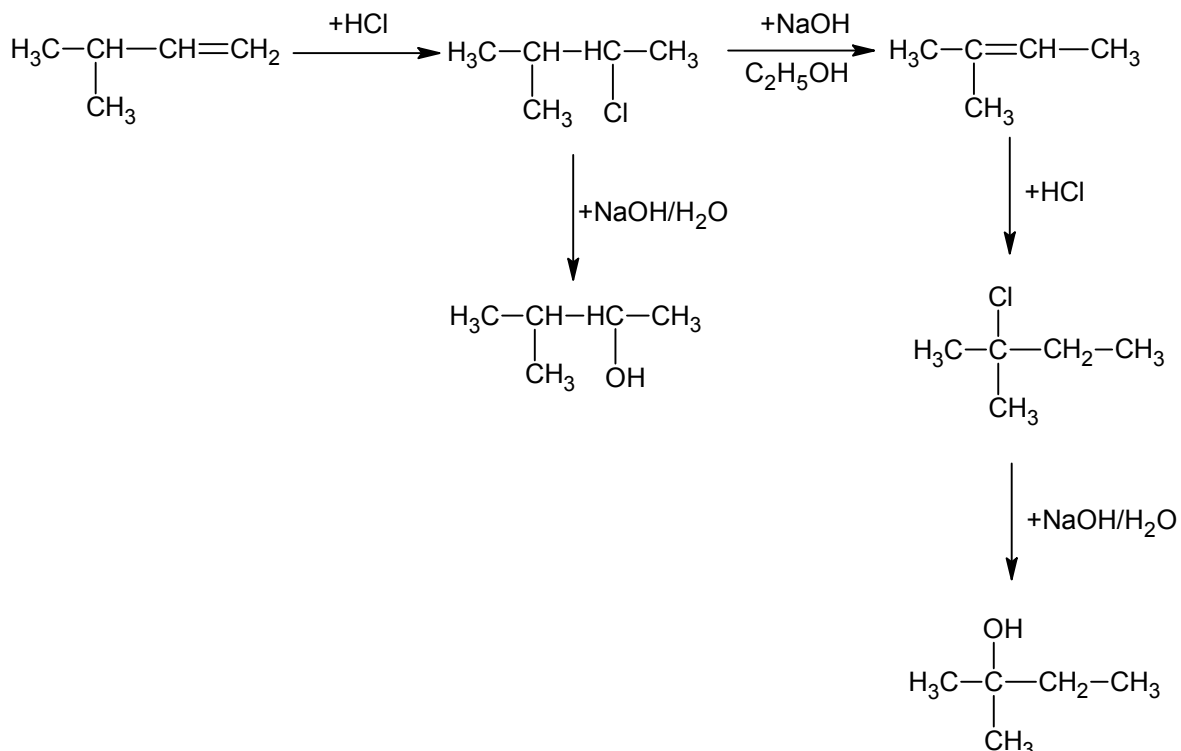
$$\frac{1,4}{70} = \frac{1,8}{18 \cdot 0,5y} \rightarrow y = \frac{70 \cdot 1,8}{1,4 \cdot 9} = 10$$

Получаем, что брутто-формула изомеров  $\text{C}_5\text{H}_{10}$

Так как **F** – третичный спирт, а превращение между **A** и **B** не связаны с участием атомов углерода можно предположить, что **A** и **B** – это разветвленные алканы. Существует три изомера, отвечающих нашим требованиям:



Так как **F** – третичный спирт, значит соединение **B** – это изомер (1) или (2), то есть алкены с двойной связью у третичного атома углерода. Методом исключения получаем, что изомер **A** – 3-метилбутен-1



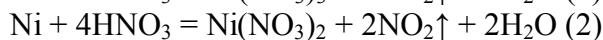
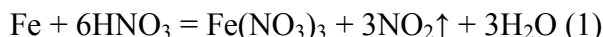
Правилами «противоположного действия» являются правило Марковникова, определяющее присоединение атома водорода к алкенам и правило Зайцева, определяющее отщепление атома водорода от галогенпроизводных и спиртов.

#### Разбалловка

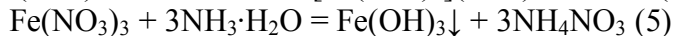
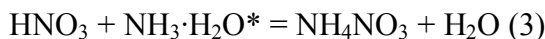
Определение брутто-формулы изомеров <b>А</b> и <b>В</b>	2 б.
Определение строения изомеров <b>А</b> и <b>В</b>	2x1 б. = 2 б.
Написание уравнений реакций соответствующих схеме	5x1 б. = 5 б.
Указание на правила Марковникова и Зайцева	2x0,5 б. = 1 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

#### Задача №10-4

Растворение в азотной кислоте сплава сопровождается образованием нитратов железа (III) и никеля:

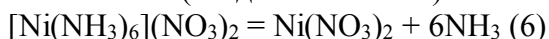


При добавлении аммиака происходит нейтрализация избытка кислоты, образование аммиачного комплекса никеля (соединение **А**) и осаждение железа (III) в виде гидроксида (соединение **Б**):

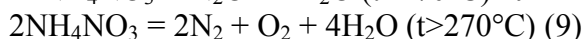
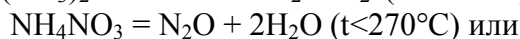
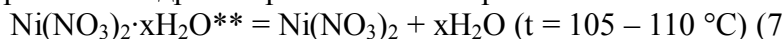


*\*При оценке работ записи  $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$  и  $\text{NH}_4\text{OH}$  считать идентичными*

При выпаривании отфильтрованного раствора образуется смесь солей – нитрата аммония и кристаллогидрата нитрата никеля\*\* (соединения **В** и **Г**).



При нагревании полученной смеси последовательно происходят следующие реакции – обезвоживание кристаллогидрата и разложение нитратов никеля и аммония:





*\*\*При оценке количество молекул кристаллизационной воды не является существенным, важно лишь указание на образование кристаллогидрата*



Согласно уравнениям (2), (8) и (10) из 1 моль никеля образуется 1 моль кристаллогидрата сульфата никеля, то есть:

$$n(\text{Ni}) = n(\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 10,15/281 = 0,036 \text{ моль}$$

$$m(\text{Ni}) = 0,036 \cdot 59 = 2,13 \text{ г}$$

$$w(\text{Ni}) = 2,13/4,95 \cdot 100 = 43,0\%$$

#### Разбалловка

Определение веществ <b>А – Г</b>	4*1 б. = 4 б.
Написание уравнений реакций (1) – (10)	10*0,5 б. = 5 б.
Расчет массовой доли никеля в сплаве	1 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

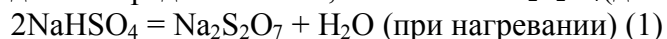
#### Задача №10-5

1. Определяем молекулярные формулы кислот **А, В и С**.

Так как **А** и **В** – кислоты, то находим массовую долю водорода в соединениях: 2,04% и 1,12%.

1.1. Для кислоты **А**:  $n(\text{H}) : n(\text{S}) : n(\text{O}) = 2,04/1 : 32,65/32 : 65,31/16 = 2 : 1 : 4$ . Так как в условии задачи указано, что **А** – сильная кислота, следовательно **А** – серная кислота (молекулярная формула – **H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**).

1.2. Для кислоты **В**:  $n(\text{H}) : n(\text{S}) : n(\text{O}) = 1,12/1 : 35,96/32 : 62,92/16 = 1,12 : 1,12 : 3,9$ . Возможно, простейшая формула кислоты **В** – HSO<sub>4</sub>. Можно предположить, что молекулярная формула вещества **В** – H<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>. Однако, в таком случае содержание серы не согласуется с проведенными расчетами. Так как в условии задачи указано, что кислая соль кислоты **А** легко плавится, а после плавления переходит в среднюю соль кислоты **В**, то делаем предположение, что **В** – это H<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>7</sub> (дисерная кислота):



1.3. Для кислоты **С** даны массовые доли водорода и серы – 1,82% и 87,27%, однако, указано, что кислота не содержит кислород. Вычисляем массовую долю неизвестного элемента **Х** в кислоте:  $100 - (1,82 + 87,27) = 10,91 \text{ (\%)}$ .

В условии задачи сказано, что при нагревании кислота **С** разлагается на два бинарных вещества **Д** и **Е**, **Е** при н.у. является газом с неприятным запахом и плотностью по воздуху 1,172.

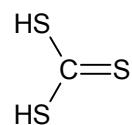
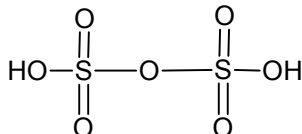
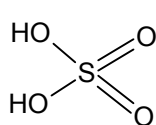
Найдем эти вещества: для неизвестного газа  $M(\text{Д}) = D_{\text{воздух}} \cdot 1,172 \approx 34 \text{ (г/моль)}$ . Исходя из того, что газ имеет неприятный запах, предположим, что это **H<sub>2</sub>S** (сероводород).

Второе бинарное соединение (**Е**) (так как нагревание происходит в отсутствии кислорода) содержит неизвестный элемент **Х**. Сказано, что это горючая жидкость, хороший растворителем для органических соединений. Можно предположить, что неизвестное вещество **CS<sub>2</sub>** (сероуглерод), тогда кислота **С** – **H<sub>2</sub>CS<sub>3</sub>** (тиоугольная кислота, кстати, достаточно сильная).

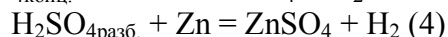
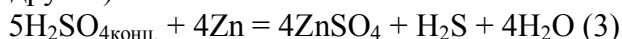


Тиоугольная кислота легко разлагается, но по термической устойчивости превосходит угольную кислоту.

Структурные формулы кислот:

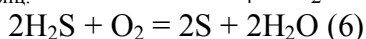
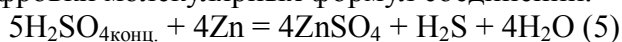


2. Взаимодействие серной кислоты с металлами. Необходимо указать, что в зависимости от концентрации серная кислота будет различно взаимодействовать с одним и тем же металлом (Cu, Fe, Zn и другие).

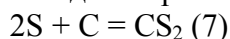


Это можно объяснить, что для разбавленной серной кислоты окислителем является водород в степени окисления (+1), а для концентрированной – сера в степени окисления (+6). S (+6) в данном случае является более сильным окислителем, чем H (+1).

3. Цепочка превращения:  $\text{A} \rightarrow \text{D} \rightarrow \text{сера} \rightarrow \text{E} \rightarrow \text{оксид серы (IV)}$  является своеобразной подсказкой для расшифровки молекулярных формул соединений.



(SO<sub>2</sub> образуется в небольшом количестве даже при недостатке кислорода).



### Разбалловка

Определение веществ <b>A – E</b>	5x0,5 б. = 2,5 б.
Приведены структурные формулы для <b>A, B, C</b>	3x0,5 б. = 1,5 б.
Определение молярной массы газа <b>D</b>	0,5 б.
Уравнения реакций (1), (2)	2x1 б. = 2 б.
Уравнения взаимодействия H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> с одним металлом, но с разными продуктами реакциями	2x0,5 б. = 1 б.
Пояснение особенности различного взаимодействия H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> в зависимости от концентрации	0,5 б.
Уравнения реакций (5) – (8)	4x0,5 б. = 2 б.
<b>ИТОГО:</b>	<b>10 б.</b>

### Задача №10-6

Рассчитаем молярные массы углеводородов

$$M_1 = D_1 M(\text{CH}_4) = 1,625 \cdot 16 = 26 \text{ г/моль,}$$

$$M_2 = D_2 M(\text{CH}_4) = 4,875 \cdot 16 = 78 \text{ г/моль.}$$

По молярным массам определяем  $n$ :

$$M(\text{CH}) = 13 \text{ г/моль}$$

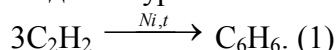
$$n = \frac{M_1}{M(\text{CH})} = \frac{26}{13} = 2$$

тогда  $\Rightarrow \text{C}_2\text{H}_2$  – **ацетилен**,

$$n = \frac{M_2}{M(\text{CH})} = \frac{78}{13} = 6$$

$\Rightarrow \text{C}_6\text{H}_6$  – **бензол**.

Образование бензола из ацетилена идёт по уравнению:



### Разбалловка

Определение молярных масс углеводородов	2x1 б. = 2 б.
Вычисление молярной массы CH-группы	1 б.
Определение формул углеводородов	2x2 б. = 4 б.
Уравнение реакции (1)	3 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

## 4.2.3. Задания 11 класса

## Задача №11-1

Согласно уравнению нитрования бензола:



можно считать количества веществ равными (они все эквивалентны).

Пусть прореагировало  $x$  моль азотной кислоты ( $M=63\text{г/моль}$ ) и образовалось  $x$  моль нитробензола ( $M=123\text{г/моль}$ ) и  $x$  моль воды ( $m=18\text{г/моль}$ ). Тогда массы азотной кислоты и воды равны соответственно  $63x$  и  $18x$ . Масса оставшегося раствора:

$$m = 635 - 63x + 18x = 635 - 45x$$

В исходной нитрующей смеси азотной кислоты содержалось:

$$m_{\text{HNO}_3} = 635 \cdot 0.2 = 127 \text{ (кг)}$$

В оставшемся растворе:

$$m_{\text{HNO}_3} = 127 - 63x \text{ (кг)}, \text{ что составляет } 2\% \text{ } (\omega=0,02), \text{ тогда}$$

$$(127-63x)/(635-45x) = 0,02, \text{ откуда } x=1,84 \text{ (кмоль)}$$

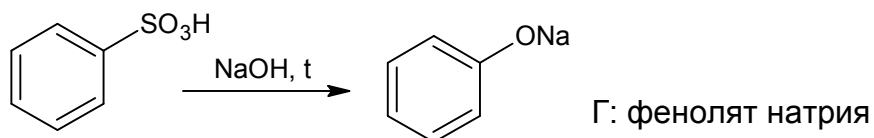
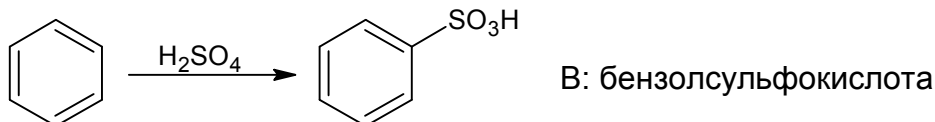
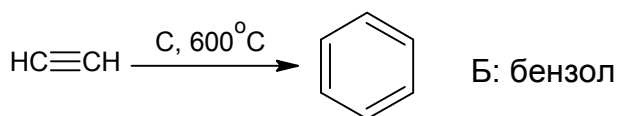
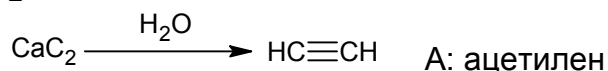
Следовательно, нитробензола образовалось:

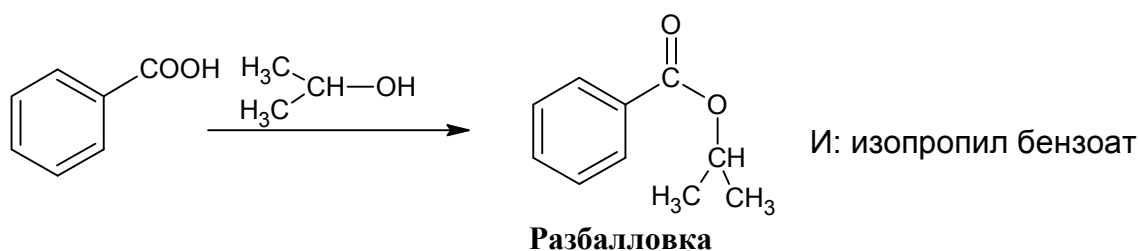
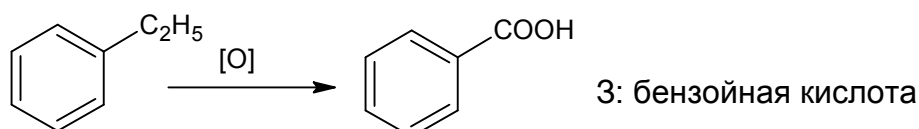
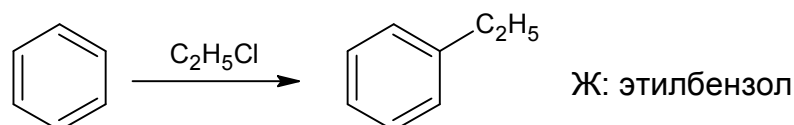
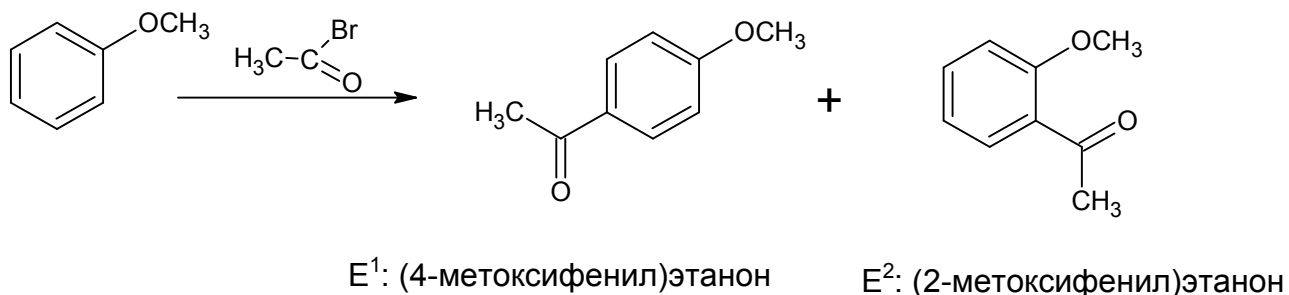
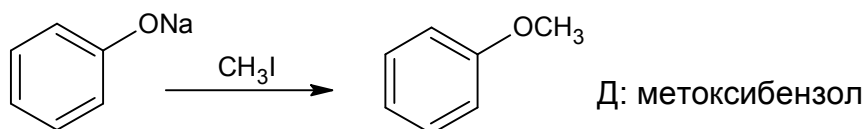
$$m_{\text{НБ}} = 123 \cdot 1,84 = 226 \text{ (кг)}$$

## Разбалловка

Уравнение реакции (1)	2 б.
Составление уравнения, определяющего массу оставшегося раствора	2 б.
Составление уравнения, определяющего массу оставшейся азотной кислоты	2 б.
Расчет количества прореагировавшей азотной кислоты	2 б.
Расчет массы полученного нитробензола	2 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

## Задача №11-2



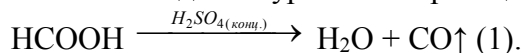


## Разбалловка

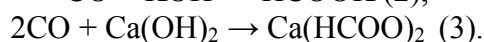
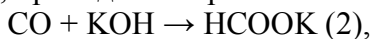
Структурные формулы А – И	10x0,5 б. = 5 б.
Названия веществ А – И	10x0,5 б. = 5 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

## Задача №11-3

Образование оксида углерода (+2) при обезвоживании метановой (муравьиной) кислоты концентрированной серной кислотой идёт по уравнению реакции

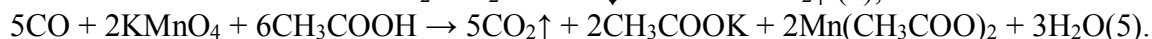
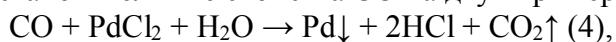


Взаимодействие с основаниями, приводит к образованию солей:



Образуются **формиаты** калия и кальция.

Проиллюстрируем восстановительные свойства CO на двух примерах:



## Разбалловка

Написание уравнений (1), (4)	2x2 б. = 4 б.
Написание уравнений (2), (3)	2x1 б. = 2 б.
Написание уравнения (5)	1x3 б. = 3 б.
Указание названия образующихся солей - формиатов	2x0,5 = 1 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>



$$m(\text{KOH}) = 0,4 \cdot 56 = 22,4 \text{ г}$$

$$m(\text{KNO}_2) = 85 \cdot 0,1 = 8,5 \text{ г}$$

$$m(\text{KNO}_3) = 101 \cdot 0,1 = 10,1 \text{ г}$$

$$m(\text{раствора}) = m(\text{раствора KOH}) + m(\text{NO}_2) = 168 + 0,2 \cdot 46 = 177,2 \text{ г}$$

$$w(\text{KOH}) = 22,4 / 177,2 = 0,126 (12,6\%)$$

$$w(\text{KNO}_2) = 8,5 / 177,2 = 0,048 (4,8\%)$$

$$w(\text{KNO}_3) = 10,5 / 177,2 = 0,059 (5,9\%)$$

### Разбалловка

Определение формулы соли <b>А</b> (при отсутствии расчетов – 1 б.)	2 б.
Определение формул веществ <b>Б – Д</b>	4x0,5 б. = 2 б.
Уравнения реакций (1) – (3)	3x1 б. = 3 б.
Установление состава раствора <b>Е</b>	1 б.
Расчет массовых долей веществ в растворе <b>Е</b>	2 б.
<b>ИТОГО</b>	<b>10 б.</b>

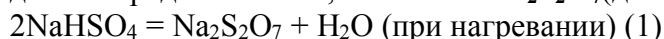
### Задача №11-6

1. Определяем молекулярные формулы кислот **А**, **В** и **С**.

Так как **А** и **В** – кислоты, то находим массовую долю водорода в соединениях: 2,04% и 1,12%.

1.1. Для кислоты **А**:  $n(\text{H}) : n(\text{S}) : n(\text{O}) = 2,04/1 : 32,65/32 : 65,31/16 = 2 : 1 : 4$ . Так как в условии задачи указано, что **А** – сильная кислота, следовательно **А** – серная кислота (молекулярная формула – **H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**).

1.2. Для кислоты **В**:  $n(\text{H}) : n(\text{S}) : n(\text{O}) = 1,12/1 : 35,96/32 : 62,92/16 = 1,12 : 1,12 : 3,9$ . Возможно, простейшая формула кислоты **В** – HSO<sub>4</sub>. Можно предположить, что молекулярная формула вещества **В** – H<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>8</sub>. Однако, в таком случае содержание серы не согласуется с проведенными расчетами. Так как в условии задачи указано, что кислая соль кислоты **А** легко плавится, а после плавления переходит в среднюю соль кислоты **В**, то делаем предположение, что **В** – это **H<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>7</sub>** (дисерная кислота):

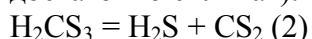


1.3. Для кислоты **С** даны массовые доли водорода и серы – 1,82% и 87,27%, однако, указано, что кислота не содержит кислород. Вычисляем массовую долю неизвестного элемента **Х** в кислоте:  $100 - (1,82 + 87,27) = 10,91 (\%)$ .

В условии задачи сказано, что при нагревании кислота **С** разлагается на два бинарных вещества **Д** и **Е**, **Е** при н.у. является газом с неприятным запахом и плотностью по воздуху 1,172.

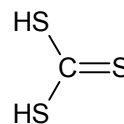
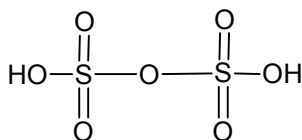
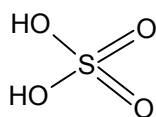
Найдем эти вещества: для неизвестного газа  $M(\text{Д}) = D_{\text{воздух}} \cdot 1,172 \approx 34 \text{ (г/моль)}$ . Исходя из того, что газ имеет неприятный запах, предположим, что это **H<sub>2</sub>S** (сероводород).

Второе бинарное соединение (**Е**) (так как нагревание происходит в отсутствии кислорода) содержит неизвестный элемент **Х**. Сказано, что это горючая жидкость, хороший растворителем для органических соединений. Можно предположить, что неизвестное вещество **CS<sub>2</sub>** (сероуглерод), тогда кислота **С** – **H<sub>2</sub>CS<sub>3</sub>** (тиоугольная кислота, кстати, достаточно сильная).

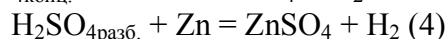
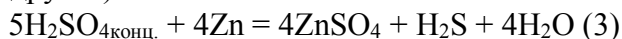


Тиоугольная кислота легко разлагается, но по термической устойчивости превосходит угольную кислоту.

Структурные формулы кислот:

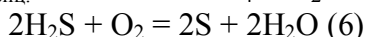
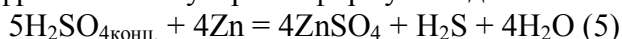


2. Взаимодействие серной кислоты с металлами. Необходимо указать, что в зависимости от концентрации серная кислота будет различно взаимодействовать с одним и тем же металлом (Cu, Fe, Zn и другие).

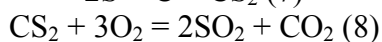
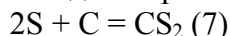


Это можно объяснить, что для разбавленной серной кислоты окислителем является водород в степени окисления (+1), а для концентрированной – сера в степени окисления (+6). S (+6) в данном случае является более сильным окислителем, чем H (+1).

3. Цепочка превращения: A → D → сера → E → оксид серы (IV) является своеобразной подсказкой для расшифровки молекулярных формул соединений.



(SO<sub>2</sub> образуется в небольшом количестве даже при недостатке кислорода).



### Разбалловка

Определение веществ А – Е	5x0,5 б. = 2,5 б.
Приведены структурные формулы для А, В, С	3x0,5 б. = 1,5 б.
Определение молярной массы газа D	0,5 б.
Уравнения реакций (1), (2)	2x1 б. = 2 б.
Уравнения взаимодействия H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> с одним металлом, но с разными продуктами реакциями	2x0,5 б. = 1 б.
Пояснение особенности различного взаимодействия H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> в зависимости от концентрации	0,5 б.
Уравнения реакций (5) – (8)	4x0,5 б. = 2 б.
<b>ИТОГО:</b>	<b>10 б.</b>

## 4.3 Задания зачетного тура (первая волна)

Зачетный тур проходил в режиме on-line с использованием сайтов <http://olymp.psu.ru>, <http://ege.psu.ru> Пермского государственного национального исследовательского университета. Время выполнения заданий – 3 часа.

### 4.3.1. Задания 9 класса

1. При нагревании пищевой соды образуется:

1. Стиральная сода

3. Кальцинированная сода

2. Каустическая сода

4. Двууглекислая сода

2. Какие из указанных частиц содержат одинаковое количество электронов?

1. Br<sup>-</sup> и Kr

4. B<sup>3+</sup> и Al<sup>3+</sup>

2. Ne и C<sup>4+</sup>

5. S<sup>2-</sup> и Cl

3. Ca<sup>2+</sup> и Ti<sup>4+</sup>

6. P<sup>3+</sup> и Mg

3. Согласно классификации оксиды можно разделить на три группы: кислотные, основные и амфотерные. Из приведенного списка выберите кислотные оксиды.

- |           |              |
|-----------|--------------|
| 1. $F_2O$ | 4. $Mn_2O_7$ |
| 2. $SO_2$ | 5. $NO$      |
| 3. $CO$   | 6. $K_2O$    |

4. Взаимодействие тетрахлорида кремния с водой сопровождается образованием:

- |                      |                  |
|----------------------|------------------|
| 1. Аморфного кремния | 3. Хлороводорода |
| 2. Кремневой кислоты | 4. Хлора         |

5.1. При нагревании 10,00 г кристаллогидрата нитрата магния до  $110^\circ C$  масса образца уменьшается на 1,95 г. При дальнейшем нагревании до  $300^\circ C$  наблюдается дальнейшее уменьшение массы.

Сколько молекул воды содержится в кристаллогидрате. В ответе укажите число (например:8)

5.2. При нагревании 10,00 г кристаллогидрата нитрата магния до  $110^\circ C$  масса образца уменьшается на 1,95 г. При дальнейшем нагревании до  $300^\circ C$  наблюдается дальнейшее уменьшение массы.

Определите массу (г) твердого остатка после прокаливании при  $300^\circ C$ . Ответ округлите до десятых.

5.3. При нагревании 10,00 г кристаллогидрата нитрата магния до  $110^\circ C$  масса образца уменьшается на 1,95 г. При дальнейшем нагревании до  $300^\circ C$  наблюдается дальнейшее уменьшение массы.

Какую массу (г) воды можно получить, используя кислород, выделяющийся при прокаливании кристаллогидрата нитрата магния? Ответ округлите до десятых.

5.4. При нагревании 10,00 г кристаллогидрата нитрата магния до  $110^\circ C$  масса образца уменьшается на 1,95 г. При дальнейшем нагревании до  $300^\circ C$  наблюдается дальнейшее уменьшение массы.

Какой объем (мл) раствора соляной кислоты содержащего 2 моль в 1 литре потребуется для растворения полученного при  $300^\circ C$  осадка. Ответ округлите до целых.

6. Массовая доля кислорода максимальна в оксиде:

- |              |             |
|--------------|-------------|
| 1. Лития     | 3. Натрия   |
| 2. Азота (I) | 4. Меди (I) |

7. 4,00 г смеси безводных нитратов железа (III) и алюминия растворили в 36 мл воды. Раствор обработали избытком гидроксида калия. При этом образовалось 0,54 г осадка. Определите массовую долю нитрата железа в исходной смеси (ответ округлите до десятых, например:38,4).

8. Для доказательства наличия сульфат-ионов в минерале каинит ( $KMg(SO_4)Cl \cdot 3H_2O$ ) поступают следующим образом:

1. Действуют раствором  $AgNO_3$
2. Растворяют в разбавленной  $HCl$
3. Действуют раствором  $BaCl_2$
4. Растворяют в дистиллированной воде
5. Пропускают через раствор углекислый газ

Из приведенных вариантов выберите правильную последовательность действий и запишите в ответе (например:341)



9. С помощью раствора нитрата серебра можно обнаружить наличие в растворе:

- |                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| 1. Соляной кислоты   | 4. Сероводорода     |
| 2. Гидроксида натрия | 5. Фторида калия    |
| 3. Иодида калия      | 6. Уксусной кислоты |

10.1. Были приготовлены два раствора: (1) растворением 8,0 г  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  в 91 мл воды и (2) смешением 20,0 г 10,0% раствора хлорида кальция с 5 мл воды. Полученные растворы смешали, при этом образовался кристаллический осадок.

Определите массовую долю (%) сульфата магния в растворе (1). Ответ округлите до целых (например: 12)

10.2. Были приготовлены два раствора: (1) растворением 8,0 г  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  в 91 мл воды и (2) смешением 20,0 г 10,0% раствора хлорида кальция с 5 мл воды. Полученные растворы смешали, при этом образовался кристаллический осадок.

Определите массовую долю (%) хлорида кальция в растворе (2). Ответ округлите до целых (например: 12)

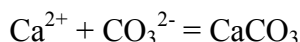
10.3. Были приготовлены два раствора: (1) растворением 8,0 г  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  в 100 мл воды и (2) смешением 20,0 г 10,0% раствора хлорида кальция с 5 мл воды. Полученные растворы смешали, при этом образовался кристаллический осадок.

Определите массу (г) образовавшегося осадка, если известно, что осаждается кристаллогидрат, содержащий 26,5% воды. Растворимостью осадка пренебречь. Ответ округлите до целых (например: 12)

10.4. Были приготовлены два раствора: (1) растворением 8,0 г  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  в 100 мл воды и (2) смешением 20,0 г 10,0% раствора хлорида кальция с 5 мл воды. Полученные растворы смешали, при этом образовался кристаллический осадок.

Какой объем (мл) карбоната натрия концентрацией 1,0 моль/л потребуется для осаждения оставшихся в растворе солей после их смешения? Растворимостью осадка при расчетах пренебречь. Ответ округлите до десятых (например: 12)

11. Краткое ионное уравнение



соответствует взаимодействию:

- |  |  |
|--|--|
| 1. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и $\text{NaHCO}_3$ | 3. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ и водного раствора $\text{CO}_2$ |
| 2. $\text{CaCl}_2$ и $\text{K}_2\text{CO}_3$   | 4. $\text{CaO}$ и $\text{Na}_2\text{CO}_3$                     |

12. Действие на цинк разбавленной азотной кислоты при температуре 40°C сопровождается выделением газа, который применяется в медицине. Напишите уравнение реакции растворения цинка и в ответе укажите СУММУ КОЭФФИЦИЕНТОВ в уравнении реакции (например: 54)

13. Химические свойства простых веществ определяются их электронным строением. Какой из металлов наиболее активно взаимодействует с водой?

- |           |          |
|-----------|----------|
| 1. Литий  | 3. Калий |
| 2. Натрий | 4. Цезий |

14. Из перечисленных ниже пар веществ оба вещества могут проявлять кислотные свойства:

- |   |   |
|---|---|
| 1. $\text{NaOH}$ и $\text{Al}(\text{OH})_3$ | 3. $\text{Zn}(\text{OH})_2$ и $\text{SO}_3$ |
| 2. $\text{HCl}$ и $\text{B}(\text{OH})_3$   | 4. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ и $\text{CuO}$  |

**15.1.** 5,00 г смеси кремния и серы обработали концентрированной серной кислотой, при этом выделилось 18,00 г газа, занимающего объем 6,30 л (при н.у.). Другую порцию смеси, массой 2,00 г обработали избытком концентрированного раствора щелочи, при этом масса смеси уменьшилась на 0,80 г.

Вычислите массовую долю серы в смеси (в процентах). В ответе укажите число, округлив его до целого (например: 75)

**15.2.** 5,00 г смеси кремния и серы обработали концентрированной серной кислотой, при этом выделилось 18,00 г газа, занимающего объем 6,30 л (при н.у.). Другую порцию смеси, массой 2,00 г обработали избытком концентрированного раствора щелочи, при этом масса смеси уменьшилась на 0,80 г.

Определите выделяющийся газ. В ответе укажите его формулу (например:  $\text{CO}_2$ )

**15.3.** 5,00 г смеси кремния и серы обработали концентрированной серной кислотой, при этом выделилось 18,00 г газа, занимающего объем 6,30 л (при н.у.). Другую порцию смеси, массой 2,00 г обработали избытком концентрированного раствора щелочи, при этом масса смеси уменьшилась на 0,80 г.

Напишите уравнение реакции растворения смеси в концентрированной серной кислоте. В ответе укажите сумму коэффициентов (например: 12)

**15.4.** 5,00 г смеси кремния и серы обработали концентрированной серной кислотой, при этом выделилось 18,00 г газа, занимающего объем 6,30 л (при н.у.). Другую порцию смеси, массой 2,00 г обработали избытком концентрированного раствора щелочи, при этом масса смеси уменьшилась на 0,80 г.

Какой газ выделяется в результате растворения смеси в концентрированном растворе щелочи? В ответе укажите его формулу (например:  $\text{CO}_2$ ).

**16.** Пропускание через склянку с концентрированной серной кислотой позволяет разделить смесь:

- |                               |                                     |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Водяного пара и аммиака    | 3. Углекислого газа и хлороводорода |
| 2. Аммиака и оксида серы (IV) | 4. Хлороводорода и водяного пара    |

**17.** Для разделения смеси оксидов фосфора и цинка можно использовать:

- |                                     |                                    |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Раствор KOH                      | 3. Воду                            |
| 2. Концентрированную $\text{HNO}_3$ | 4. Раствор $\text{H}_2\text{SO}_4$ |

**18.** Какие из приведенных ниже солей в водном растворе окрашивают лакмусовую бумажку в красный цвет:

- |                            |                                 |
|----------------------------|---------------------------------|
| 1. $\text{K}_2\text{SO}_4$ | 4. $\text{Na}_2\text{SO}_3$     |
| 2. $\text{NaHCO}_3$        | 5. $\text{ZnHSO}_4$             |
| 3. $\text{NiCl}_2$         | 6. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ |

**19.** Газообразное вещество, имеющее специфический запах, образующееся при гниении белков, обладает слабыми основными свойствами. В промышленности его получают, используя атмосферный воздух. В ответе укажите название газообразного вещества (например: нитрат меди).

**20.1.** Для получения соединения А сульфит бария обрабатывают концентрированной серной кислотой. Выделяющийся при этом газ (Б) пропускают через раствор перманганата калия с добавлением KOH. Образующийся бурый осадок (В) отфильтровывают и получают раствор соединения А.

Укажите в ответе формулу соединения А (например  $\text{KMnO}_4$ )

**20.2.** Для получения соединения А сульфит бария обрабатывают концентрированной серной кислотой. Выделяющийся при этом газ (Б) пропускают через раствор перманганата калия с добавлением КОН. Образующийся бурый осадок (В) отфильтровывают и получают раствор соединения А.

Укажите в ответе степень окисления металла в соединении В (например 6)

**20.3.** Для получения соединения А сульфит бария обрабатывают концентрированной серной кислотой. Выделяющийся при этом газ (Б) пропускают через раствор перманганата калия с добавлением КОН. Образующийся бурый осадок (В) отфильтровывают и получают раствор соединения А.

Какое максимальное количество соединения А можно получить из 72,3 г сульфита бария? В ответе укажите массу продукта в граммах, округленную до десятых (например: 41).

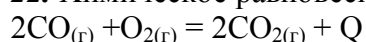
**20.4.** Для получения соединения А сульфит бария обрабатывают концентрированной серной кислотой. Выделяющийся при этом газ (Б) пропускают через раствор перманганата калия с добавлением КОН. Образующийся бурый осадок (В) отфильтровывают и получают раствор соединения А.

В ответе укажите сумму коэффициентов в уравнении взаимодействия Б и перманганата калия (например:21)

**21.** Выберите вещества, молекулы которых содержат только одинарные связи:

- |                         |                 |
|-------------------------|-----------------|
| 1. $\text{H}_2\text{S}$ | 4. $\text{H}_2$ |
| 2. $\text{NO}_2$        | 5. $\text{N}_2$ |
| 3. $\text{CH}_4$        | 6. $\text{CO}$  |

**22.** Химическое равновесие в системе



сместится в сторону образования углекислого газа при:

- |                                      |                                     |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Увеличении температуры            | 4. Уменьшении температуры           |
| 2. Уменьшении давления               | 5. Увеличении давления              |
| 3. Откачки из реактора $\text{CO}_2$ | 6. Введении в систему $\text{CO}_2$ |

**23.** Цинк вступает в реакцию со следующими веществами:

- |                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| 1. Раствором $\text{HNO}_3$       | 5. Раствором $\text{NaOH}$             |
| 2. Раствором $\text{CuSO}_4$      | 6. Концентрированным раствором аммиака |
| 3. Раствором $\text{MgSO}_4$      |  |
| 4. Концентрированной $\text{HCl}$ |  |

**24.** Кислород можно получить при разложении:

- |                   |                       |
|-------------------|-----------------------|
| 1. Хлората калия  | 3. Перманганата калия |
| 2. Сульфата бария | 4. Нитрата никеля     |

### 4.3.2 Задания 10 класса

**1.** При нагревании пищевой соды образуется:

- |                      |                          |
|----------------------|--------------------------|
| 1. Стиральная сода   | 3. Кальцинированная сода |
| 2. Каустическая сода | 4. Двууглекислая сода    |

**2.1.** При нагревании 10,00 г кристаллогидрата нитрата магния до  $110^\circ\text{C}$  масса образца уменьшается на 1,95 г. При дальнейшем нагревании до  $300^\circ\text{C}$  наблюдается дальнейшее уменьшение массы.

Сколько молекул воды содержится в кристаллогидрате. В ответе укажите число (например:8)

**2.2.** При нагревании 10,00 г кристаллогидрата нитрата магния до 110°C масса образца уменьшается на 1,95 г. При дальнейшем нагревании до 300 °C наблюдается дальнейшее уменьшение массы.

Определите массу (г) твердого остатка после прокаливании при 300 °C. Ответ округлите до десятых.

**2.3.** При нагревании 10,00 г кристаллогидрата нитрата магния до 110°C масса образца уменьшается на 1,95 г. При дальнейшем нагревании до 300 °C наблюдается дальнейшее уменьшение массы.

Какую массу (г) воды можно получить, используя кислород, выделяющийся при прокаливании кристаллогидрата нитрата магния? Ответ округлите до десятых.

**2.4.** При нагревании 10,00 г кристаллогидрата нитрата магния до 110°C масса образца уменьшается на 1,95 г. При дальнейшем нагревании до 300 °C наблюдается дальнейшее уменьшение массы.

Какой объем (мл) раствора соляной кислоты содержащего 2 моль в 1 литре потребуется для растворения полученного при 300 °C осадка. Ответ округлите до целых.

**3.** Для доказательства наличия сульфат-ионов в минерале каинит ( $\text{KMg}(\text{SO}_4)\text{Cl}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) поступают следующим образом:

1. Действуют раствором  $\text{AgNO}_3$
2. Растворяют в разбавленной  $\text{HCl}$
3. Действуют раствором  $\text{BaCl}_2$
4. Растворяют в дистиллированной воде
5. Пропускают через раствор углекислый газ

Из приведенных вариантов выберите правильную последовательность действий и запишите в ответе (например:341)

**4.1.** Были приготовлены два раствора: (1) растворением 8,0 г  $\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$  в 91 мл воды и (2) смешением 20,0 г 10,0% раствора хлорида кальция с 5 мл воды. Полученные растворы смешали, при этом образовался кристаллический осадок.

Определите массовую долю (%) сульфата магния в растворе (1). Ответ округлите до целых (например: 12)

**4.2.** Были приготовлены два раствора: (1) растворением 8,0 г  $\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$  в 91 мл воды и (2) смешением 20,0 г 10,0% раствора хлорида кальция с 5 мл воды. Полученные растворы смешали, при этом образовался кристаллический осадок.

Определите массовую долю (%) хлорида кальция в растворе (2). Ответ округлите до целых (например: 12)

**4.3.** Были приготовлены два раствора: (1) растворением 8,0 г  $\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$  в 100 мл воды и (2) смешением 20,0 г 10,0% раствора хлорида кальция с 5 мл воды. Полученные растворы смешали, при этом образовался кристаллический осадок.

Определите массу (г) образовавшегося осадка, если известно, что осаждается кристаллогидрат, содержащий 26,5% воды. Растворимость осадка пренебречь. Ответ округлите до целых (например: 12)

**4.4.** Были приготовлены два раствора: (1) растворением 8,0 г  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  в 100 мл воды и (2) смешением 20,0 г 10,0% раствора хлорида кальция с 5 мл воды. Полученные растворы смешали, при этом образовался кристаллический осадок.

Какой объем (мл) карбоната натрия концентрацией 1,0 моль/л потребуется для осаждения оставшихся в растворе солей после их смешения? Растворимостью осадка при расчетах пренебречь. Ответ округлите до десятых (например: 12)

**5.1.** 5,00 г смеси кремния и серы обработали концентрированной серной кислотой, при этом выделилось 18,00 г газа, занимающего объем 6,30 л (при н.у.). Другую порцию смеси, массой 2,00 г обработали избытком концентрированного раствора щелочи, при этом масса смеси уменьшилась на 0,80 г.

Вычислите массовую долю серы в смеси (в процентах). В ответе укажите число, округлив его до целого (например: 75)

**5.2.** 5,00 г смеси кремния и серы обработали концентрированной серной кислотой, при этом выделилось 18,00 г газа, занимающего объем 6,30 л (при н.у.). Другую порцию смеси, массой 2,00 г обработали избытком концентрированного раствора щелочи, при этом масса смеси уменьшилась на 0,80 г.

Определите выделяющийся газ. В ответе укажите его формулу (например:  $\text{CO}_2$ )

**5.3.** 5,00 г смеси кремния и серы обработали концентрированной серной кислотой, при этом выделилось 18,00 г газа, занимающего объем 6,30 л (при н.у.). Другую порцию смеси, массой 2,00 г обработали избытком концентрированного раствора щелочи, при этом масса смеси уменьшилась на 0,80 г.

Напишите уравнение реакции растворения смеси в концентрированной серной кислоте. В ответе укажите сумму коэффициентов (например: 12)

**5.4.** 5,00 г смеси кремния и серы обработали концентрированной серной кислотой, при этом выделилось 18,00 г газа, занимающего объем 6,30 л (при н.у.). Другую порцию смеси, массой 2,00 г обработали избытком концентрированного раствора щелочи, при этом масса смеси уменьшилась на 0,80 г.

Какой газ выделяется в результате растворения смеси в концентрированном растворе щелочи? В ответе укажите его формулу (например:  $\text{CO}_2$ ).

**6.1.** Для получения соединения А сульфит бария обрабатывают концентрированной серной кислотой. Выделяющийся при этом газ (Б) пропускают через раствор перманганата калия с добавлением КОН. Образующийся бурый осадок (В) отфильтровывают и получают раствор соединения А.

Укажите в ответе формулу соединения А (например  $\text{KMnO}_4$ )

**6.2.** Для получения соединения А сульфит бария обрабатывают концентрированной серной кислотой. Выделяющийся при этом газ (Б) пропускают через раствор перманганата калия с добавлением КОН. Образующийся бурый осадок (В) отфильтровывают и получают раствор соединения А.

Укажите в ответе степень окисления металла в соединении В (например 6)

**6.3.** Для получения соединения А сульфит бария обрабатывают концентрированной серной кислотой. Выделяющийся при этом газ (Б) пропускают через раствор перманганата калия с добавлением КОН. Образующийся бурый осадок (В) отфильтровывают и получают раствор соединения А.

Какое максимальное количество соединения А можно получить из 72,3 г сульфита бария? В ответе укажите массу продукта в граммах, округленную до десятых (например: 41).

**6.4.** Для получения соединения А сульфит бария обрабатывают концентрированной серной кислотой. Выделяющийся при этом газ (Б) пропускают через раствор перманганата калия с добавлением КОН. Образующийся бурый осадок (В) отфильтровывают и получают раствор соединения А.

В ответе укажите сумму коэффициентов в уравнении взаимодействия Б и перманганата калия (например:21)

**7.** Какие из указанных частиц содержат одинаковое количество электронов на внешнем энергетическом уровне?

- |  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| 1. $\text{Br}^-$ и $\text{Kr}$         | 4. $\text{B}^{3+}$ и $\text{Al}^{3+}$ |
| 2. $\text{Ne}$ и $\text{C}^{4+}$       | 5. $\text{S}^{2-}$ и $\text{Cl}$      |
| 3. $\text{Ca}^{2+}$ и $\text{Tl}^{4+}$ | 6. $\text{P}^{3+}$ и $\text{Mg}$      |

**8.** Согласно классификации оксиды можно разделить на две группы – солеобразующие и несолеобразующие. Из приведенного списка выберите несолеобразующие оксиды.

- |                         |                           |
|-------------------------|---------------------------|
| 1. $\text{F}_2\text{O}$ | 4. $\text{MnO}_3$         |
| 2. $\text{SO}_2$        | 5. $\text{NO}$            |
| 3. $\text{CO}$          | 6. $\text{P}_2\text{O}_5$ |

**9.** При смешении растворов хлорида алюминия и сульфида натрия образуется:

- |                 |                          |
|-----------------|--------------------------|
| 1. Сероводород  | 3. Сульфид алюминия      |
| 2. Хлороводород | 4. Гидросульфид алюминия |

**10.** Массовая доля кальция минимальна в его:

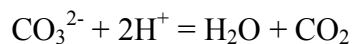
- |             |            |
|-------------|------------|
| 1. Сульфиде | 3. Хлориде |
| 2. Оксиде   | 4. Нитрате |

**11.** 4,00 г смеси безводных нитратов железа (III) и алюминия растворили в 36 мл воды. Раствор обработали избытком гидроксида калия. При этом образовалось 0,54 г осадка. Определите массовую долю нитрата алюминия в исходной смеси (ответ округлите до десятых, например:38,4).

**12.** С помощью раствора нитрата магния можно обнаружить наличие в растворе:

- |                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| 1. Соляной кислоты   | 4. Карбоната натрия |
| 2. Гидроксида натрия | 5. Фторида калия    |
| 3. Иодида калия      | 6. Уксусной кислоты |

**13.** Краткое ионное уравнение



соответствует взаимодействию:

- |  |   |
|--|---|
| 1. $\text{Na}_2\text{CO}_3$ и $\text{HCl}$ | 3. $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ при нагревании              |
| 2. $\text{CaCO}_3$ и $\text{HNO}_3$        | 4. $\text{K}_2\text{CO}_3$ и водного раствора $\text{CO}_2$ |

**14.** Действие раствора азотной кислоты на цинк при температуре 80°C сопровождается выделением газа, составляющего основу земной атмосферы. Напишите уравнение реакции растворения цинка и укажите в ответе СУММУ КОЭФФИЦИЕНТОВ в уравнении реакции (например: 54)

**15.** Химические свойства сложных веществ определяются электронным строением образующих их элементов. Из перечисленных ниже кислот выберите самую сильную кислоту в водном растворе.

- |                   |                    |
|-------------------|--------------------|
| 1. Иодоводородная | 2. Бромоводородная |
|-------------------|--------------------|

3. Хлороводородная

4. Фтороводородная

16. Из перечисленных ниже пар веществ изомерами являются:

1. Гексан и пентан
2. Изопропанол и 2-пропанол
3. Изобутанол и 2-метилпропан-2-ол
4. Масляная и 2-метилпропановая кислота
5. Уксусная и пропионовая кислота
6. Гексен-3 и метилциклопентан

17. Пропускание через склянку с концентрированной серной кислотой позволяет разделить смесь:

- |                               |                                     |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Водяного пара и аммиака    | 3. Углекислого газа и хлороводорода |
| 2. Аммиака и оксида серы (IV) | 4. Хлороводорода и водяного пара    |

18. Для разделения смеси железа и меди можно использовать:

- |  |                                |
|--|--------------------------------|
| 1. Концентрированную $\text{HNO}_3$    | 3. 10% раствор нитрата серебра |
| 2. 20% раствор $\text{H}_2\text{SO}_4$ | 4. 10% раствор $\text{HCl}$    |

19. Какие из приведенных ниже солей в водном растворе окрашивают лакмусовую бумажку в синий цвет:

- |                             |                                 |
|-----------------------------|---------------------------------|
| 1. $\text{K}_2\text{SO}_4$  | 4. $\text{Na}_2\text{SO}_3$     |
| 2. $\text{Na}_2\text{CO}_3$ | 5. $\text{ZnHSO}_4$             |
| 3. $\text{NiCl}_2$          | 6. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ |

20. Газообразное вещество, имеющее специфический запах, образующееся при гниении белков, обладает кислотными свойствами. При неполном сгорании (например, при внесении в пламя холодного шпателя) образует налет желтого цвета. В ответе укажите название вещества (например: нитрат меди).

21. Из приведенного списка выберите пары веществ, в которых количество двойных связей одинаково:

- |   |  |
|---|--|
| 1. $\text{C}_2\text{H}_2$ и $\text{SO}_3$ | 4. $\text{HCOOH}$ и $\text{HCN}$                 |
| 2. $\text{C}_2\text{H}_4$ и $\text{CO}_2$ | 5. $\text{H}_2\text{O}$ и $\text{N}_2\text{O}_5$ |
| 3. $\text{HCN}$ и $\text{HCN}$            | 6. $\text{H}_2\text{SO}_4$ и $(\text{COOH})_2$   |

22. Химическое равновесие в системе



сместится в сторону образования оксида серы при:

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| 1. Увеличении температуры               | 4. Уменьшении температуры           |
| 2. Уменьшении давления                  | 5. Увеличении давления              |
| 3. Увеличении концентрации $\text{O}_2$ | 6. Введении в систему $\text{SO}_2$ |

23. Этанол способен вступать в реакцию со следующими веществами:

- |                     |                         |
|---------------------|-------------------------|
| 1. Хлороводород     | 4. Метиловый спирт      |
| 2. Гидроксид натрия | 5. Гидроксид меди       |
| 3. Уксусная кислота | 6. Металлический натрий |

24. Ацетилен в одну стадию можно получить из:

- |           |              |
|-----------|--------------|
| 1. этана  | 3. этилена   |
| 2. метана | 4. хлорэтана |

### 4.3.3 Задания 11 класса

1. Для доказательства наличия сульфат-ионов в минерале каинит ( $\text{KMg}(\text{SO}_4)\text{Cl}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) поступают следующим образом:

1. Действуют раствором  $\text{AgNO}_3$
2. Растворяют в разбавленной  $\text{HCl}$
3. Действуют раствором  $\text{BaCl}_2$
4. Растворяют в дистиллированной воде
5. Пропускают через раствор углекислый газ

Из приведенных вариантов выберите правильную последовательность действий и запишите в ответе (например: 341)

2.1. Были приготовлены два раствора: (1) растворением 8,0 г  $\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$  в 91 мл воды и (2) смешением 20,0 г 10,0% раствора хлорида кальция с 5 мл воды. Полученные растворы смешали, при этом образовался кристаллический осадок.

Определите массовую долю (%) сульфата магния в растворе (1). Ответ округлите до целых (например: 12)

2.2. Были приготовлены два раствора: (1) растворением 8,0 г  $\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$  в 91 мл воды и (2) смешением 20,0 г 10,0% раствора хлорида кальция с 5 мл воды. Полученные растворы смешали, при этом образовался кристаллический осадок.

Определите массовую долю (%) хлорида кальция в растворе (2). Ответ округлите до целых (например: 12)

2.3. Были приготовлены два раствора: (1) растворением 8,0 г  $\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$  в 100 мл воды и (2) смешением 20,0 г 10,0% раствора хлорида кальция с 5 мл воды. Полученные растворы смешали, при этом образовался кристаллический осадок.

Определите массу (г) образовавшегося осадка, если известно, что осаждается кристаллогидрат, содержащий 26,5% воды. Растворимостью осадка пренебречь. Ответ округлите до целых (например: 12)

2.4. Были приготовлены два раствора: (1) растворением 8,0 г  $\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$  в 100 мл воды и (2) смешением 20,0 г 10,0% раствора хлорида кальция с 5 мл воды. Полученные растворы смешали, при этом образовался кристаллический осадок.

Какой объем (мл) карбоната натрия концентрацией 1,0 моль/л потребуется для осаждения оставшихся в растворе солей после их смешения? Растворимостью осадка при расчетах пренебречь. Ответ округлите до десятых (например: 12)

3.1. 5,00 г смеси кремния и серы обработали концентрированной серной кислотой, при этом выделилось 18,00 г газа, занимающего объем 6,30 л (при н.у.). Другую порцию смеси, массой 2,00 г обработали избытком концентрированного раствора щелочи, при этом масса смеси уменьшилась на 0,80 г.

Вычислите массовую долю серы в смеси (в процентах). В ответе укажите число, округлив его до целого (например: 75)

3.2. 5,00 г смеси кремния и серы обработали концентрированной серной кислотой, при этом выделилось 18,00 г газа, занимающего объем 6,30 л (при н.у.). Другую порцию смеси, массой 2,00 г обработали избытком концентрированного раствора щелочи, при этом масса смеси уменьшилась на 0,80 г.

Определите выделяющийся газ. В ответе укажите его формулу (например:  $\text{CO}_2$ )

3.3. 5,00 г смеси кремния и серы обработали концентрированной серной кислотой, при этом выделилось 18,00 г газа, занимающего объем 6,30 л (при н.у.). Другую порцию



смеси, массой 2,00 г обработали избытком концентрированного раствора щелочи, при этом масса смеси уменьшилась на 0,80 г.

Напишите уравнение реакции растворения смеси в концентрированной серной кислоте. В ответе укажите сумму коэффициентов (например: 12)

**3.4.** 5,00 г смеси кремния и серы обработали концентрированной серной кислотой, при этом выделилось 18,00 г газа, занимающего объем 6,30 л (при н.у.). Другую порцию смеси, массой 2,00 г обработали избытком концентрированного раствора щелочи, при этом масса смеси уменьшилась на 0,80 г.

Какой газ выделяется в результате растворения смеси в концентрированном растворе щелочи? В ответе укажите его формулу (например:  $\text{CO}_2$ ).

**4.** Из перечисленных ниже пар веществ изомерами являются:

1. Гексан и пентан
2. Изопропанол и 2-пропанол
3. Изобутанол и 2-метилпропан-2-ол
4. Масляная и 2-метилпропановая кислота
5. Уксусная и пропионовая кислота
6. Гексен-3 и метилциклопентан

**5.** Для разделения смеси железа и меди можно использовать:

1. Концентрированную  $\text{HNO}_3$
2. 20% раствор  $\text{H}_2\text{SO}_4$
3. 10% раствор нитрата серебра
4. 10% раствор  $\text{HCl}$

**6.** Из приведенного списка выберите пары веществ, в которых количество двойных связей одинаково:

1.  $\text{C}_2\text{H}_2$  и  $\text{SO}_3$
2.  $\text{C}_2\text{H}_4$  и  $\text{CO}_2$
3.  $\text{HCN}$  и  $\text{HCN}$
4.  $\text{HCOOH}$  и  $\text{HCN}$
5.  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{N}_2\text{O}_5$
6.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и  $(\text{COOH})_2$

**7.** Этанол способен вступать в реакцию со следующими веществами:

1. Хлороводород
2. Гидроксид натрия
3. Уксусная кислота
4. Метиловый спирт
5. Гидроксид меди
6. Металлический натрий

**8.** Ацетилен в одну стадию можно получить из:

1. этана
2. метана
3. этилена
4. хлорэтана

**9.** Это вещество находит широкое применение при производстве различных полимеров

1. Кумол
2. Стирол
3. Мезитилен
4. Винилбензол

**10.** Какие из указанных частиц содержат одинаковое количество электронов?

1.  $\text{Cl}^-$  и  $\text{Kr}$
2.  $\text{Ne}$  и  $\text{C}^{4+}$
3.  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Ti}^{4+}$
4.  $\text{B}^{3+}$  и  $\text{Al}^{3+}$
5.  $\text{S}^{2-}$  и  $\text{Cl}$
6.  $\text{P}^{3+}$  и  $\text{Mg}$

**11.** Согласно классификации оксиды можно разделить на три группы: кислотные, основные и амфотерные. Из приведенного списка выберите кислотные оксиды.

1.  $\text{F}_2\text{O}$
2.  $\text{SO}_2$
3.  $\text{CO}$
4.  $\text{MnO}_3$

5. NO

6. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

12. При пропускании фосфина через концентрированную азотную кислоту образуется:

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| 1. Фосфорная кислота | 3. Оксид азота(IV)   |
| 2. Оксид фосфора (V) | 4. Азотистая кислота |

13.1. В стакан с 50 г 10% раствора KCl поместили два платиновых электрода и пустили электрический ток. Через 30 минут электроды вынули, при этом на катоде выделилось 250 мл газа (при 0°C и нормальном атмосферном давлении).

В ответе укажите название газа, выделившегося на катоде

13.2. В стакан с 50 г 10% раствора KCl поместили два платиновых электрода и пустили электрический ток. Через 30 минут электроды вынули, при этом на катоде выделилось 250 мл газа (при 0°C и нормальном атмосферном давлении).

В ответе укажите название анодного продукта электролиза.

13.3. В стакан с 50 г 10% раствора KCl поместили два платиновых электрода и пустили электрический ток. Через 30 минут электроды вынули, при этом на катоде выделилось 250 мл газа (при 0°C и нормальном атмосферном давлении).

Какой объем (мл) газа (при 0°C и нормальном атмосферном давлении) выделился на аноде, если растворимость анодного продукта в полученном растворе 1,8 мл/100 г раствора. Ответ округлите до целого числа.

13.4. В стакан с 50 г 10% раствора KCl поместили два платиновых электрода и пустили электрический ток. Через 30 минут электроды вынули, при этом на катоде выделилось 250 мл газа (при 0°C и нормальном атмосферном давлении).

Какой объем (мл) соляной кислоты (0,1 моль/л) потребуется для нейтрализации полученного в результате электролиза раствора. Ответ округлите до целого числа.

14. Массовая доля кальция максимальна в его:

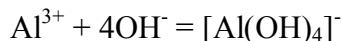
- |             |            |
|-------------|------------|
| 1. Сульфиде | 3. Хлориде |
| 2. Оксиде   | 4. Нитрате |

15. К 20 г раствора фенола в бензоле добавили избыток бромной воды. При этом выделилось 17,7 г белого осадка. Определите массовую долю бензола в растворе (ответ округлите до целых, например: 38).

16. С помощью свежееосажденного гидроксида меди можно обнаружить наличие в растворе:

- |              |                     |
|--------------|---------------------|
| 1. Глицерина | 4. Аммиака          |
| 2. Белка     | 5. Уксусной кислоты |
| 3. Ацетона   | 6. Этилового спирта |

17. Краткое ионное уравнение



соответствует взаимодействию:

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| 1. AlCl <sub>3</sub> и избытка NaOH | 3. Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> и избытка NH <sub>4</sub> OH                |
| 2. Al и избытка NaOH                | 4. Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> и избытка Ca(OH) <sub>2</sub> |

18. Действие раствора азотной кислоты на цинк при комнатной температуре сопровождается выделением неустойчивого газа, который почти моментально окисляется, образуя газ красно-бурого цвета. Напишите уравнение реакции растворения цинка и укажите в ответе СУММУ КОЭФФИЦИЕНТОВ в уравнении реакции (например: 54)

**19.** Свойства сложных веществ определяются электронным строением образующих их элементов. Из перечисленных ниже соединений выберите наиболее устойчивое при нагревании.

- |                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| 1. Иодоводородная  | 3. Хлороводородная |
| 2. Бромоводородная | 4. Фтороводородная |

**20.** Пропускание последовательно через склянки с концентрированной серной кислотой и гранулами гидроксида натрия позволяет получить чистый газ из смеси:

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| 1. Водяного пара и аммиака                | 3. Углекислого газа и хлороводорода |
| 2. Оксида углерода(II) и оксида серы (IV) | 4. Хлороводорода и ацетилена        |

**21.** Какие из приведенных ниже солей подвержены гидролизу как по аниону, так и по катиону?

- |                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| 1. $\text{NH}_4\text{HSO}_4$ | 4. $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ |
| 2. $\text{CuF}_2$            | 5. $\text{CsNO}_3$           |
| 3. $\text{Al}_2\text{S}_3$   | 6. $\text{FeOHCl}$           |

**22.** Углеводород, плотность которого по воздуху равна 1,865, способен присоединить 2 моль водорода, не вступает в реакцию серебряного зеркала – это.... В ответе укажите название в соответствии с правилами ИЮПАК (например: 2-метилпентен-1)

**23.1.** При взаимодействии 1,6-дибромгексана с металлическим цинком образуется соединение А, которое при нагревании до 300°C в присутствии платины выделяет газ (Б) и образует соединение В.

В ответе укажите название газа Б.

**23.2.** При взаимодействии 1,6-дибромгексана с металлическим цинком образуется соединение А, которое при нагревании до 300°C в присутствии платины выделяет газ (Б) и образует соединение В.

В ответе укажите название соединения В

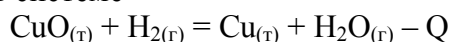
**23.3.** При взаимодействии 1,6-дибромгексана с металлическим цинком образуется соединение А, которое при нагревании до 300°C в присутствии платины выделяет газ (Б) и образует соединение В.

В ответе укажите сумму коэффициентов в уравнении реакции сгорания соединения А (например:14).

**23.4.** При взаимодействии 1,6-дибромгексана с металлическим цинком образуется соединение А, которое при нагревании до 300°C в присутствии платины выделяет газ (Б) и образует соединение В.

Какой максимальный объем газа Б (в литрах при нормальных условиях) можно получить из 11,0 г 1,6-дибромгексана (ответ округлите до целых)

**24.** Химическое равновесие в системе



сместится в сторону образования воды при:

- |                                     |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Увеличении температуры           | 4. Уменьшении температуры           |
| 2. Уменьшении давления              | 5. Увеличении давления              |
| 3. Увеличении концентрации водорода | 6. Откачки из системы водяного пара |

## 4.4 Критерии оценки заданий зачетного тура (первая волна)

## 4.4.1 Задания 9 класса

№	1	2	3	4	5	6	балл
1			X				4
2	X		X			X	4
3		X		X			6
4		X	X				6
5	2	2,2	1	55	-	-	16
6	X						4
7	30,5						4
8	43						6
9	X	X	X	X			4
10	4	8	3	32,5	-	-	16
11		X					4
12	24						6
13				X			4
14		X	X				4
15	60	SO <sub>2</sub>	8	H <sub>2</sub>	-	-	16
16		X		X			6
17		X	X	X			6
18			X		X		4
19	Аммиак						6
20	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4	58,0	16	-	-	16
21	X		X	X			4
22			X	X	X		4
23	X	X		X	X		6
24	X		X	X			4
ИТОГО							160

## 4.4.2 Задания 10 класса

№	1	2	3	4	5	6	балл
1			X				4
2	2	2,2	1	55	-	-	16
3	43						6
4	4	8	3	32,5	-	-	16
5	60	SO <sub>2</sub>	8	H <sub>2</sub>	-	-	16
6	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	4	58,0	16			16
7	X		X			X	4
8			X		X		4
9	X						4
10				X			4
11	69,5						4
12		X		X	X		4
13	X						6
14	29						6

№	1	2	3	4	5	6	балл
15	X						4
16			X	X		X	6
17	X	X					4
18		X		X			4
19		X		X			4
20	сероводород						4
21				X		X	4
22	X		X		X		4
23	X		X	X		X	6
24		X	X				4
ИТОГО							160

#### 4.4.3 Задания 11 класса

№	1	2	3	4	5	6	балл
1	43						6
2	4	8	3	32,5	-	-	16
3	60	SO <sub>2</sub>	8	H <sub>2</sub>	-	-	16
4			X	X		X	4
5		X		X			6
6				X		X	4
7	X		X	X		X	4
8		X	X				4
9		X		X			4
10			X	X		X	4
11		X		X		X	4
12	X		X				6
13	Водород	Хлор	249	220	-	-	16
14		X					4
15	75						4
16	X	X		X	X		6
17	X						6
18	20						4
19				X			6
20							4
21		X	X	X			4
22	Бутин-2 или бутадиен-1,3 или бутадиен-1,4 или бутадиен-1,2						4
23	Водород	Бензол	22	3	-	-	16
24	X		X			X	4
ИТОГО							160

#### 4.5 Задания зачетного тура (вторая волна)

##### 4.5.1. Задания 9 класса

I. При нагревании стиральной соды образуется:

- |                      |                          |
|----------------------|--------------------------|
| 1. Питиевая сода     | 3. Кальцинированная сода |
| 2. Каустическая сода | 4. Двууглекислая сода    |

2. Какие из указанных частиц содержат одинаковое количество электронов?

- |  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| 1. $\text{Br}^-$ и $\text{Kr}$         | 4. $\text{B}^{3+}$ и $\text{Al}^{3+}$ |
| 2. $\text{Ne}$ и $\text{C}^{4+}$       | 5. $\text{S}^{2-}$ и $\text{Cl}$      |
| 3. $\text{Ca}^{2+}$ и $\text{Ti}^{4+}$ | 6. $\text{P}^{3+}$ и $\text{Mg}$      |

3. Согласно классификации оксиды можно разделить на три группы: кислотные, основные и амфотерные. Из приведенного списка выберите кислотные оксиды.

- |                         |                            |
|-------------------------|----------------------------|
| 1. $\text{F}_2\text{O}$ | 4. $\text{Mn}_2\text{O}_7$ |
| 2. $\text{SO}_2$        | 5. $\text{NO}$             |
| 3. $\text{CO}$          | 6. $\text{K}_2\text{O}$    |

4. Взаимодействие пентахлорида фосфора с водой сопровождается образованием:

- |                      |                  |
|----------------------|------------------|
| 1. Фосфина           | 3. Хлороводорода |
| 2. Фосфорной кислоты | 4. Хлора         |

5.1. При нагревании 10,00 г кристаллогидрата нитрата магния до  $110^\circ\text{C}$  масса образца уменьшается на 1,95 г. При дальнейшем нагревании до  $300^\circ\text{C}$  наблюдается дальнейшее уменьшение массы.

Сколько молекул воды содержится в кристаллогидрате. В ответе укажите число (например:8)

5.2. При нагревании 10,00 г кристаллогидрата нитрата магния до  $110^\circ\text{C}$  масса образца уменьшается на 1,95 г. При дальнейшем нагревании до  $300^\circ\text{C}$  наблюдается дальнейшее уменьшение массы.

Определите массу (г) твердого остатка после прокаливании при  $300^\circ\text{C}$ . Ответ округлите до десятых.

5.3. При нагревании 10,00 г кристаллогидрата нитрата магния до  $110^\circ\text{C}$  масса образца уменьшается на 1,95 г. При дальнейшем нагревании до  $300^\circ\text{C}$  наблюдается дальнейшее уменьшение массы.

Какую массу (г) воды можно получить, используя кислород, выделяющийся при прокаливании кристаллогидрата нитрата магния? Ответ округлите до десятых.

5.4. При нагревании 10,00 г кристаллогидрата нитрата магния до  $110^\circ\text{C}$  масса образца уменьшается на 1,95 г. При дальнейшем нагревании до  $300^\circ\text{C}$  наблюдается дальнейшее уменьшение массы.

Какой объем (мл) раствора соляной кислоты содержащего 2 моль в 1 литре потребуется для растворения полученного при  $300^\circ\text{C}$  осадка. Ответ округлите до целых.

6. Массовая доля кислорода минимальна в оксиде:

- |               |              |
|---------------|--------------|
| 1. Бария      | 3. Кальция   |
| 2. Азота (II) | 4. Меди (II) |

7. 4,00 г смеси безводных нитратов железа (III) и алюминия растворили в 36 мл воды. Раствор обработали избытком гидроксида калия. При этом образовалось 0,54 г осадка. Определите массовую долю нитрата железа в исходной смеси (ответ округлите до десятых, например:38,4).

8. Для доказательства наличия хлорид-ионов в минерале каинит ( $\text{KMg}(\text{SO}_4)\text{Cl}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) поступают следующим образом:

1. Действуют раствором  $\text{AgNO}_3$
2. Растворяют в разбавленной  $\text{HCl}$
3. Действуют раствором  $\text{BaCl}_2$

4. Растворяют в дистиллированной воде
5. Пропускают через раствор углекислый газ

Из приведенных вариантов выберите правильную последовательность действий и запишите в ответе (например: 341)

9. С помощью раствора нитрата серебра можно обнаружить наличие в растворе:

- |                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| 1. Соляной кислоты   | 4. Сероводорода     |
| 2. Гидроксида натрия | 5. Фторида калия    |
| 3. Иодида калия      | 6. Уксусной кислоты |

10.1. Были приготовлены два раствора: (1) растворением 6,83 г  $\text{MgSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  в 42 мл воды и (2) смешением 20,0 г 10,0% раствора хлорида кальция с 20 мл воды. Полученные растворы смешали, при этом образовался кристаллический осадок.

Определите массовую долю (%) сульфата магния в растворе (1). Ответ округлите до целых (например: 12)

10.2. Были приготовлены два раствора: (1) растворением 6,83 г  $\text{MgSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  в 42 мл воды и (2) смешением 20,0 г 10,0% раствора хлорида кальция с 20 мл воды. Полученные растворы смешали, при этом образовался кристаллический осадок.

Определите массовую долю (%) хлорида кальция в растворе (2). Ответ округлите до целых (например: 12)

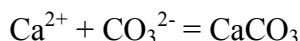
10.3. Были приготовлены два раствора: (1) растворением 6,83 г  $\text{MgSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  в 42 мл воды и (2) смешением 20,0 г 10,0% раствора хлорида кальция с 20 мл воды. Полученные растворы смешали, при этом образовался кристаллический осадок.

Определите массу (г) образовавшегося осадка, если известно, что осаждается кристаллогидрат, содержащий 26,5% воды. Растворимостью осадка пренебречь. Ответ округлите до целых (например: 12)

10.4. Были приготовлены два раствора: (1) растворением 6,83 г  $\text{MgSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  в 42 мл воды и (2) смешением 20,0 г 10,0% раствора хлорида кальция с 20 мл воды. Полученные растворы смешали, при этом образовался кристаллический осадок.

Какой объем (мл) карбоната натрия концентрацией 1,0 моль/л потребуется для осаждения оставшихся в растворе солей после их смешения? Растворимостью осадка при расчетах пренебречь. Ответ округлите до десятых (например: 12)

11. Краткое ионное уравнение



соответствует взаимодействию:

- |  |  |
|--|--|
| 1. $\text{Ca}(\text{OH})_2$ и $\text{NaHCO}_3$ | 3. $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ и водного раствора $\text{CO}_2$ |
| 2. $\text{CaCl}_2$ и $\text{K}_2\text{CO}_3$   | 4. $\text{CaO}$ и $\text{Na}_2\text{CO}_3$                     |

12. Действие на цинк разбавленной азотной кислоты при температуре 40°C сопровождается выделением газа, который применяется в медицине. Напишите уравнение реакции растворения цинка и в ответе укажите СУММУ КОЭФФИЦИЕНТОВ в уравнении реакции (например: 54)

13. Химические свойства простых веществ определяются их электронным строением. Какой из металлов наиболее активно взаимодействует с водой?

- |           |          |
|-----------|----------|
| 1. Литий  | 3. Калий |
| 2. Натрий | 4. Цезий |

**14.** Из перечисленных ниже пар веществ оба вещества могут проявлять основные свойства:

- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| 1. NaOH и $\text{Al}(\text{OH})_3$ | 3. $\text{Zn}(\text{OH})_2$ и $\text{SO}_3$ |
| 2. HCl и $\text{B}(\text{OH})_3$   | 4. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ и CuO           |

**15.1.** 5,00 г смеси кремния и серы обработали концентрированной серной кислотой, при этом выделилось 18,00 г газа, занимающего объем 6,30 л (при н.у.). Другую порцию смеси, массой 2,00 г обработали избытком концентрированного раствора щелочи, при этом масса смеси уменьшилась на 0,80 г.

Вычислите массовую долю серы в смеси (в процентах). В ответе укажите число, округлив его до целого (например: 75)

**15.2.** 5,00 г смеси кремния и серы обработали концентрированной серной кислотой, при этом выделилось 18,00 г газа, занимающего объем 6,30 л (при н.у.). Другую порцию смеси, массой 2,00 г обработали избытком концентрированного раствора щелочи, при этом масса смеси уменьшилась на 0,80 г.

Определите выделяющийся газ. В ответе укажите его формулу (например:  $\text{CO}_2$ )

**15.3.** 5,00 г смеси кремния и серы обработали концентрированной серной кислотой, при этом выделилось 18,00 г газа, занимающего объем 6,30 л (при н.у.). Другую порцию смеси, массой 2,00 г обработали избытком концентрированного раствора щелочи, при этом масса смеси уменьшилась на 0,80 г.

Напишите уравнение реакции растворения смеси в концентрированной серной кислоте. В ответе укажите сумму коэффициентов (например: 12)

**15.4.** 5,00 г смеси кремния и серы обработали концентрированной серной кислотой, при этом выделилось 18,00 г газа, занимающего объем 6,30 л (при н.у.). Другую порцию смеси, массой 2,00 г обработали избытком концентрированного раствора щелочи, при этом масса смеси уменьшилась на 0,80 г.

Какой газ выделяется в результате растворения смеси в концентрированном растворе щелочи? В ответе укажите его формулу (например:  $\text{CO}_2$ ).

**16.** Пропускание через склянку с концентрированной серной кислотой позволяет разделить смесь:

- |                               |                                     |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Водяного пара и аммиака    | 3. Углекислого газа и хлороводорода |
| 2. Аммиака и оксида серы (IV) | 4. Хлороводорода и водяного пара    |

**17.** Для разделения смеси оксидов фосфора и цинка можно использовать:

- |                                     |                                    |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Раствор KOH                      | 3. Воду                            |
| 2. Концентрированную $\text{HNO}_3$ | 4. Раствор $\text{H}_2\text{SO}_4$ |

**18.** Какие из приведенных ниже солей в водном растворе окрашивают лакмусовую бумажку в красный цвет:

- |                             |                             |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. $\text{KHSO}_4$          | 4. $\text{Na}_2\text{SO}_3$ |
| 2. $\text{Na}_2\text{CO}_3$ | 5. $\text{ZnHSO}_4$         |
| 3. $\text{FeCl}_2$          | 6. NaCl                     |

**19.** Газообразное вещество, имеющее специфический запах, образующееся при гниении белков, обладает слабыми кислотными свойствами. При сгорании образует газ, используемый для дезинфекции. В ответе укажите название газообразного вещества (например: нитрат меди).



**20.1.** Для получения соединения А сульфит бария обрабатывают концентрированной серной кислотой. Выделяющийся при этом газ (Б) пропускают через раствор перманганата калия с добавлением КОН. Образующийся бурый осадок (В) отфильтровывают и получают раствор соединения А.

Укажите в ответе формулу соединения А (например  $\text{kmno}_4$ )

**20.2.** Для получения соединения А сульфит бария обрабатывают концентрированной серной кислотой. Выделяющийся при этом газ (Б) пропускают через раствор перманганата калия с добавлением КОН. Образующийся бурый осадок (В) отфильтровывают и получают раствор соединения А.

Укажите в ответе степень окисления металла в соединении В (например 6)

**20.3.** Для получения соединения А сульфит бария обрабатывают концентрированной серной кислотой. Выделяющийся при этом газ (Б) пропускают через раствор перманганата калия с добавлением КОН. Образующийся бурый осадок (В) отфильтровывают и получают раствор соединения А.

Какое максимальное количество соединения А можно получить из 72,3 г сульфита бария? В ответе укажите массу продукта в граммах, округленную до десятых (например: 41).

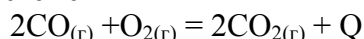
**20.4.** Для получения соединения А сульфит бария обрабатывают концентрированной серной кислотой. Выделяющийся при этом газ (Б) пропускают через раствор перманганата калия с добавлением КОН. Образующийся бурый осадок (В) отфильтровывают и получают раствор соединения А.

В ответе укажите сумму коэффициентов в уравнении взаимодействия Б и перманганата калия (например: 21)

**21.** Выберите вещества, молекулы которых содержат кратные (двойные, тройные) связи:

- |                         |                 |
|-------------------------|-----------------|
| 1. $\text{H}_2\text{S}$ | 4. $\text{H}_2$ |
| 2. $\text{NO}_2$        | 5. $\text{N}_2$ |
| 3. $\text{CH}_4$        | 6. $\text{CO}$  |

**22.** Химическое равновесие в системе



сместится в сторону образования углекислого газа при:

- |                                      |                                     |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Увеличении температуры            | 4. Уменьшении температуры           |
| 2. Уменьшении давления               | 5. Увеличении давления              |
| 3. Откачки из реактора $\text{CO}_2$ | 6. Введении в систему $\text{CO}_2$ |

**23.** Магний вступает в реакцию со следующими веществами:

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| 1. Раствором $\text{HNO}_3$           | 5. Раствором $\text{NaOH}$             |
| 2. Раствором $\text{CuSO}_4$          | 6. Концентрированным раствором аммиака |
| 3. Раствором $\text{Na}_2\text{SO}_4$ |  |
| 4. Концентрированной $\text{HCl}$     |  |

**24.** Кислород можно получить при разложении:

- |                   |                       |
|-------------------|-----------------------|
| 1. хлората калия  | 3. перманганата калия |
| 2. сульфата бария | 4. нитрата никеля     |

### 4.5.2 Задания 10 класса

1. При нагревании стиральной соды образуется:

- |                      |                          |
|----------------------|--------------------------|
| 1. Питьевая сода     | 3. Кальцинированная сода |
| 2. Каустическая сода | 4. Двууглекислая сода    |

2.1. При нагревании 10,00 г кристаллогидрата нитрата магния до 110°C масса образца уменьшается на 1,95 г. При дальнейшем нагревании до 300 °C наблюдается дальнейшее уменьшение массы.

Сколько молекул воды содержится в кристаллогидрате. В ответе укажите число (например:8)

2.2. При нагревании 10,00 г кристаллогидрата нитрата магния до 110°C масса образца уменьшается на 1,95 г. При дальнейшем нагревании до 300 °C наблюдается дальнейшее уменьшение массы.

Определите массу (г) твердого остатка после прокаливании при 300 °C. Ответ округлите до десятых.

2.3. При нагревании 10,00 г кристаллогидрата нитрата магния до 110°C масса образца уменьшается на 1,95 г. При дальнейшем нагревании до 300 °C наблюдается дальнейшее уменьшение массы.

Какую массу (г) воды можно получить, используя кислород, выделяющийся при прокаливании кристаллогидрата нитрата магния? Ответ округлите до десятых.

2.4. При нагревании 10,00 г кристаллогидрата нитрата магния до 110°C масса образца уменьшается на 1,95 г. При дальнейшем нагревании до 300 °C наблюдается дальнейшее уменьшение массы.

Какой объем (мл) раствора соляной кислоты содержащего 2 моль в 1 литре потребуется для растворения полученного при 300 °C осадка. Ответ округлите до целых.

3. Для доказательства наличия хлорид-ионов в минерале каинит ( $\text{KMg}(\text{SO}_4)\text{Cl}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) поступают следующим образом:

1. Действуют раствором  $\text{AgNO}_3$
2. Растворяют в разбавленной  $\text{HCl}$
3. Действуют раствором  $\text{BaCl}_2$
4. Растворяют в дистиллированной воде
5. Пропускают через раствор углекислый газ

Из приведенных вариантов выберите правильную последовательность действий и запишите в ответе (например:341)

4.1. Были приготовлены два раствора: (1) растворением 6,83 г  $\text{MgSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$  в 42 мл воды и (2) смешением 20,0 г 10,0% раствора хлорида кальция с 20 мл воды. Полученные растворы смешали, при этом образовался кристаллический осадок.

Определите массовую долю (%) сульфата магния в растворе (1). Ответ округлите до целых (например: 12)

4.2. Были приготовлены два раствора: (1) растворением 6,83 г  $\text{MgSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$  в 42 мл воды и (2) смешением 20,0 г 10,0% раствора хлорида кальция с 20 мл воды. Полученные растворы смешали, при этом образовался кристаллический осадок.

Определите массовую долю (%) хлорида кальция в растворе (2). Ответ округлите до целых (например: 12)

**4.3.** Были приготовлены два раствора: (1) растворением 6,83 г  $\text{MgSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  в 42 мл воды и (2) смешением 20,0 г 10,0% раствора хлорида кальция с 20 мл воды. Полученные растворы смешали, при этом образовался кристаллический осадок.

Определите массу (г) образовавшегося осадка, если известно, что осаждается кристаллогидрат, содержащий 26,5% воды. Растворимостью осадка пренебечь. Ответ округлите до целых (например: 12)

**4.4.** Были приготовлены два раствора: (1) растворением 6,83 г  $\text{MgSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  в 42 мл воды и (2) смешением 20,0 г 10,0% раствора хлорида кальция с 20 мл воды. Полученные растворы смешали, при этом образовался кристаллический осадок.

Какой объем (мл) карбоната натрия концентрацией 1,0 моль/л потребуется для осаждения оставшихся в растворе солей после их смешения? Растворимостью осадка при расчетах пренебечь. Ответ округлите до десятых (например: 12)

**5.1.** 5,00 г смеси кремния и серы обработали концентрированной серной кислотой, при этом выделилось 18,00 г газа, занимающего объем 6,30 л (при н.у.). Другую порцию смеси, массой 2,00 г обработали избытком концентрированного раствора щелочи, при этом масса смеси уменьшилась на 0,80 г.

Вычислите массовую долю серы в смеси (в процентах). В ответе укажите число, округлив его до целого (например: 75)

**5.2.** 5,00 г смеси кремния и серы обработали концентрированной серной кислотой, при этом выделилось 18,00 г газа, занимающего объем 6,30 л (при н.у.). Другую порцию смеси, массой 2,00 г обработали избытком концентрированного раствора щелочи, при этом масса смеси уменьшилась на 0,80 г.

Определите выделяющийся газ. В ответе укажите его формулу (например:  $\text{CO}_2$ )

**5.3.** 5,00 г смеси кремния и серы обработали концентрированной серной кислотой, при этом выделилось 18,00 г газа, занимающего объем 6,30 л (при н.у.). Другую порцию смеси, массой 2,00 г обработали избытком концентрированного раствора щелочи, при этом масса смеси уменьшилась на 0,80 г.

Напишите уравнение реакции растворения смеси в концентрированной серной кислоте. В ответе укажите сумму коэффициентов (например: 12)

**5.4.** 5,00 г смеси кремния и серы обработали концентрированной серной кислотой, при этом выделилось 18,00 г газа, занимающего объем 6,30 л (при н.у.). Другую порцию смеси, массой 2,00 г обработали избытком концентрированного раствора щелочи, при этом масса смеси уменьшилась на 0,80 г.

Какой газ выделяется в результате растворения смеси в концентрированном растворе щелочи? В ответе укажите его формулу (например:  $\text{CO}_2$ ).

**6.1.** Для получения соединения А сульфит бария обрабатывают концентрированной серной кислотой. Выделяющийся при этом газ (Б) пропускают через раствор перманганата калия с добавлением КОН. Образующийся бурый осадок (В) отфильтровывают и получают раствор соединения А.

Укажите в ответе формулу соединения А (например  $\text{KMnO}_4$ )

**6.2.** Для получения соединения А сульфит бария обрабатывают концентрированной серной кислотой. Выделяющийся при этом газ (Б) пропускают через раствор перманганата калия с добавлением КОН. Образующийся бурый осадок (В) отфильтровывают и получают раствор соединения А.

Укажите в ответе степень окисления металла в соединении В (например 6)

**6.3.** Для получения соединения А сульфит бария обрабатывают концентрированной серной кислотой. Выделяющийся при этом газ (Б) пропускают через раствор перманганата калия с добавлением КОН. Образующийся бурый осадок (В) отфильтровывают и получают раствор соединения А.

Какое максимальное количество соединения А можно получить из 72,3 г сульфита бария? В ответе укажите массу продукта в граммах, округленную до десятых (например: 41).

**6.4.** Для получения соединения А сульфит бария обрабатывают концентрированной серной кислотой. Выделяющийся при этом газ (Б) пропускают через раствор перманганата калия с добавлением КОН. Образующийся бурый осадок (В) отфильтровывают и получают раствор соединения А.

В ответе укажите сумму коэффициентов в уравнении взаимодействия Б и перманганата калия (например:21)

**7.** Какие из указанных частиц содержат одинаковое количество электронов на внешнем энергетическом уровне?

- |  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| 1. $\text{Br}^-$ и $\text{Kr}$         | 4. $\text{B}^{3+}$ и $\text{Al}^{3+}$ |
| 2. $\text{Ne}$ и $\text{C}^{4+}$       | 5. $\text{S}^{2-}$ и $\text{Cl}$      |
| 3. $\text{Ca}^{2+}$ и $\text{Ti}^{4+}$ | 6. $\text{P}^{3+}$ и $\text{Mg}$      |

**8.** Согласно классификации оксиды можно разделить на две группы – солеобразующие и несолеобразующие. Из приведенного списка выберите несолеобразующие оксиды.

- |                         |                           |
|-------------------------|---------------------------|
| 1. $\text{F}_2\text{O}$ | 4. $\text{MnO}_3$         |
| 2. $\text{SO}_2$        | 5. $\text{NO}$            |
| 3. $\text{CO}$          | 6. $\text{P}_2\text{O}_5$ |

**9.** При смешении растворов хлорида цинка и сульфида натрия образуется:

- |                 |                        |
|-----------------|------------------------|
| 1. Сероводород  | 3. Сульфид цинка       |
| 2. Хлороводород | 4. Гидросульфид натрия |

**10.** Массовая доля кальция максимальна в его:

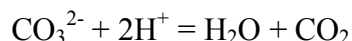
- |             |            |
|-------------|------------|
| 1. Сульфиде | 3. Хлориде |
| 2. Оксиде   | 4. Нитрате |

**11.** 4,00 г смеси безводных нитратов железа (III) и алюминия растворили в 36 мл воды. Раствор обработали избытком гидроксида калия. При этом образовалось 0,54 г осадка. Определите массовую долю нитрата алюминия в исходной смеси (ответ округлите до десятых, например:38,4).

**12.** С помощью раствора нитрата магния можно обнаружить наличие в растворе:

- |                      |                     |
|----------------------|---------------------|
| 1. Соляной кислоты   | 4. Карбоната натрия |
| 2. Гидроксида натрия | 5. Фторида калия    |
| 3. Иодида калия      | 6. Уксусной кислоты |

**13.** Краткое ионное уравнение



соответствует взаимодействию:

- |  |   |
|--|---|
| 1. $\text{Na}_2\text{CO}_3$ и $\text{HCl}$ | 3. $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ при нагревании              |
| 2. $\text{CaCO}_3$ и $\text{HNO}_3$        | 4. $\text{K}_2\text{CO}_3$ и водного раствора $\text{CO}_2$ |

**14.** Действие раствора азотной кислоты на цинк при температуре 80°C сопровождается выделением газа, составляющего основу земной атмосферы. Напишите уравнение реакции

растворения цинка и укажите в ответе СУММУ КОЭФФИЦИЕНТОВ в уравнении реакции (например: 54)

**15.** Химические свойства сложных веществ определяются электронным строением образующих их элементов. Из перечисленных ниже кислот выберите самую сильную кислоту в водном растворе.

- |                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| 1. Иодоводородная  | 3. Хлороводородная |
| 2. Бромоводородная | 4. Фтороводородная |

**16.** Из перечисленных ниже пар веществ гомологами являются:

- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| 1. Гексан и пентан                 | 4. Масляная и 2-метилпропановая кислота |
| 2. Изопропанол и 2-пропанол        | 5. Уксусная и пропионовая кислота       |
| 3. Изобутанол и 2-метилпропан-2-ол | 6. Гексан и метилциклопентан            |

**17.** Пропускание через склянку с концентрированной серной кислотой позволяет разделить смесь:

- |                               |                                     |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Водяного пара и аммиака    | 3. Углекислого газа и хлороводорода |
| 2. Аммиака и оксида серы (IV) | 4. Хлороводорода и водяного пара    |

**18.** Для разделения смеси железа и меди можно использовать:

- |  |                                |
|--|--------------------------------|
| 1. Концентрированную $\text{HNO}_3$    | 3. 10% раствор нитрата серебра |
| 2. 20% раствор $\text{H}_2\text{SO}_4$ | 4. 10% раствор $\text{HCl}$    |

**19.** Какие из приведенных ниже солей в водном растворе окрашивают лакмусовую бумажку в синий цвет:

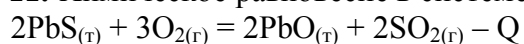
- |                             |                                 |
|-----------------------------|---------------------------------|
| 1. $\text{K}_2\text{SO}_4$  | 4. $\text{Na}_2\text{SO}_3$     |
| 2. $\text{Na}_2\text{CO}_3$ | 5. $\text{ZnHSO}_4$             |
| 3. $\text{NiCl}_2$          | 6. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ |

**20.** Углеводород, плотность которого по воздуху равна 1,865, способен присоединить 2 моль водорода и вступает в реакцию серебряного зеркала – это.... В ответе укажите название в соответствии с правилами ИЮПАК (например: 2-метилпентен-1)

**21.** Из приведенного списка выберите пары веществ, в которых количество двойных связей одинаково:

- |   |  |
|---|--|
| 1. $\text{C}_2\text{H}_2$ и $\text{SO}_3$ | 4. $\text{HCOOH}$ и $\text{HCN}$                 |
| 2. $\text{C}_2\text{H}_4$ и $\text{CO}_2$ | 5. $\text{H}_2\text{O}$ и $\text{N}_2\text{O}_5$ |
| 3. $\text{HCN}$ и $\text{HCN}$            | 6. $\text{H}_2\text{SO}_4$ и $(\text{COOH})_2$   |

**22.** Химическое равновесие в системе



сместится в сторону образования оксида серы при:

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| 1. Увеличении температуры               | 4. Уменьшении температуры           |
| 2. Уменьшении давления                  | 5. Увеличении давления              |
| 3. Увеличении концентрации $\text{O}_2$ | 6. Введении в систему $\text{SO}_2$ |

**23.** Уксусная кислота способна вступать в реакцию со следующими веществами:

- |                     |                         |
|---------------------|-------------------------|
| 1. Хлороводород     | 4. Метиловый спирт      |
| 2. Гидроксид натрия | 5. Гидроксид меди       |
| 3. Ацетальдегид     | 6. Металлический натрий |

24. Ацетилен в одну стадию можно получить из:

- |           |              |
|-----------|--------------|
| 1. этана  | 3. этилена   |
| 2. метана | 4. хлорэтана |

### 4.5.3 Задания 11 класса

1. Для доказательства наличия хлорид-ионов в минерале каинит ( $\text{KMg}(\text{SO}_4)\text{Cl}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ) поступают следующим образом:

1. Действуют раствором  $\text{AgNO}_3$
2. Растворяют в разбавленной  $\text{HCl}$
3. Действуют раствором  $\text{BaCl}_2$
4. Растворяют в дистиллированной воде
5. Пропускают через раствор углекислый газ

Из приведенных вариантов выберите правильную последовательность действий и запишите в ответе (например: 341)

2.1. Были приготовлены два раствора: (1) растворением 6,83 г  $\text{MgSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$  в 42 мл воды и (2) смешением 20,0 г 10,0% раствора хлорида кальция с 20 мл воды. Полученные растворы смешали, при этом образовался кристаллический осадок.

Определите массовую долю (%) сульфата магния в растворе (1). Ответ округлите до целых (например: 12)

2.2. Были приготовлены два раствора: (1) растворением 6,83 г  $\text{MgSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$  в 42 мл воды и (2) смешением 20,0 г 10,0% раствора хлорида кальция с 20 мл воды. Полученные растворы смешали, при этом образовался кристаллический осадок.

Определите массовую долю (%) хлорида кальция в растворе (2). Ответ округлите до целых (например: 12)

2.3. Были приготовлены два раствора: (1) растворением 6,83 г  $\text{MgSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$  в 42 мл воды и (2) смешением 20,0 г 10,0% раствора хлорида кальция с 20 мл воды. Полученные растворы смешали, при этом образовался кристаллический осадок.

Определите массу (г) образовавшегося осадка, если известно, что осаждается кристаллогидрат, содержащий 26,5% воды. Растворимость осадка пренебречь. Ответ округлите до целых (например: 12)

2.4. Были приготовлены два раствора: (1) растворением 6,83 г  $\text{MgSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$  в 42 мл воды и (2) смешением 20,0 г 10,0% раствора хлорида кальция с 20 мл воды. Полученные растворы смешали, при этом образовался кристаллический осадок.

Какой объем (мл) карбоната натрия концентрацией 1,0 моль/л потребуется для осаждения оставшихся в растворе солей после их смешения? Растворимость осадка при расчетах пренебречь. Ответ округлите до десятых (например: 12)

3.1. 5,00 г смеси кремния и серы обработали концентрированной серной кислотой, при этом выделилось 18,00 г газа, занимающего объем 6,30 л (при н.у.). Другую порцию смеси, массой 2,00 г обработали избытком концентрированного раствора щелочи, при этом масса смеси уменьшилась на 0,80 г.

Вычислите массовую долю серы в смеси (в процентах). В ответе укажите число, округлив его до целого (например: 75).

3.2. 5,00 г смеси кремния и серы обработали концентрированной серной кислотой, при этом выделилось 18,00 г газа, занимающего объем 6,30 л (при н.у.). Другую порцию смеси, массой

2,00 г обработали избытком концентрированного раствора щелочи, при этом масса смеси уменьшилась на 0,80 г.

Определите выделяющийся газ. В ответе укажите его формулу (например:  $\text{CO}_2$ )

**3.3.** 5,00 г смеси кремния и серы обработали концентрированной серной кислотой, при этом выделилось 18,00 г газа, занимающего объем 6,30 л (при н.у.). Другую порцию смеси, массой 2,00 г обработали избытком концентрированного раствора щелочи, при этом масса смеси уменьшилась на 0,80 г.

Напишите уравнение реакции растворения смеси в концентрированной серной кислоте. В ответе укажите сумму коэффициентов (например: 12)

**3.4.** 5,00 г смеси кремния и серы обработали концентрированной серной кислотой, при этом выделилось 18,00 г газа, занимающего объем 6,30 л (при н.у.). Другую порцию смеси, массой 2,00 г обработали избытком концентрированного раствора щелочи, при этом масса смеси уменьшилась на 0,80 г.

Какой газ выделяется в результате растворения смеси в концентрированном растворе щелочи? В ответе укажите его формулу (например:  $\text{CO}_2$ ).

**4.** Из перечисленных ниже пар веществ гомологами являются:

- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| 1. Гексан и пентан                 | 4. Масляная и 2-метилпропановая кислота |
| 2. Изопропанол и 2-пропанол        | 5. Уксусная и пропионовая кислота       |
| 3. Изобутанол и 2-метилпропан-2-ол | 6. Гексан и метилциклопентан            |

**5.** Для разделения смеси железа и меди можно использовать:

- |  |                                |
|--|--------------------------------|
| 1. Концентрированную $\text{HNO}_3$    | 3. 10% раствор нитрата серебра |
| 2. 20% раствор $\text{H}_2\text{SO}_4$ | 4. 10% раствор $\text{HCl}$    |

**6.** Из приведенного списка выберите пары веществ, в которых количество двойных связей одинаково:

- |   |  |
|---|--|
| 1. $\text{C}_2\text{H}_2$ и $\text{SO}_3$ | 4. $\text{HCOOH}$ и $\text{HCN}$                 |
| 2. $\text{C}_2\text{H}_4$ и $\text{CO}_2$ | 5. $\text{H}_2\text{O}$ и $\text{N}_2\text{O}_5$ |
| 3. $\text{HCN}$ и $\text{HCN}$            | 6. $\text{H}_2\text{SO}_4$ и $(\text{COOH})_2$   |

**7.** Уксусная кислота способна вступать в реакцию со следующими веществами:

- |                     |                         |
|---------------------|-------------------------|
| 1. Хлороводород     | 4. Метиловый спирт      |
| 2. Гидроксид натрия | 5. Гидроксид меди       |
| 3. Ацетальдегид     | 6. Металлический натрий |

**8.** Ацетилен в одну стадию можно получить из:

- |           |              |
|-----------|--------------|
| 1. Этана  | 3. Этилена   |
| 2. Метана | 4. Хлорэтана |

**9.** Это вещество находит широкое применение при производстве различных полимеров

- |           |                |
|-----------|----------------|
| 1. Кумол  | 3. Мезитилен   |
| 2. Стирол | 4. Винилбензол |

**10.** Какие из указанных частиц содержат одинаковое количество электронов?

- |  |                                       |
|--|---------------------------------------|
| 1. $\text{Cl}^-$ и $\text{Kr}$         | 4. $\text{B}^{3+}$ и $\text{Al}^{3+}$ |
| 2. $\text{Ne}$ и $\text{C}^{4+}$       | 5. $\text{S}^{2-}$ и $\text{Cl}$      |
| 3. $\text{Ca}^{2+}$ и $\text{Ti}^{4+}$ | 6. $\text{P}^{3+}$ и $\text{Mg}$      |

**11.** Согласно классификации оксиды можно разделить на три группы: кислотные, основные и амфотерные. Из приведенного списка выберите кислотные оксиды.

- |           |             |
|-----------|-------------|
| 1. $F_2O$ | 4. $MnO_3$  |
| 2. $SO_2$ | 5. $NO$     |
| 3. $CO$   | 6. $P_2O_5$ |

**12.** При пропускании сероводорода через концентрированный раствор гидроксида калия может образоваться:

5. Сульфид калия
6. Вода
7. Гидросульфит калия
8. Сульфит калия

**13.1.** В стакан с 50 г 10% раствора  $KCl$  поместили два платиновых электрода и пустили электрический ток. Через 30 минут электроды вынули, при этом на катоде выделилось 250 мл газа (при  $0^\circ C$  и нормальном атмосферном давлении).

В ответе укажите название газа, выделившегося на катоде

**13.2.** В стакан с 50 г 10% раствора  $KCl$  поместили два платиновых электрода и пустили электрический ток. Через 30 минут электроды вынули, при этом на катоде выделилось 250 мл газа (при  $0^\circ C$  и нормальном атмосферном давлении).

В ответе укажите название анодного продукта электролиза.

**13.3.** В стакан с 50 г 10% раствора  $KCl$  поместили два платиновых электрода и пустили электрический ток. Через 30 минут электроды вынули, при этом на катоде выделилось 250 мл газа (при  $0^\circ C$  и нормальном атмосферном давлении).

Какой объем (мл) газа (при  $0^\circ C$  и нормальном атмосферном давлении) выделился на аноде, если растворимость анодного продукта в полученном растворе 1,8 мл/100 г раствора. Ответ округлите до целого числа.

**13.4.** В стакан с 50 г 10% раствора  $KCl$  поместили два платиновых электрода и пустили электрический ток. Через 30 минут электроды вынули, при этом на катоде выделилось 250 мл газа (при  $0^\circ C$  и нормальном атмосферном давлении).

Какой объем (мл) соляной кислоты (0,1 моль/л) потребуется для нейтрализации полученного в результате электролиза раствора. Ответ округлите до целого числа.

**14.** Массовая доля кислорода максимальна в оксиде:

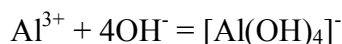
- |              |             |
|--------------|-------------|
| 1. Натрия    | 3. Серебра  |
| 2. Азота (I) | 4. Меди (I) |

**15.** К 20 г раствора фенола в бензоле добавили избыток бромной воды. При этом выделилось 17,7 г белого осадка. Определите массовую долю бензола в растворе (ответ округлите до целых, например: 38).

**16.** С помощью свежееосажденного гидроксида меди можно обнаружить наличие в растворе:

- |              |                     |
|--------------|---------------------|
| 1. Глицерина | 4. Аммиака          |
| 2. Белка     | 5. Уксусной кислоты |
| 3. Ацетона   | 6. Этилового спирта |

**17.** Краткое ионное уравнение



соответствует взаимодействию:



1.  $\text{AlCl}_3$  и избытка  $\text{NaOH}$
2.  $\text{Al}$  и избытка  $\text{NaOH}$

3.  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  и избытка  $\text{NH}_4\text{OH}$
4.  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  и избытка  $\text{Ca}(\text{OH})_2$

**18.** Действие раствора азотной кислоты на цинк при комнатной температуре сопровождается выделением неустойчивого газа, который почти моментально окисляется, образуя газ красно-бурого цвета. Напишите уравнение реакции растворения цинка и укажите в ответе СУММУ КОЭФФИЦИЕНТОВ в уравнении реакции (например: 54)

**19.** Свойства сложных веществ определяются электронным строением образующих их элементов. Из перечисленных ниже соединений выберите наиболее устойчивое при нагревании.

- |                    |                    |
|--------------------|--------------------|
| 1. Иодоводородная  | 3. Хлороводородная |
| 2. Бромоводородная | 4. Фтороводородная |

**20.** Пропускание последовательно через склянки с концентрированной серной кислотой и гранулами гидроксида натрия позволяет получить чистый газ из смеси:

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| 1. Водяного пара и аммиака                | 3. Углекислого газа и хлороводорода |
| 2. Оксида углерода(II) и оксида серы (IV) | 4. Хлороводорода и ацетилен         |

**21.** Какие из приведенных ниже солей в водном растворе окрашивают лакмусовую бумажку в красный цвет:

- |                             |                             |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1. $\text{KHSO}_4$          | 4. $\text{Na}_2\text{SO}_3$ |
| 2. $\text{Na}_2\text{CO}_3$ | 5. $\text{ZnHSO}_4$         |
| 3. $\text{FeCl}_2$          | 6. $\text{NaCl}$            |

**22.** Газообразное вещество, имеющее специфический запах, образующееся при гниении белков, обладает кислотными свойствами. При неполном сгорании (например, при внесении в пламя холодного шпателя) образует налет желтого цвета. В ответе укажите название вещества (например: нитрат меди).

**23.1.** При взаимодействии 1,6-дибромгексана с металлическим цинком образуется соединение А, которое при нагревании до  $300^\circ\text{C}$  в присутствии платины выделяет газ (Б) и образует соединение В.

В ответе укажите название газа Б.

**23.2.** При взаимодействии 1,6-дибромгексана с металлическим цинком образуется соединение А, которое при нагревании до  $300^\circ\text{C}$  в присутствии платины выделяет газ (Б) и образует соединение В.

В ответе укажите название соединения В

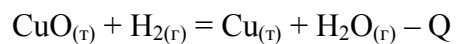
**23.3.** При взаимодействии 1,6-дибромгексана с металлическим цинком образуется соединение А, которое при нагревании до  $300^\circ\text{C}$  в присутствии платины выделяет газ (Б) и образует соединение В.

В ответе укажите сумму коэффициентов в уравнении реакции сгорания соединения А (например:14).

**23.4.** При взаимодействии 1,6-дибромгексана с металлическим цинком образуется соединение А, которое при нагревании до  $300^\circ\text{C}$  в присутствии платины выделяет газ (Б) и образует соединение В.

Какой максимальный объем газа Б (в литрах при нормальных условиях) можно получить из 11,0 г 1,6-дибромгексана (ответ округлите до целых)

## 24. Химическое равновесие в системе



сместится в сторону образования воды при:

1. Увеличении температуры
2. Уменьшении давления
3. Увеличении концентрации  $H_2$
4. Уменьшении температуры
5. Увеличении давления
6. Откачки из системы водяного пара

#### 4.6 Критерии оценки заданий зачетного тура (вторая волна)

### 4.6.1 Задания 9 класса

[illegible]



## 4.6.3 Задания 11 класса

№	1	2	3	4	5	6	балл
1	431						4
2	8	5	3	32,5	-	-	4
3	60	SO <sub>2</sub>	8	H <sub>2</sub>	-	-	4
4	X				X		4
5		X		X			6
6				X		X	4
7		X		X	X	X	4
8		X	X				4
9		X		X			4
10			X	X		X	4
11		X		X		X	4
12	X	X	X				6
13	водород	хлор	249	220	-	-	4
14		X					4
15	75						4
16	X	X		X	X		6
17	X						6
18	20						4
19				X			6
20							4
21			X		X		4
22	Сероводород						4
23	водород	бензол	22	3	-	-	4
24	X		X			X	4
ИТОГО							160

Ректор федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Пермский государственный национальный исследовательский университет» председатель оргкомитета Многопредметной олимпиады «Юные таланты»,  
д.физ.-мат.н.



Игорь Юрьевич Макарихин