



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

Департамент довузовского образования



«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор ГАУ ЦК ИРО по развитию
системы работы С одаренными детьми

Н.В. Ланская

«11» 01 2023 г.



«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель проректора – директор
департамента довузовского
образования

В.В. Доровская

«11» 01 2023 г.

Дополнительна общеобразовательная программа

«Зимняя Тихоокеанская школа по химии»

Владивосток, 2023

**Дополнительная общеобразовательная программа
«Тихоокеанской химической школы»
для школьников**

**«Подготовка школьников в региональном этапе Всероссийской олимпиады
школьников по химии»**

Кол-во часов: 21 академический час

Срок реализации программы/Срок обучения: 3 календарных дня,
23 января-25 января 2023 года

Возраст обучающихся/Категория слушателей: 14-18 лет

Состав групп: разновозрастной

Форма реализации: очная, интенсивная

Формы организации деятельности обучающихся: индивидуальная, групповая, фронтальная. Лекционные и практические занятия проводятся отдельно для всех групп (8-9 класс, 10 класс, 11 класс), для лабораторных занятий обучающиеся каждой группы делятся на 2 подгруппы по 8-10 человек.

Типы занятий: комбинированные, теоретические, практические, контрольные, лабораторные

Виды контроля: входной, итоговый

Формы подведения итогов реализации программы: по окончании обучения проводится региональный этап Всероссийской олимпиады школьников по химии

Цель:

Познакомить обучающихся с такими разделами химии как общая, неорганическая, органическая, физическая, коллоидная, аналитическая химия. В каждом разделе познакомить с ключевыми темами.

Конкретизация учебного материала:

1. Избранные главы химии для учащихся 9 класса

Образовательные результаты:

Обучающиеся познакомятся:

- с некоторыми вопросами общей и физической химии
- с основными операциями лабораторного практикума.

Обучающиеся научатся:

- писать различные реакции;
- решать задачи, используя понятие массовая доля элемента, массовая доля вещества в растворе, растворимость; определять свойства неорганических соединений
- рассчитывать тепловой эффект реакции
- определять окислитель и восстановитель, уравнивать окислительно-восстановительные реакции

Примеры заданий:

Задача 9-1

«Когда в густой крепкой купоросной водке, с которой четыре доли воды смешано, влитую в узкогорлую стеклянку, положены будут железные опилки, тогда выходящий пар от свечного пламени загорается... Иногда случается, что загоревшийся пар стеклянку с великим треском разрывает» (М. В. Ломоносов, Полное собрание сочинений, – М.: 1953, т. 1, стр. 474).

Вопросы:

1. Определите массовую долю (%) растворённого вещества в разбавленной «купоросной водке», если исходная массовая доля в «крепкой купоросной водке» составляла 98 %, а доли воды при разбавлении были взяты по массе.
2. Напишите уравнения реакций железа с раствором «купоросной водки» и горения «выходящего пара».
3. Напишите 3 уравнения реакций, которые могут протекать при взаимодействии железных опилок с раствором «купоросной водки» в зависимости от ее концентрации.
4. Определите соотношение объёмов разбавленного раствора «купоросной водки» (плотность $1,2 \text{ г/см}^3$) и «выходящего пара» при нормальных условиях, если принять протекание химических процессов количественными.

Навеску бинарного кислородного соединения металла А массой 55 г обработали 1 л воды. Полученный раствор прокипятили с обратным холодильником и получили 998 мл раствора с плотностью 1,049 г/мл.

Вопросы:

1. Перечислите все классы бинарных соединений металлов с кислородом.
2. Определите возможные формулы соединения А и назовите их.
3. Напишите все необходимые для решения задачи уравнения химических реакций.

№3

Для проведения опыта юный химик приготовил бесцветные растворы двух веществ. К 100 мл 8.40 %-ного раствора вещества 1 плотностью 1.026 г/мл он прилил 100 мл 6.31 %-ного раствора вещества 2 с плотностью 1.06 г/мл. При нагревании из полученного раствора выделился газ объемом 3,057 л (25 °С, давление 1 атм), не поддерживающий горения и не изменяющий окраски растворов индикаторов. При выпаривании полученного раствора из него выделились кубические бесцветные кристаллы соли массой 7.31 г.

Определите неизвестные вещества, запишите уравнение реакции (1). Определите массовую долю соли в растворе после окончания выделения газа (реакция 2).

Предложите другой метод получения выделившегося газа.

Учебно-тематический план:

№	Наименование тем	Всего ак. час	в том числе:		
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы
2	Реакции в растворах электролитов. Концентрации.	3	1	2	
3	Химия элементов	3	1	2	
4	Качественные реакции	2	1	1	5
5	Термодинамика	3	1	2	
6	Кристаллохимия	3	1	2	
7	Методы решения расчетных задач	2	1	1	
Итого:		21	6	10	5

Лекции:

1. Реакции в растворах электролитов. Концентрации.
2. Химия элементов
3. Качественные реакции
4. Термодинамика
5. Кристаллохимия

6. Методы решения расчетных задач

Практические занятия:

1. Реакции в растворах электролитов. Концентрации.
2. Химия элементов
3. Качественные реакции
4. Термодинамика
5. Кристаллохимия
6. Методы решения расчетных задач

Лабораторные работы:

1. Качественные реакции
2. Избранные главы химии для учащихся 10 класса

Образовательные результаты:

Обучающиеся познакомятся:

– с некоторыми вопросами общей, неорганической, органической, физической и аналитической химии

– с основными операциями лабораторного практикума.

Обучающиеся научатся:

– определять свойства неорганических и органических веществ

– писать различные реакции с участием неорганических и органических веществ;

– решать задачи, используя понятие массовая доля вещества в растворе;

– рассчитывать тепловой эффект реакции

– писать и называть изомеры органических соединений

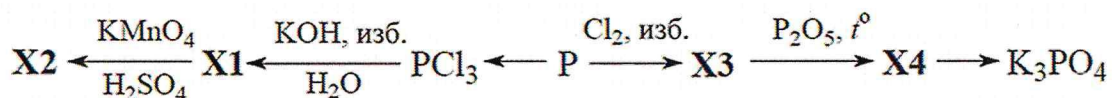
– определять окислитель и восстановитель

– уравнивать окислительно-восстановительные реакции

– разделять смеси различных веществ

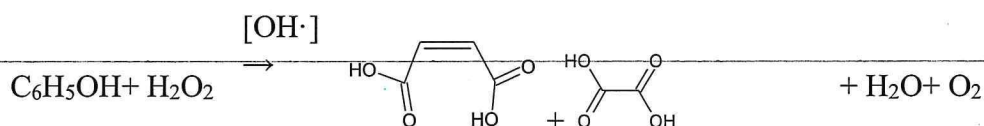
Примеры заданий:

1. Написать уравнения реакций:



2. Образец массой 136 г, содержащий черный сульфидный минерал MeCuS с примесью кварцевого песка, обработали горячей концентрированной азотной кислотой. К раствору, образовавшемуся после обработки кислотой, добавили избыток раствора хлорида натрия. При этом образовалось 71,75 г белого осадка, содержащего 75,26% металла Me по массе. Белый осадок прокалили с карбонатом натрия при 900°C , образовавшийся твердый остаток промыли водой. Определите состав и массу вещества, оставшегося после промывания твердого остатка водой. Установите состав минерала и его содержание во взятом образце (в масс %). Напишите уравнения всех реакций.

3. Загрязнение окружающей среды фенолами происходит при производстве и использовании удобрений, пестицидов, красок, фармацевтических препаратов. Поэтому очистка воды от фенола и его производных различными способами привлекает особое внимание исследователей. Для разрушения фенола используют различные окислители, одним из которых является реактив Фентона, представляющий собой смесь пероксида водорода и катализатора (соединения Fe^{2+}). Реактив Фентона образует радикалы $\text{OH}\cdot$, обладающие высокой окислительной способностью по отношению к органическим соединениям. В результате окисления фенола реактивом Фентона могут быть получены малеиновая и щавелевые кислоты:



Малеиновая к-та Щавелевая к-та

Исследование реакции окисления фенола проводили, определяя массу малеиновой кислоты в растворе объемом 10,00 дм³, содержащего начальную массу фенола 0,9400 г. Результаты приведены в таблице.

t, мин	2	4	6	8	10	20	30	40	60	80
m (мал к- ты), г	0,210 3	0,382 5	0,523 4	0,638 8	0,733 3	1,00 3	1,102 3	1,138 8	1,157 1	1,159 6

1. Предложите возможный механизм работы реактива Фентона.
2. Определите кинетический порядок реакции окисления фенола.

Подсказка: в реакциях целого порядка количество исходного вещества v зависит от времени следующим образом:

0-й порядок: $v(t) = v_0 - kt$

1-й порядок: $\ln v(t) = \ln v_0 - kt$

2-й порядок: $1/v(t) = 1/v_0 + kt$

3. Найдите период полупревращения фенола.
4. Какова будет концентрация фенола в воде (мг/дм³) через 5 мин после начала опыта?
5. В воде водоемов рыбохозяйственного и хозяйственно-бытового пользования предельно допустимая концентрация фенола (ПДК) равна 0,001 мг/ дм³. Определите время, за которое исходная концентрация фенола снизится до 10 ПДК.

Чудотворный носитель света

При восстановлении фосфата кальция углём с добавлением оксида кремния отгоняют пары простого вещества А (р-ция 1), которые конденсируются в виде желтоватых кристаллов. А способно самовоспламеняться на воздухе, сгорая до крайне гигроскопичного Б (р-ция 2). При нагревании А без доступа воздуха образуется красное вещество В (р-ция 3). Кипячение А с концентрированным раствором гидроксида натрия приводит к диспропорционированию с вы-

делением газа Г и образованию в растворе соли Д (р-ция 4). Соль Д является сильным восстановителем. Из 0.25 г А может быть получено 45.2 мл (н.у.) Г.

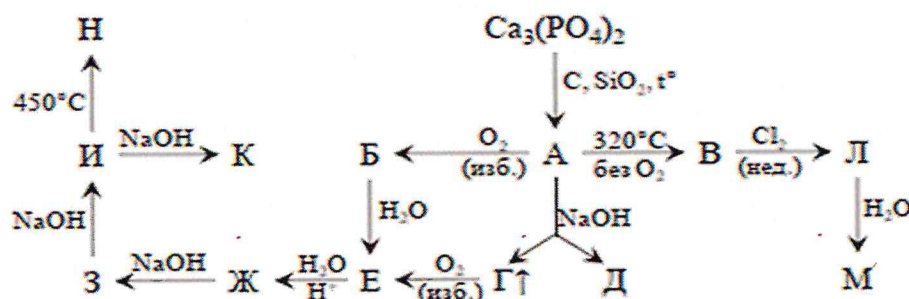
Газ Г легко воспламеняется при поджигании на воздухе образуя кислоту Е (р-ция 5), при растворении которой в воде образуется известная каждому школьнику кислота Ж (р-ция 6). Кислота Е образуется также если оставить Б на влажном воздухе (р-ция 7).

При нейтрализации Ж раствором гидроксида натрия, последовательно образует соли З, И и К (р-ции 8-10).

При хлорировании В в недостатке хлора можно получить жидкость Л (р-ция 11), при гидролизе которой образуется кислота М (р-ция 12).

При пиролизе И образуется средняя соль Н еще одной кислоты (р-ция 13), содержащей мостиковый (соединенный с двумя атомами фосфора) атом кислорода.

Все перечисленные вещества А – Н содержат элемент Х. Ниже приведена схема описанных превращений:



Вопросы:

Определите элемент Х и вещества А – Н. Напишите уравнения реакций всех описанных превращений.

Из водного раствора соль Д выделяется в виде кристаллогидрата, содержащего 16.98 % воды. Определите его состав.

Предложите структурные формулы кислот Ж, М, а так же кислот соответствующих солям Д и Н. Для каждой кислоты определите и обоснуйте основность.

Учебно-тематический план:

№	Наименование тем	Всего ак. час	в том числе:		
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы
1	Химия элементов	4	1	3	
2	Термодинамика	3	1	2	
4	Вопросы органической химии	4	2	2	
5	Методы решения расчетных задач	2		2	
6	Титрование растворов	8	1	0	7
Итого:		21	5	9	7

Лекции:

Химия элементов

Термодинамика

Вопросы органической химии

Титрование растворов

Практические занятия:

1. Химия элементов
2. Термодинамика
3. Вопросы органической химии
4. Методы решения расчетных задач

Лабораторные работы:

1. Кислотно-основное титрование
2. Иодометрия
3. Избранные главы химии для учащихся 11 класса

Образовательные результаты:

Обучающиеся познакомятся:

- с некоторыми вопросами общей, неорганической, органической, физической и аналитической химии
- с основными операциями лабораторного практикума.

Обучающиеся научатся:

- определять свойства неорганических и органических веществ
- писать различные реакции с участием неорганических и органических веществ;

- решать задачи, используя понятие массовой доли вещества в растворе;
- рассчитывать тепловой эффект реакции
- писать и называть изомеры органических соединений
- определять окислитель и восстановитель
- уравнивать окислительно-восстановительные реакции
- разделять смеси различных веществ

Примеры заданий:

Задача 11-1

Некоторое белое кристаллическое вещество **А** при нагревании на воздухе испытывает ряд превращений, последовательно образуя белые кристаллические вещества **Б–Г**. Навеску 5 г вещества **А** последовательно нагревали до температур, соответствующих полному превращению в соединения **Б**, **В** и **Г**, после чего определяли массу образца. Результаты экспериментов суммированы в таблице.

Температура, К	Вещество	Масса образца, г	Реакция
273	А	5,0000	
423	Б	4,3475	1
573	В	4,0213	2
723	Г	2,5717	3

В другом эксперименте образцы **А–Г** массой по 5 г каждый растворяли в 95 г воды и определяли pH полученных растворов. Оказалось, что растворы **А–В** имеют pH около 2,5, тогда как раствор **Г** нейтрален.

Вопросы.

1. Определите вещества **А–Г** и напишите уравнения реакций, последовательно происходящих при нагревании вещества **А**.
2. Объясните, почему величина pH водного раствора **Г** существенно отличается от величин pH растворов **А–В**.
3. Что будет происходить с соединением **Г** при дальнейшем нагревании?
4. Каково геометрическое строение структурных единиц, из которых построены вещества **А** и **В**?
5. Где может использоваться соединение **А**?

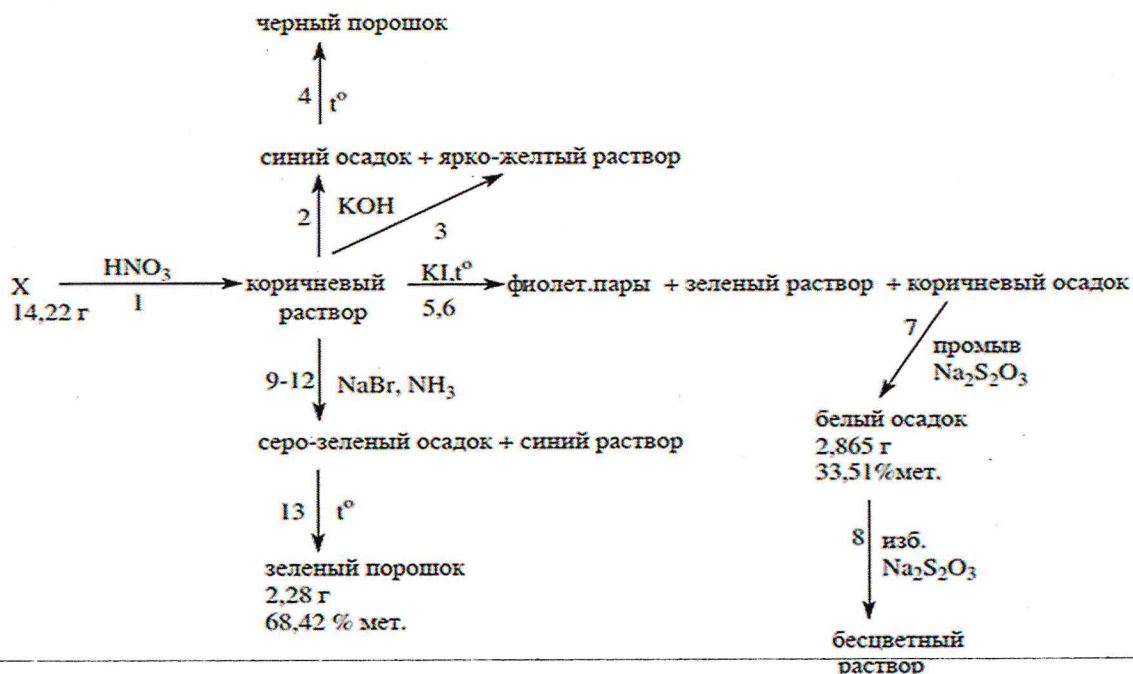
Задача 11-2

В химической лаборатории была обнаружена склянка с серо-черными кристаллами неизвестного вещества X, нерастворимыми в воде. Желая установить их состав, лаборант отвесил 14,22 г кристаллов и подействовал на них большим избытком разбавленного раствора азотной кислоты. Кристаллы полностью растворились, а раствор приобрел коричневый цвет (реакция 1). Полученный раствор разделили на три равные порции.

К первой из них добавили раствор гидроксида калия. При этом раствор приобрел ярко-желтый цвет (реакция 3) и выпал синий осадок (реакция 2), который при кипячении стал черным (реакция 4).

Вторую порцию раствора обработали раствором иодида калия и нагрели до кипения. При этом выделялись фиолетовые пары, образовался зеленый раствор и коричневый осадок (реакции 5–6). Осадок отделили, промыли раствором тиосульфата натрия, в результате чего он стал белым (реакция 7), потом его высушили и взвесили. Масса осадка 2,865 г, он содержит 33,51 % (масс.) металла. Белый осадок полностью растворился в избытке раствора тиосульфата натрия (реакция 8)

К третьей порции коричневого раствора прилили бромид натрия, раствор прокипятили (реакция 9). Когда раствор остыл, добавили к нему концентрированный раствор аммиака (реакции 10–12). Раствор стал синим, из него выпал серо-зеленый осадок, который при прокаливании (реакция 13) дал 2,28 г зеленого порошка, содержащего 68,42 % (масс.) другого металла. Описанные превращения можно представить в виде схемы:



Определите формулу неизвестного вещества X, запишите уравнения всех упомянутых реакций (1–13).

Учебно-тематический план:

№	Наименование тем	Всего ак. час	в том числе:		
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы
1	Химия элементов	4	1	3	
2	Термодинамика	3	1	2	
4	Вопросы органической химии	8	2	3	3
6	Титрование растворов	6	1	0	5
Итого:		21	5	8	8

Лекции:

1. Химия элементов
2. Термодинамика
3. Вопросы органической химии
4. Титрование растворов

Практические занятия:

1. Химия элементов
2. Термодинамика
3. Вопросы органической химии

Лабораторные работы:

1. Иодометрия
2. Качественные реакции на органические вещества

Календарный учебный график:

№	Наименование учебных модулей	Виды учебной нагрузки	День			Всего часов
			1	2	3	
1	Избранные главы химии для учащихся 9 класса	Учебные занятия	3	9	4	16
2		Лабораторные работы			5	5
4	Избранные главы химии для учащихся 10 классов	Учебные занятия	3	4	4	11
5		Лабораторные работы		5	5	10
7	Избранные главы химии для учащихся 11 классов	Учебные занятия		4	4	8
8		Лабораторные работы	3	5	5	13
Итого:			9	27	27	63

Кадровое обеспечение:

№	Наименование тем	ФИО	Ученая степень, звание	Основное место работы, должность
1	Химия элементов	Грибова В.В.	Канд. хим. наук, доцент	Доцент Департамента химии и материалов
		Свистунова И.В.	Канд. хим. наук, доцент	Доцент Департамента химии и материалов
		Грибова В.В.	Канд. хим. наук, доцент	Доцент Департамента химии и материалов
2	Титрование растворов	Мягчилов А.В.	Канд. биол. наук, доцент	Доцент Департамента химии и материалов
		Шкуратов А.Л.	Канд. хим. наук	Старший преподаватель Департамента химии и материалов
		Грибова В.В.	Канд. хим. наук, доцент	Доцент Департамента химии и материалов
3	Термодинамика	Артемьянов А.П.	Канд. хим. наук, доцент	Доцент Департамента химии и материалов
4	Вопросы органической химии	Чарыкова Е.Г.		Ведущий инженер Департамента химии и материалов
		Тряпкин О.А.		Старший преподаватель Департамента химии и материалов
5	Методы решения расчетных задач	Грибова В.В.	Канд. хим. наук, доцент	Доцент Департамента химии и материалов

Дополнительная литература:

1. Власова Е.Г. Аналитическая химия, химические методы анализа, 2021
2. Исаев И.Д. Введение в химию, лекции к курсу «Химия с интересом», 2021.
3. Котов А.Д. В начале пути к Олимпу, Сборник олимпиадных заданий по химии для 7-9 классов, 2020.
4. Блохина Н. И., Блохин И. В. Неорганическая химия в цепочках превращений, задачах и тестах , Москва, 2020.
5. Гамбург Ю.Д. Химическая термодинамика, Учебное пособие, 2020.
6. https://obuchalka.org/vse-knigi-po-himii/#po_godam_2023
7. <https://olimpiada.ru/activity/76/tasks>
8. <http://www.chem.msu.su/rus/olimp/>
9. <http://chemspb.3dn.ru/>