

МУНИЦИПАЛЬНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ГИМНАЗИЯ ИМ. В.А.НАДЬКИНА»

РАССМОТРЕНА  
на заседании МО  
учителей естественного цикла наук

\_\_\_\_\_ протокол № \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДЕНА  
приказом  
МОУ «Гимназия им. В.А. Надькина»

от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

## **ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

Программа специального курса  
на уровень среднего общего образования  
(10 класс, углублённый уровень обучения)

Составитель: Горбунова Ольга Михайловна,  
учитель химии.

Программа разработана для 10-го класса. Материал курса рассчитан на 34 часа и предназначен для учащихся, владеющих определенным объемом знаний в области естественных наук.

Курс составлен в соответствии с методическими рекомендациями, изложенными в программе «Основы химического анализа» автора В.И.Астафурова и материалами программ преподавания аналитической химии для подготовки студентов естественнонаучных и медицинских специальностей.

### **Пояснительная записка**

Актуальность спецкурса в том, что в настоящее время особую значимость приобретает внедрение в практику дополнительного образования учащихся таких курсов, которые способствовали бы их саморазвитию и готовили к осознанному выбору будущей профессии.

Знакомство с основами химического анализа, практическая направленность программы приобретает особую актуальность в экологическом и региональном аспектах воспитания школьников, способствует формированию у них логического мышления.

Предлагаемый в программе способ интеграции теоретических знаний, практических умений и формирование опыта творческой деятельности в процессе экспериментальной работы, в том числе и экологической направленности, позволит целенаправленно и последовательно вовлекать учащихся в активную познавательную деятельность прикладного характера в соответствии с их интересами и возможностями.

Программа курса способствует расширению знаний учащихся в области естественного цикла наук, углублению знаний по общей и неорганической химии. Кроме этого, материал спецкурса обеспечивает следующее:

- совершенствует у учащихся умения, навыки исследования химического состава вещества, развивает мотивацию к научно-исследовательской деятельности;
- способствует осознанному выбору будущей профессии и дальнейшему обучению, так как аналитическая химия тесно связана с другими науками (минералогией, геологией, физиологией, микробиологией, медициной, агрономией, а также с промышленностью);
- знакомит с классическими и современными методами химического анализа различных объектов,
- развивает интерес к изменениям природы и социума в результате взаимодействия человека и биосферы и формирует активную жизненную позицию в экологических вопросах, корректировке своего поведения в окружающей среде;
- развивает навыки организации и участия в коллективной деятельности, конструктивного восприятия иных мнений и идей, учета индивидуальности партнеров по деятельности, объективного определения своего вклада в общий результат.

Программа ориентирована на конкретную материальную базу образовательного учреждения, олимпиадную подготовку одаренных учащихся и возможность рассмотреть отдельные варианты заданий ЕГЭ через проведение химического эксперимента.

Каждое занятие спецкурса предусматривает практико-ориентированное преподавание. Они организуются в форме практической лабораторной деятельности. Содержание занятий базируется на деятельностном подходе в работе с учащимися. В ходе практических занятий школьники не только знакомятся с видами и методами анализа, но и одновременно у них формируется следующие исследовательские умения и навыки:

- работа с малым количеством вещества;

- проведение реакций в растворах, умение наблюдать и корректно описывать результат;
- выделение, отделение осадка, растворение осадка;
- разложение веществ с идентификацией продуктов разложения и т.д.

Для практических занятий учащимся предлагаются доступные для школьного курса методики анализа (приложения №№1,2). Все работы по качественному анализу выполняются полумикрометодом.

Программой предусматривается исследовательский подход, то есть обучение проводится с опорой на непосредственный опыт учащихся, на его расширение в ходе поисковой деятельности. Задания поискового характера способствуют развитию познавательных интересов, несут элементы творческого исследовательского подхода, обеспечивают условия для возникновения потребности в самообразовании, стремления к расширению кругозора, развивают самостоятельность и творческую активность обучающихся. При этом знания о методах химического анализа могут усваиваться осознанно и прочно, поскольку они приобретаются усилиями собственной мыслительной деятельности.

**Цель:** развитие теоретических знаний и практических навыков при проведении качественного и количественного методов химического анализа.

**Задачи:**

1. Ознакомить с теоретическими основами аналитической химии и методами качественного и количественного анализа (теоретическими основами химического анализа).
2. Сформировать умения обращения с веществами, простейшими приборами, оборудованием, соблюдения правил техники безопасности, наблюдать и объяснять химические явления, происходящие в природе, в лаборатории и в повседневной жизни.
3. Формировать и развивать умения сравнивать, вычленять в изученном существенное, устанавливать причинно-следственные связи, обобщать, доказательно излагать материал, самостоятельно пополнять и систематизировать знания.
4. Развить навыки пользования учебной, научной и справочной литературой, соблюдения правил работы в коллективе.
5. Воспитывать нравственность, гуманизм, бережное отношение к природе и своему здоровью.
6. Воспитывать осознанную потребность в труде, совершенствовать трудовые умения и навыки.
7. Способствовать осознанному выбору профессии.

## **ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ**

### **ЛИЧНОСТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

**1) гражданского воспитания:**

- готовности к совместной творческой деятельности при создании учебных проектов, решении учебных и познавательных задач, выполнении химических экспериментов;
- способности понимать и принимать мотивы, намерения, логику и аргументы других при анализе различных видов учебной деятельности;

**2) патриотического воспитания:**

- ценностного отношения к историческому и научному наследию отечественной химии;
- уважения к процессу творчества в области теории и практического приложения химии, осознания того, что данные науки есть результат длительных наблюдений, кропотливых экспериментальных поисков, постоянного труда учёных и практиков;

- интереса и познавательных мотивов в получении и последующем анализе информации о передовых достижениях современной отечественной химии;

### **3) духовно-нравственного воспитания:**

- нравственного сознания, этического поведения;
- способности оценивать ситуации, связанные с химическими явлениями, и принимать осознанные решения, ориентируясь на морально-нравственные нормы и ценности;

### **4) формирования культуры здоровья:**

- понимания ценностей здорового и безопасного образа жизни, необходимости ответственного отношения к собственному физическому и психическому здоровью;
- соблюдения правил безопасного обращения с веществами в быту, повседневной жизни, в трудовой деятельности;
- понимания ценности правил индивидуального и коллективного безопасного поведения в ситуациях, угрожающих здоровью и жизни людей;
- осознания последствий и неприятия вредных привычек (употребления алкоголя, наркотиков, курения);

### **5) трудового воспитания:**

- интереса к практическому изучению профессий различного рода, в том числе на основе применения предметных знаний по химии;
- уважения к труду, людям труда и результатам трудовой деятельности;

### **6) экологического воспитания:**

- экологически целесообразного отношения к природе как источнику существования жизни на Земле;
- активного неприятия действий, приносящих вред окружающей природной среде, умения прогнозировать неблагоприятные экологические последствия предпринимаемых действий и предотвращать их;

### **7) ценности научного познания:**

- естественно-научной грамотности: понимания сущности методов познания, используемых в естественных науках, способности использовать получаемые знания для анализа и объяснения явлений окружающего мира и происходящих в нём изменений, умения делать обоснованные заключения на основе научных фактов и имеющихся данных с целью получения достоверных выводов;
- способности самостоятельно использовать химические знания для решения проблем в реальных жизненных ситуациях;
- интереса к познанию, исследовательской деятельности;
- готовности и способности к непрерывному образованию и самообразованию, к активному получению новых знаний по химии в соответствии с жизненными потребностями;
- интереса к особенностям труда в различных сферах профессиональной деятельности.

## **МЕТАПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

Метапредметные результаты отражают овладение универсальными учебными познавательными, коммуникативными и регулятивными действиями.

### **Познавательные универсальные учебные действия**

#### **1) базовые логические действия:**

самостоятельно формулировать и актуализировать проблему, рассматривать её всесторонне;

определять цели деятельности, задавая параметры и критерии их достижения, соотносить результаты деятельности с поставленными целями;

использовать при освоении знаний приёмы логического мышления: выделять характерные признаки понятий и устанавливать их взаимосвязь, использовать соответствующие понятия для объяснения отдельных фактов и явлений;

выбирать основания и критерии для классификации веществ и химических реакций;

устанавливать причинно-следственные связи между изучаемыми явлениями;

строить логические рассуждения (индуктивные, дедуктивные, по аналогии), выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых явлениях, формулировать выводы и заключения;

применять в процессе познания используемые в химии символические (знаковые) модели, преобразовывать модельные представления – химический знак (символ) элемента, химическая формула, уравнение химической реакции – при решении учебных познавательных и практических задач, применять названные модельные представления для выявления характерных признаков изучаемых веществ и химических реакций.

## **2) базовые исследовательские действия:**

владеть основами методов научного познания веществ и химических реакций;

формулировать цели и задачи исследования, использовать поставленные и самостоятельно сформулированные вопросы в качестве инструмента познания и основы для формирования гипотезы по проверке правильности высказываемых суждений;

владеть навыками самостоятельного планирования и проведения ученических экспериментов, совершенствовать умения наблюдать за ходом процесса, самостоятельно прогнозировать его результат, формулировать обобщения и выводы относительно достоверности результатов исследования, составлять обоснованный отчёт о проделанной работе;

приобретать опыт ученической исследовательской и проектной деятельности, проявлять способность и готовность к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания.

## **3) работа с информацией:**

формулировать запросы и применять различные методы при поиске и отборе информации, необходимой для выполнения учебных задач определённого типа;

приобретать опыт использования информационно-коммуникативных технологий и различных поисковых систем;

использовать научный язык в качестве средства при работе с химической информацией: применять межпредметные (физические и математические) знаки и символы, формулы, аббревиатуры, номенклатуру;

### **Коммуникативные универсальные учебные действия:**

задавать вопросы по существу обсуждаемой темы в ходе диалога и/или дискуссии, высказывать идеи, формулировать свои предложения относительно выполнения предложенной задачи;

**Регулятивные универсальные учебные действия:** самостоятельно планировать и осуществлять свою познавательную деятельность, определяя её цели и задачи, контролировать и по мере необходимости корректировать предлагаемый алгоритм действий при выполнении учебных и исследовательских задач, выбирать наиболее эффективный

способ их решения с учётом получения новых знаний о веществах и химических реакциях; осуществлять самоконтроль деятельности на основе самоанализа и самооценки.

## ПРЕДМЕТНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Предметные результаты освоения программы включают специфические для учебного предмета научные знания, умения и способы действий по освоению, интерпретации и преобразованию знаний, виды деятельности по получению нового знания и применению знаний в различных учебных ситуациях, а также в реальных жизненных ситуациях, связанных с химией.

*Обучающиеся должны знать:*

1. Предмет аналитической химии. Цели и задачи качественного и количественного анализа, составляющие современного производства аналитических услуг.
2. Влияние современных аналитических методик и технологий на общественное развитие;
3. Метрологические основы аналитической химии. Способы снижения негативного влияния производства на окружающую среду.
4. Принципы выделения видов и методов анализа.
5. Типы реакций, используемых в аналитической химии.
6. Основные понятия и термины качественного химического анализа: аналитического сигнала, группового реагента, специфичности, избирательности, предела обнаружения, рН.
7. Способы организации деятельности в химической лаборатории, индивидуальной и коллективной работы;
8. Кислотно-основные реакции. Основы теории Бренстеда-Лоури, роль кислот и оснований в анализе.
9. Принципы аналитических классификаций катионов и анионов, взаимосвязь их с периодической системой Д.И. Менделеева.
10. Качественные реакции важнейших ионов, особенности их осуществления.
11. Источники получения информации о путях получения профессии дальнейшего образования и трудоустройства.

*Обучающиеся должны уметь:*

1. Выбирать средства и методы реализации поставленных задач, выполнять изученные операции анализа.
2. Планировать эксперимент. Проверять теоретическую схему анализа экспериментально, оформлять процесс и результаты деятельности по определению веществ (записывать уравнениями реакции обнаружения и разделения катионов и анионов).
3. Работать с аналитическими реагентами и другими химическими реактивами. Обращаться с ядовитыми веществами и концентрированными растворами.
4. Осуществлять предварительные испытания, перед химическим анализом объектов.
5. Проводить качественные реакции катионов и анионов, количественное определение различных видов веществ и ионов.
6. Проводить систематический анализ смесей солей.
7. Логически мыслить, использовать приемы сравнения, анализа, выделять существенное, главное, делать выводы, обобщать.

8. Использовать знание смежных естественнонаучных дисциплин в применении к решаемым проблемам, использовать методы решения творческих задач в аналитической деятельности.

**Планируемый результат обучения:**

- овладение обучающимися общими методами химического анализа - основами аналитической химии;
- получение основ допрофессиональной подготовки;
- готовность и потребность в продолжении образования.

**Оценка результативности обучения** по предложенной программе проводится по итогам проведения анализа контрольно-экспериментальных задач (смеси веществ) с пояснением схемы анализа. При оценке итогов экспериментального анализа учитываются техника его выполнения, качество оформления лабораторной работы, точность результатов анализа.

**Основное содержание программы**

**1. Теоретические основы аналитической химии.**

*Цель:* формирование первоначальных теоретических знаний об аналитической химии, методах анализа вещества.

Аналитическая химия, ее задачи и методы. Раствор как среда для проведения аналитических реакций. Классификация растворов. Концентрация растворов и способы ее выражения.

**2. Качественный анализ катионов.**

*Цель:* формирование представлений о методах качественного анализа катионов.

Методы качественного анализа. Аналитические реакции. Аналитическая классификация ионов. Первая группа катионов ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $NH_4^+$ ). Вторая аналитическая группа ( $Ag^+$ ,  $[Hg_2^{2+}]$ ,  $Pb^{2+}$ ). Третья аналитическая группа катионов ( $Ca^{2+}$ ,  $Ba^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ ). Четвертая аналитическая группа ( $Zn^{2+}$ ,  $Sn^{2+}$ ,  $SnO_3^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ,  $Cr^{3+}$ ,  $As^{3+}$ ). Пятая аналитическая группа ( $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Bi^{2+}$ ,  $Sb^{3+}$ ).

**3. Качественный анализ анионов.**

*Цель:* формирование представлений о методах качественного анализа анионов

Первая аналитическая группа анионов ( $SO_4^{2-}$ ,  $SO_3^{2-}$ ,  $S_2O_3^{2-}$  (тиосульфат-ион),  $CO_3^{2-}$ ,  $SiO_3^{2-}$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $CrO_4^{2-}$  (хромат-ион),  $C_2O_4^{2-}$  (оксалат-ион),  $B_2O_7^{2-}$  и  $BO_2^-$  (борат-ионы). Вторая аналитическая группа анионов ( $Cl^-$ ,  $Br^-$ ,  $I^-$ ,  $S^{2-}$ ). Третья аналитическая группа анионов ( $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $CH_3COO^-$ ,  $MnO_4^-$ ).

**4. Количественный анализ.**

*Цель:* формирование представлений о методах количественного анализа. Метод кислотно-основного титрования. Метод редоксиметрии (окисления- восстановления)

**5. Технический анализ.**

*Цель:* развитие учебно-исследовательских навыков при анализе технического образца.

Определение жесткости воды. Анализ пищевых продуктов. Анализ нефти и нефтепродуктов. Экспериментальное исследование веществ.

### Тематическое планирование

Раздел	Тема занятия	Кол-во часов	Виды деятельности	Виды и формы контроля
<b>Теоретические основы аналитической химии.</b>	Аналитическая химия, ее задачи и методы.	1	Анализ, радиометрический, макро-, микро-, полумикрометоды (капельные реакции).	Текущий устный Текущий письменный
	Раствор как среда для проведения аналитических реакций. Классификация растворов. Концентрация растворов и способы ее выражения	2	Проведение математических вычислений для приготовления необходимых концентраций растворов. Приготовление растворов.	
<b>Итого по разделу</b>		<b>3</b>		
<b>Качественный анализ катионов</b>	Методы качественного анализа	1	Проведение пирохимического анализа. Осуществление реакций: -метод растирания сухих порошков; -окрашенные «перлы» стекловидные сплавы)	Текущий экспериментальный
	Аналитические реакции. Аналитическая классификация ионов.	1	Знакомство с аналитической классификацией катионов (кислотно-щелочной метод), анионов, условиями выполнения химических реакций.	
	Первая группа катионов ( $K^+$ , $Na^+$ , $NH_4^+$ )	1	Проведение реакций на обнаружение катионов 1-ой аналитической группы. Выполнение реакций качественного анализа с соблюдением ТБ. Выбор условий проведения реакций согласно правилам ТБ.	
	Третья аналитическая группа катионов ( $Ca^{2+}$ , $Ba^{2+}$ , $Sr^{2+}$ )	1	Проведение реакций на обнаружение катионов 1-ой аналитической группы с соблюдением правил ТБ.	
	Анализ раствора, содержащего смесь катионов третьей группы ( $Ca^{2+}$ , $Ba^{2+}$ )	1	Составление схемы проведения анализа на катионы 3-ей группы. Проведение реакций с соблюдением правил ТБ.	
	Анализ раствора, содержащего смесь катионов $NH_4^+$ , $K^+$ , $Na^+$ , $Ca^{2+}$ , $Ba^{2+}$ (раствор без осадка)	1	Составление схемы проведения анализа на катионы 1-ой и 3-ей групп. Проведение реакций с соблюдением правил ТБ.	
	Вторая аналитическая группа ( $Ag^+$ , $[Hg_2^{2+}]$ , $Pb^{2+}$ )	1	Составление схемы проведения анализа на катионы 2-й группы. Проведение реакций с соблюдением правил ТБ.	Текущий экспериментальный



	Четвертая аналитическая группа ( $Zn^{2+}$ , $Sn^{2+}$ , $SnO_3^{2+}$ , $Al^{3+}$ , $Cr^{3+}$ , $As^{3+}$ )	2	Проведение реакций на обнаружение катионов 4-ой аналитической группы с соблюдением правил ТБ.	
	Анализ раствора, содержащего смесь катионов четвертой группы ( $Zn^{2+}$ , $Sn^{2+}$ , $Al^{3+}$ , $Cr^{3+}$ )	1	Составление схемы проведения анализа на катионы 4-й группы. Проведение реакций с соблюдением правил ТБ.	
	Пятая аналитическая группа ( $Fe^{2+}$ , $Fe^{3+}$ , $Mn^{2+}$ , $Mg^{2+}$ , $Bi^{2+}$ , $Sb^{3+}$ )	1	Проведение реакций на обнаружение катионов 5-ой аналитической группы с соблюдением правил ТБ.	
	Анализ раствора, содержащего смесь катионов пятой группы ( $Fe^{2+}$ , $Fe^{3+}$ , $Mn^{2+}$ , $Mg^{2+}$ )	1	Составление схемы проведения анализа на катионы 5-й группы. Проведение реакций с соблюдением правил ТБ.	
	Анализ неизвестного вещества – соли (открытие катионов)	1	Подбор условий выполнения реакций при обнаружении и разделении катионов. Составление схемы анализа на катионы Проведение реакций с соблюдением правил ТБ.	
<b>Итого по разделу</b>		<b>13</b>		
<b>Качественный анализ анионов</b>	Первая аналитическая группа анионов ( $SO_4^{2-}$ , $SO_3^{2-}$ , $S_2O_3^{2-}$ (тиосульфат-ион), $CO_3^{2-}$ , $SiO_3^{2-}$ , $PO_4^{3-}$ , $CrO_4^{2-}$ (хромат-ион), $C_2O_4^{2-}$ (оксалат-ион), $B_2O_7^{2-}$ и $BO_2^-$ ( борат-ионы)	3	Проведение реакций на обнаружение анионов 1-ой аналитической группы с соблюдением правил ТБ.	Текущий экспериментальный
	Анализ раствора, содержащего смесь анионов первой группы ( $SO_4^{2-}$ , $SO_3^{2-}$ , $S_2O_3^{2-}$ , $CO_3^{2-}$ , $SiO_3^{2-}$ , $PO_4^{3-}$ , $CrO_4^{2-}$ , $C_2O_4^{2-}$ , $B_4O_7^{2-}$ )	1	Составление схемы проведения анализа на анионы 1-й группы. Проведение реакций с соблюдением правил ТБ.	
	Вторая аналитическая группа анионов ( $Cl^-$ , $Br^-$ , $I^-$ , $S^{2-}$ )	1	Проведение реакций на обнаружение анионов 2-ой аналитической группы с соблюдением правил ТБ.	
	Анализ раствора, содержащего анионы второй аналитической группы ( $Cl^-$ , $Br^-$ , $I^-$ , $S^{2-}$ ).	1	Составление схемы проведения анализа на анионы 2-й группы. Проведение реакций с соблюдением правил ТБ.	

	Третья аналитическая группа анионов ( $\text{NO}_3^-$ , $\text{NO}_2^-$ , $\text{CH}_3\text{COO}^-$ , $\text{MnO}_4^-$ )	1	Проведение реакций на обнаружение анионов 3-ей аналитической группы с соблюдением правил ТБ.	Текущий экспериментальный
	Анализ раствора, содержащего анионы второй ( $\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$ , $\text{I}^-$ , $\text{S}^{2-}$ ) и третьей аналитической группы ( $\text{NO}_3^-$ , $\text{NO}_2^-$ , $\text{CH}_3\text{COO}^-$ , $\text{MnO}_4^-$ )	1	Составление схемы проведения анализа на анионы 2,3-й групп. Проведение реакций с соблюдением правил ТБ.	
	Анализ смеси анионов всех аналитических групп (когда в растворе присутствуют только катионы первой группы: $\text{K}^+$ , $\text{Na}^+$ , $\text{NH}_4^+$ ).	1	Составление схемы проведения анализа на анионы. Проведение реакций с соблюдением правил ТБ.	
	Анализ неизвестного вещества-соли	1	Подбор условий выполнения реакций при обнаружении и разделении анионов. Разработка схемы анализа на анионы. Проведение реакций с соблюдением правил ТБ.	
<b>Итого по разделу</b>		<b>10</b>		
<b>Количественный анализ</b>	Метод кислотно-основного титрования	1	Титриметрический анализ. Прямое титрование. Обратное титрование. Титрование заместителя.	Текущий экспериментальный
	Метод редоксиметрии (окисления-восстановления)	2	Анализ водорастворимой пробы методами перманганатометрии, йодометрии.	
<b>Итого по разделу</b>		<b>3</b>		
<b>Технический анализ</b>	Определение жесткости воды.	1	Определение карбонатной жесткости воды и содержание железа в воде (колориметрический анализ).	Текущий экспериментальный
	Анализ пищевых продуктов (свежести мяса; кислотности, жирности молока; сухого остатка в молоке)	1	Определение свежести мяса. Провести анализ молока (экстрагирование).	
	Анализ нефти и нефтепродуктов.	1	Определение содержания воды в нефтепродуктах.	
	Экспериментальное исследование веществ	1	Определение выводов по экспериментальным данным.	
<b>Итого по разделу</b>		<b>4</b>		
<b>Общее количество часов по программе</b>		<b>34</b>		

## Список литературы

1. Основы химического анализа: Учеб. пособие по факультатив. Курсу для учащихся IX-X Кл.-2-е изд., испр.-М.: Просвещение, 1982.-159 с.,ил.
2. Аналитическая химия. Учеб. пособие для студентов химико-биолог. И биолог.-хим. Специальностей пед. ин-тов. М.: Просвещение, 1975.
3. В.П.Зенчик. Аналитическая химия. Учебн. Пособие для учащихся фарм. Училищ и фармацевтических отделений. М.: Медицина,1971.
4. Т.В.Гериш. Методическое пособие по проведению лабораторно-практических занятий по курсу «Аналитическая химия» (качественный анализ).М.: Научно-методический центр среднего профессионального образования, 1998.

## Примеры методических листов для проведения занятий с учащимися.

Приложение 1

### Первая группа катионов ( $K^+$ , $Na^+$ , $NH_4^+$ )

#### I. Общая характеристика группы

- $NH_4^+$  отнесет к этой группе не случайно, так как его ионный радиус занимает промежуточное положение между атомами калия и натрия. Элементы, имеющие одинаковые ионные и атомные радиусы, обладают одинаковыми химико-аналитическими свойствами.
- Все катионы бесцветны, поэтому их соли бывают окрашены лишь в том случае, если окрашен анион (например,  $CrO_4^{2-}$ ,  $Cr_2O_7^{2-}$ ,  $MnO_4^-$  и др.).
- Соли калия и натрия, образованные слабыми кислотами, подвергаются гидролизу, и растворы их имеют  $pH > 7$ . Соли же их, образованные сильными кислотами гидролизу не подвергаются, и растворы их имеют нейтральную реакцию.
- Почти все соли, гидроксиды калия, натрия и аммония растворимы в воде (обладают ионной кристаллической решеткой). *Группового реактива, осаждающего все катионы этой группы, нет.*
- Все соли аммония не окрашивают пламя и в отличие от солей  $Na^+$ ,  $K^+$  при прокаливании улетучиваются. Этим свойством солей пользуются для удаления ионов из растворов.
- Присутствие ионов  $Na^+$  даже в количестве  $10^{-11}$  г позволяет их определить с помощью спектрального анализа.

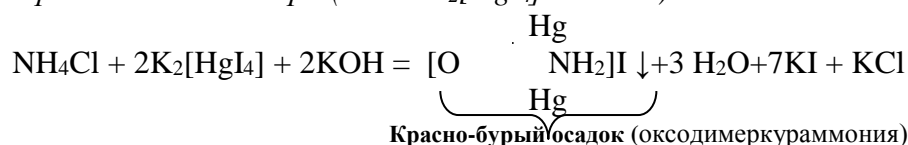
#### II. Качественные реакции катионов первой группы

##### Частные реакции $NH_4^+$ .

1. *Взаимодействие солей аммония со щелочами:*



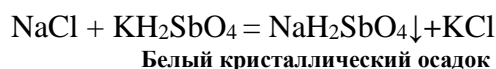
2. *Реакция с реактивом Несслера (смесь  $K_2[HgI_4]$  с  $KOH$ ):*



Реакция очень чувствительна и ее обычно применяют, когда надо убедиться в отсутствии ионов аммония, мешающих открытию ионов  $Na^+$  и  $K^+$ .

##### Частные реакции $Na^+$ .

1. *Реакция окрашивания пламени* (появляется яркое желтое окрашивание, не исчезающее в течение 10-15 сек.).
2. *Реакция с дигидроантимонатом калия  $KH_2SbO_4$ :*

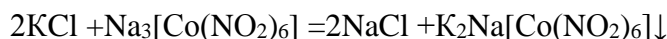


##### Частные реакции $K^+$ .

1. *Реакция окрашивания пламени* (летучие соли калия окрашивают бесцветное пламя в красивый бледно-фиолетовый цвет).

*! Если в пробе одновременно присутствуют соли натрия, то фиолетовая окраска становится незаметной. В этом случае цвет пламени наблюдают через синее стекло, которое поглощает желтые лучи, а синие и фиолетовые пропускает.*

2. Реакция с гексанитро-(III) кобальтатом натрия:



**Ярко-желтый осадок** (гексанитро-(III) кобальта натрия-калия)

### III. Анализ раствора, содержащего смесь катионов первой группы

1. Ионы первой группы обнаруживают дробным методом в отдельных порциях анализируемого раствора.
2. Первым открывают  $\text{NH}_4^+$  (разрушают прокаливанием или нагреванием со щелочью), так как соли аммония препятствуют осаждению некоторых гидроксидов и мешают обнаружению ионов  $\text{K}^+$ .
3. Далее устанавливают наличие ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$ , применяя известные аналитические реакции.

### IV. Форма записи результатов анализа раствора, содержащего катионы первой группы

1. Проба на  $\text{NH}_4^+$ . Реактив ..... (щелочь), при нагревании.  
 $\text{NH}_4^+ + \text{OH}^- = \text{NH}_3 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$   $\text{NH}_4^+$  есть.
2. Проба на  $\text{Na}^+$ . Проба на окрашивание пламени.  $\text{Na}^+$  нет
3. Проба на  $\text{K}^+$ . ..... .....

*Вывод:* в исследуемом растворе открыты катионы.....

### V. Значение катионов первой группы

1. Ионы первой аналитической группы имеют большое значение в медицине.
2. Ионы  $\text{Na}^+$  и  $\text{K}^+$  содержатся во всех клетках человеческого организма и входят в состав его физиологических частей.
3. Ионы  $\text{Na}^+$  участвуют в мышечных сокращениях, входят в состав буферных систем организма, регулирующих осмотическое давление в клетках.
4.  $\text{NaCl}$  применяется в медицине в виде изотонического (0,9%) и гипертонического растворов. Изотонический раствор вводят внутривенно при кровопотерях и используют при физиологических экспериментах, а гипертонический- для хирургических перевязок.
5.  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$  –слабительное средство.
6.  $\text{NaBr}$  – средство, успокаивающее нервную систему.
7.  $\text{NH}_4\text{OH}$  (10% раствор)- «нашатырный спирт» применяется для возбуждения дыхательного и сосудодвигательного центров при обмороках.
8. Соли аммония и аммиак образуются в природе при гниении белковых веществ. Присутствие их в водных источниках - признак загрязнения.

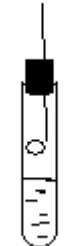
**Контрольная задача:** Анализ смеси катионов первой группы в выданном растворе.

**Первая аналитическая группа анионов****(SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, SO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, S<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>2-</sup> (тиосульфат-ион), CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, SiO<sub>3</sub><sup>2-</sup>, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup>(хромат-ион)<sup>-</sup>, C<sub>2</sub>O<sub>4</sub><sup>2-</sup>(оксалат-ион), B<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup> и BO<sub>2</sub><sup>-</sup>( борат-ионы)****1. Общая характеристика группы**

- Соли бария не растворимы в воде, но растворяются в минеральных разбавленных кислотах (кроме BaSO<sub>4</sub>)
- Групповой реактив BaCl<sub>2</sub> в нейтральной среде или слабощелочной среде
- Соли серебра анионов первой группы в отличие от второй группы растворимы в азотной кислоте, а сульфат серебра растворим даже в воде.

**II. Качественные реакции анионов первой группы**

№ пп	Частные реакции на ионы	Уравнения химических реакций	Условия проведения опыта	Примечание
<b>I.</b>	<b>Частные аналитические реакции сульфат- ионов SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b>			
1.	<b>Реакция с раствором хлоридом бария</b>	$\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 = \text{BaSO}_4\downarrow + 2\text{NaCl}$ $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{BaSO}_4\downarrow$ Белый осадок	<ul style="list-style-type: none"> <li>– К 2-3 каплям раствора хлорида бария + прилейте равный объем раствора сульфата натрия</li> <li>– Проверьте его растворимость в разбавленной соляной кислоте</li> </ul>	
2.	<b>Микрорекристаллоскопическое обнаружение ионов SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></b>	$\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 = 2\text{NaNO}_3 + \text{CaSO}_4\downarrow$ $\text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} = \text{CaSO}_4\downarrow$	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Поместите на предметное стекло каплю раствора Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.</li> <li>– Прибавьте к ней 1 каплю раствора Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> и нагрейте реакционную смесь до появления белой каймы по краям капли</li> <li>– Рассмотрите в микроскоп кристаллы гипса CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O</li> </ul>	

<b>Частные аналитические реакции сульфит- ионов <math>\text{SO}_3^{2-}</math></b>				
1.	<b>Реакция с раствором хлоридом бария</b>	1. $\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_3 = \text{BaSO}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$ $\text{Ba}^{2+} + \text{SO}_3^{2-} = \text{BaSO}_3 \downarrow$ Белый осадок 2. $\text{BaSO}_3 + 2\text{HCl} = \text{BaCl}_2 + \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$ 3. Для обнаружения $\text{SO}_2 \uparrow$ используется его способность обесцвечивать растворы йода или $\text{KMnO}_4$ : $\text{SO}_2 \uparrow + \text{I}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{HI} + \text{H}_2\text{SO}_4$ $5\text{SO}_2 \uparrow + 2\text{KMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = 2\text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$ Растворы обесцвечиваются	<ul style="list-style-type: none"> <li>- К 2-3 каплям раствора хлорида бария + прилейте равный объем раствора сульфита натрия</li> <li><b>Обнаружение <math>\text{SO}_2 \uparrow</math></b></li> <li>- Соберите прибор для обнаружения газа</li> <li>- К нескольким каплям <math>\text{Na}_2\text{SO}_3</math> прилейте равный объем <math>\text{HCl}</math>.</li> <li>- Захватите ушком металлической проволоки каплю окрашенного в синий цвет крахмального раствора, содержащего йод.</li> <li>- Закройте пробирку пробкой с вставленной в нее проволокой и слегка подогрейте содержимое.</li> </ul>	<i>Осадок растворяется в <math>\text{HCl}</math> и <math>\text{HNO}_3</math> с выделением <math>\text{SO}_2 \uparrow</math></i> 
2.	<b>Реакция с окислителями</b>	1. $\text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{I}_2 + 2\text{HCl} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HI} + 2\text{NaCl}$ 2. $5\text{Na}_2\text{SO}_3 + 2\text{KMnO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4 = 5\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{MnSO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$ Обесцвечивание растворов	<ul style="list-style-type: none"> <li>- К 2-3 каплям раствора <math>\text{Na}_2\text{SO}_3</math> + 1,2 капли раствора соляной кислоты и 2-3 капли йода</li> </ul>	Окислители ( $\text{I}_2$ , $\text{KMnO}_4$ и др.)- окисляют $\text{SO}_3^{2-}$ до $\text{SO}_4^{2-}$
<b>Частные аналитические реакции тиосульфат- ионов <math>\text{S}_2\text{O}_3^{2-}</math></b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Тиосульфат –ион является анионом тиосерной (серноватистой) кислоты <math>\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3</math></li> <li>- В свободном состоянии эта кислота неустойчива и разлагается: <math>\text{H}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \text{SO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O} + \text{S} \downarrow</math></li> </ul>				
1.	<b>Реакция с раствором хлоридом бария</b>	$\text{BaCl}_2 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \text{BaS}_2\text{O}_3 \downarrow + 2\text{NaCl}$ $\text{Ba}^{2+} + \text{S}_2\text{O}_3^{2-} = \text{BaS}_2\text{O}_3 \downarrow$ Белый осадок	<ul style="list-style-type: none"> <li>- К 4-5 каплям раствора <math>\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3</math> + столько же раствора хлорида бария</li> <li>- К полученному осадку + 10-15 капель воды и прокипятить</li> </ul>	Осадок растворяется в кипящей воде и разбавленных минеральных кислотах с выделением серы

2.	<b>Реакция с нитратом серебра</b>	$2\text{AgNO}_3 + \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = \text{Ag}_2\text{S}_2\text{O}_3\downarrow + 2\text{NaNO}_3$ <p style="text-align: center;">Белый осадок</p> $\text{Ag}_2\text{S}_2\text{O}_3\downarrow + \text{H}_2\text{O} = \text{Ag}_2\text{S}\downarrow + \text{H}_2\text{SO}_4$ <p>! Избыток тиосульфата натрия растворяет осадок тиосульфата серебра с образованием комплексной соли:</p> $\text{Ag}_2\text{S}_2\text{O}_3\downarrow + 3\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 2\text{Na}_3[\text{Ag}(\text{S}_2\text{O}_3)_2]$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- К 3-4 каплям раствора <math>\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3</math> приливают <b>по каплям</b> раствор <math>\text{AgNO}_3</math> до образования осадка</li> <li>- Содержимое пробирки разделить на 2-е части</li> <li>- В одну часть + по каплям раствор <math>\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3</math> до растворения осадка</li> <li>- В другой части наблюдайте изменение окраски осадка</li> </ul>	Осадок $\text{Ag}_2\text{S}_2\text{O}_3\downarrow$ постепенно желтеет, буреет и, в конце концов, становится черным (особенно быстро при нагревании)
3.	<b>Реакция с йодом</b>	$2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{I}_2 = \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + 2\text{NaI}$ <p style="text-align: center;">Обесцвечивание раствора йода</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- К 4-5 каплям раствора <math>\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3</math> приливают по каплям раствор йода</li> </ul>	Образуется соль <i>тетратионовой кислоты</i> – <i>тетратиоловый кислый натрий</i>
4.	<b>Взаимодействие с хлоридом железа (III)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Возникает быстроисчезающее темно-фиолетовое окрашивание за счет образования комплексных ионов <math>\text{Fe}(\text{S}_2\text{O}_3)_2^-</math></li> <li>- Окраска исчезает вследствие восстановления <math>\text{Fe}^{3+}</math> до <math>\text{Fe}^{2+}</math> тиосульфат-ионами</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- К 5-6 каплям раствора <math>\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3</math> + равный объем раствора <math>\text{FeCl}_3</math></li> <li>- Обратите на окраску смеси, проследите за ее исчезновением</li> </ul>	