

**Уважаемый студент, выполнение указанных заданий строго обязательно!**

**Группа ПКД2/1**

**Дата:01.02.2023.**

**Дисциплина: ЕН Химия**

**Преподаватель: Воронкова А.А.**

**Раздел 3. Аналитическая химия Тема 3.1.Качественный анализ**

**Цель: Цель:**

- **обучающая:** формирование представлений о качественном анализе и условий проведения реакций, введение классификации катионов и анионов, их характеристик; закрепление навыков записи химических реакций; понимания значимости качественного анализа в своей профессии.
- **развивающая:** развитие умений анализировать полученные данные в соответствии с заданными параметрами сравнивать, обобщать, наблюдать, запоминать, осуществлять самоконтроль, развитие навыков химического мышления;
- **воспитательная:** воспитание личностных качества, обеспечивающих успешность исполнения задания, побуждение к научной, к самостоятельной деятельности студентов.

**Формируемые компетенции: ОК 1-ОК3, ОК5, ОК7, ОК9, ОК10**

### **Лекция 9**

#### **План**

1. Аналитическая химия, ее задачи, значение в подготовке технологов общественного питания.

2.

#### **Значение Аналитической химии.**

Аналитическая химия играет огромную роль в научном и техническом прогрессе, в значительной степени способствуя развитию многих естественных наук, например геохимии, геологии, минералогии, физики, биологии, агрохимии, а также металлургии, медицины и т. д. Особое значение имеет аналитическая химия в развитии самой химической науки — одной из важнейших областей естествознания.

Аналитические определения необходимы при выполнении каждой научно-исследовательской работы по химии. Кроме того, к аналитическим методам исследования прибегают в процессе выполнения научно-исследовательских работ в области геохимии, геологии, минералогии, металлургии, медицины, биологии, агрохимии и др.

Особенно велико значение аналитической химии и химического анализа в производстве, где необходим постоянный контроль для предупреждения брака, причиной которого часто бывают нежелательные примеси в исходном сырье, промежуточных продуктах и готовой продукции. По результатам анализа судят о течении технологического процесса и о качестве получаемого материала.

Аналитическая химия имеет решающую роль в деле научного обоснования и разработки современных методов автоматического контроля, без которых невозможно поддержание химико-технологических и физико-химических процессов производства на заданном оптимальном уровне и обеспечение системы автоматического управления производством.

Таким образом: **Аналитическая химия** – наука о методах и средствах определения химического состава вещества, его структуры, проведении метрологии химического анализа.

**Анализ** – процесс получения информации о качественном и количественном составе исследуемого образца (пробы).

Решает задачи

- качественного анализа,
- количественного анализа.

**Цель качественного анализа** – обнаружение и идентификация (открытие) компонентов (атомов, ионов, молекул) – отвечает на вопрос: Из каких компонентов состоит проба? Дробный анализ основан на специфических реакциях. В систематическом анализе из смеси с применением групповых реагентов выделяют группы ионов, затем внутри каждой группы разделяют и открывают индивидуальные катионы или анионы.

### **Значение аналитической химии в решении практических задач пищевой промышленности и оценке состояния окружающей среды**

На предприятиях перерабатывающей промышленности анализ выполняется в лабораториях (ЦЗЛ), которые могут решать задачи:

- установка качества сырья и его пригодности для данного вида продукции
- подбор рецептуры сырьевой смеси
- контроль и регулирование состава полуфабрикатов
- определение качества готовой продукции
- анализ отходов производства
- анализ объектов окружающей среды.

### ***Из истории аналитической химии***

В древности умели анализировать благородные металлы по их удельному весу, пробирный камень применяли для определения чистоты золота.

Как наука возникла из алхимии, просуществовавшей 1,5 тысячи лет (поиск философского камня).

Понятие «химический анализ» впервые упомянул Роберт Бойль в 1654 г., он же ввел понятие об элементах.

В 18 в. шведский химик Т. Бергман сформулировал основные различия между качественным и количественным анализом.

Начало периода научной химии соответствует концу 18 – началу 19 века, в это время французский химик А. Лавуазье открыл кислородную теорию горения, закон сохранения вещества, ввел понятия между элементами и соединениями. В это же время произошло становление стехиометрических законов.

В России развитие аналитической химии началось с 1583 г – по указу Ивана Грозного открыты аптеки.

В 1744 г М.В. Ломоносов создал первую химическую лабораторию в России.

В 1756 г М.В. Ломоносов открыл закон сохранения массы вещества – первый основополагающий закон химии.

Наиболее интенсивное развитие аналитической химии началось в 19 веке в связи с ростом производства.

### **АНАЛИТИЧЕСКИЕ КЛАССИФИКАЦИИ ИОНОВ**

В качественном анализе неорганических веществ преимущественно анализируются растворы солей, кислот, оснований, которые в водном растворе находятся в виде ионов. Поэтому химический анализ водных растворов электролитов сводится к открытию отдельных ионов, а не элементов или их соединений.

**Качественный анализ неорганических веществ делится на качественный анализ катионов и качественный анализ анионов.**

Для удобства обнаружения ионы делят на аналитические группы. **Классификация ионов на аналитические группы основана на отношении ионов к действию групповых реагентов, на сходстве и различии растворимости образуемых ими соединений и на других признаках.**

Систематический метод анализа называют по имени применяемого группового реагента.

Например. Для катионов выделяют сероводородный метод, групповым реагентом этого метода служит сульфид аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ , сероводород  $\text{H}_2\text{S}$  в кислой среде.

#### *Кислотно-основная классификация катионов*

Кислотно-основная классификация катионов, которая основана на действии кислот и оснований. По этой классификации ( таблица 1 ) катионы II и III аналитических групп имеют групповой реагент разбавленную соляную  $\text{HCl}$  и серную  $\text{H}_2\text{SO}_4$  кислоту соответственно и т.д.

Таблица 1 **Аналитическая кислотно-основная классификация катионов.**

| Номер группы | Ионы                                                                                                   | Характеристика группы                               | Групповой реагент                                                | Характер получаемых соединений                                                                                                                                               |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I            | $\text{K}^+$ , $\text{Na}^+$ , $\text{NH}_4^+$                                                         | Хлориды, сульфаты, основания растворимы в воде.     | Не имеет                                                         | Раствор $\text{K}^+$ , $\text{Na}^+$ , $\text{NH}_4^+$                                                                                                                       |
| II           | $\text{Ag}^+$ , $\text{Pb}^{2+}$                                                                       | Хлориды не растворимы в разбавленных кислотах.      | 2 М раствор $\text{HCl}$                                         | Осадок белый $\text{AgCl}$<br>$\text{PbCl}_2$                                                                                                                                |
| III          | $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Ba}^{2+}$ ,<br>( $\text{Pb}^{2+}$ )                                          | Сульфаты не растворимы в кислотах.                  | 1 М раствор $\text{H}_2\text{SO}_4$                              | Осадок белый $\text{CaSO}_4$ , $\text{BaSO}_4$ ,<br>( $\text{PbSO}_4$ )                                                                                                      |
| IV           | $\text{Al}^{3+}$ , $\text{Cr}^{3+}$ ,<br>$\text{Zn}^{2+}$ , $\text{Sn}^{2+}$ ,<br>( $\text{Sb}^{3+}$ ) | Основания амфотерные и растворимы в избытке щелочи. | Избыток 4 М раствора щелочи ( $\text{KOH}$ , $\text{NaOH}$ )     | Растворы $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$<br>$[\text{Cr}(\text{OH})_4]^-$<br>$[\text{Zn}(\text{OH})_4]^{2-}$<br>$[\text{Sn}(\text{OH})_3]^-$<br>( $[\text{Sb}(\text{OH})_4]^-$ ) |
| V            | $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{Mn}^{2+}$ ,<br>$\text{Fe}^{2+}$ , $\text{Fe}^{3+}$ , $\text{Sb}^{3+}$        | Основания не растворимы в избытке щелочи.           | Избыток 25% раствора аммиака ( $\text{NH}_3\text{H}_2\text{O}$ ) | Осадок $\text{Mg}(\text{OH})_2$<br>$\text{Mn}(\text{OH})_2$<br>$\text{Fe}(\text{OH})_2$<br>$\text{Fe}(\text{OH})_3$<br>$\text{Sb}(\text{OH})_3, (\text{H}_3\text{SbO}_3)$    |
| VI           | $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Co}^{2+}$ ,<br>$\text{Ni}^{2+}$                                              | Растворимые комплексные аммиакаты                   | Избыток 25% раствора аммиака $\text{NH}_3\text{H}_2\text{O}$     | Раствор $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$<br>$[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$<br>$[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$                                                          |

#### *Классификация анионов*

Известно много классификаций анионов, но каждая имеет преимущества и недостатки.

Например, есть классификация анионов по их окислительно-восстановительным свойствам: анионы - окислители, анионы - восстановители, индифферентные анионы. Известна классификация анионов по действию катиона  $Ba^{2+}$ : анионы, образующие осадок с катионом бария, и анионы, не образующие осадка с катионом бария.

Классификацию анионов, которая основана на различной растворимости солей серебра, бария соответствующих анионов, представлена в таблице 2.

**Таблица 2 Аналитическая классификация анионов**

| Группа | Анионы                                                    | Групповой реагент                         | Получаемые соединения                                                       |
|--------|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| I      | $SO_4^{2-}$ , $CO_3^{2-}$ ,<br>$PO_4^{3-}$ , $SiO_3^{2-}$ | Раствор $BaCl_2$                          | Осадки белого цвета<br>$BaSO_4$ , $BaCO_3$ ,<br>$Ba_3(PO_4)_2$ , $BaSiO_3$  |
| II     | $Cl^-$ , $S^{2-}$                                         | Раствор $AgNO_3$ в<br>присутствии $HNO_3$ | Осадки<br>$AgCl$ , $Ag_2S$<br>белый      черный                             |
| III    | $NO_3^-$                                                  | -                                         | -                                                                           |
| IV     | $MoO_4^{2-}$ , $WO_4^{2-}$ , $VO_3^-$                     | Металл Zn,<br>$HCl$<br>концентрированная  | Раствор<br>синий, зеленый,<br>фиолетовый<br>$W_2O_5$ , $Mo_2O_5$ , $VOCl_2$ |

**Частные, характерные аналитические реакции**, при которых различные реагенты дают характерные аналитические эффекты с одним ионом.  
Например.

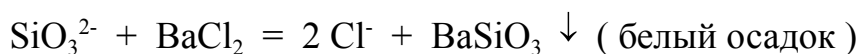


**Групповые (общие) аналитические реакции**, при которых один групповой (общий) реагент образует характерный аналитический эффект с разными ионами. Групповыми реагентами могут быть кислоты -  $HCl$ ,  $H_2SO_4$ ,  $H_2S$ , основания -  $NaOH$ ,  $KOH$ ,  $NH_4OH$ , соли -  $BaCl_2$ ,  $AgNO_3$ ,  $(NH_4)_2CO_3$ ,  $Na_3PO_4$ .

Например. Групповым реагентом на II аналитическую группу катионов является 2 M раствор  $HCl$ :

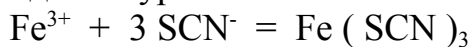


Групповым реагентом на I аналитическую группу анионов может быть раствор соли  $BaCl_2$ :



**Специфический реагент**, которым можно открыть данный ион в присутствии других ионов.

Например. Крахмал является специфическим реагентом на свободный йод  $I_2$ , аналитический эффект - появление окраски темно-синего цвета. На катион  $Fe^{3+}$  специфическим реагентом является тиоцианат анион. Взаимодействие между ними идет по уравнению :



Аналитический эффект этого взаимодействия - продукт реакции кроваво - красного цвета.

**Специфичность, селективность, избирательность** - одинаковые понятия.

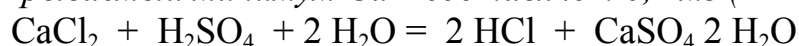
**Открытие, обнаружение, распознавание, идентификация, определение** - эти слова имеют одно значение в качественном анализе.

**Разделение** - это отделение одного иона от другого или других ионов разными способами, приемами, методами.

**Предел обнаружения** (чувствительность) - это минимальная концентрация вещества, при которой анализируемый ион можно определить данной реакцией или данным реагентом.

**Предел обнаружения** или **открываемый минимум** может выражаться числом атомов, молекул или других частиц, а также массой в микрограммах ( $1 \text{ мкг} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ г}$ ). Предел обнаружения в цветных реакциях составляет до  $10^{-11} \text{ г}$ .

Например, *открываемый минимум  $Ca^{2+}$  составляет 0,1 мг ( $1 \cdot 10^{-4} \text{ г}$ ) реакцией*



гипс, игольчатые кристаллы

**Предельное разбавление** характеризует наименьшую концентрацию вещества (иона), при которой обнаружение его посредством данной реакции возможно. Предельное разбавление выражают отношением  $1 : g$  (где  $g$  - весовое количество растворителя на 1 весовую часть обнаруживаемого иона). Обычно в качественном анализе применяют лишь те реакции, открываемый минимум которых не больше 50 мкг, а предельное разбавление  $1 : 1000$ .

Между открываемым минимумом (мкг) и предельным разбавлением существует

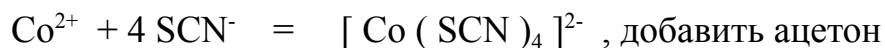
соотношение  $m = \frac{1}{g} \cdot v \cdot 10^6$ , где  $V$  - объем раствора в мл, который берут для выполнения реакции. 1 капля раствора имеет объем 0,05 мл.

Например. При предельном разбавлении  $1 : 60000$  (или  $6 \times 10^4$ ) и открываемом минимуме в 4 мкг, надо взять не менее  $6 \times 10^4 \times 4 \times 10^{-6} = 24 \times 10^{-2} = 0,24 \text{ мл}$  или примерно 5 капель.

Чувствительность реакции зависит : от толщины слоя раствора ( в малом слое можно не обнаружить открываемый ион, а в большом слое можно увидеть помутнение, как признак присутствия иона ); от продолжительности реакции ( увеличение продолжительности реакции увеличивает чувствительность реакции ); добавление органического растворителя повышает чувствительность реакции, добавление спирта понижает растворимость образовавшегося осадка неорганической соли.

При взбалтывании (перемешивании) водной реакционной смеси с органической жидкостью, не смешивающейся с водой, продукт реакции собирается на границе двух не смешивающихся жидкостей и становится хорошо различим (**метод экстракции**).

Например,



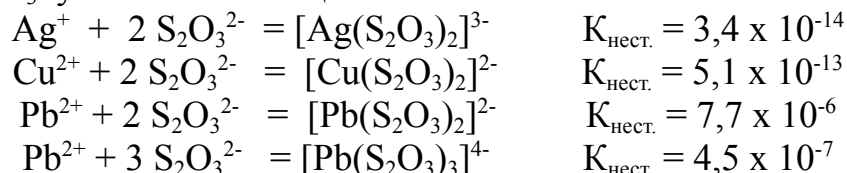
тетратиоцианокобальтат (II) анион голубой раствор

В растворе ацетона уменьшается диссоциация комплексного аниона и синяя окраска становится более интенсивной.

**Маскирование** - это прием для связывания мешающего иона в ходе выполнения анализа. "Маскирующие" вещества связывают мешающие ионы в достаточно прочные комплексы и тем самым сильно понижают их концентрацию в растворе. В качестве маскирующих веществ применяются неорганические вещества : цианиды  $\text{CN}^-$ , тиоцианиды (роданиды)  $\text{SCN}^-$ , фториды  $\text{F}^-$ , фосфаты  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ , оксалаты  $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$  щелочных металлов и аммония; органические вещества - тиомочевина, лимонная кислота, щавелевая кислота, винная кислота, комплексоны и др.

Например. *Катион  $\text{Fe}^{3+}$  мешает открытию катиона  $\text{Co}^{2+}$* , так как они открываются одним характерным реагентом  $\text{SCN}^-$ , но кроваво-красный цвет  $\text{Fe}(\text{SCN})_3$  закрывает голубой цвет иона кобальта  $[\text{Co}(\text{SCN})_4]^{2-}$ . Поэтому, если открыт катион  $\text{Fe}^{3+}$ , то перед открытием катиона  $\text{Co}^{2+}$ , следует применить маскирование катиона  $\text{Fe}^{3+}$ , используя маскирующее вещество фторид аммония  $\text{NH}_4\text{F}$  в виде сухой соли. Фторид ион с катионом  $\text{Fe}^{3+}$  образует бесцветный комплексный ион  $[\text{FeF}_6]^{3-}$  и затем можно открывать в растворе катион кобальта  $\text{Co}^{2+}$  с  $\text{SCN}^-$ , добавив к раствору смесь эфира с изоамиловым спиртом для повышения чувствительности реакции и усиления цвета раствора. Если присутствует катион  $\text{Co}^{2+}$ , то наблюдается синее окрашивание органического слоя, в который экстрагируется комплексный ион  $[\text{Co}(\text{SCN})_4]^{2-}$ .

Например. *Открытие катиона  $\text{Zn}^{2+}$*  проводят при  $\text{pH} \sim 7$  органическим реагентом дитизоном. Образуется продукт реакции красного или розового цвета. Подобный аналитический эффект с дитизоном образуют катионы  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ . Чтобы открыть катион  $\text{Zn}^{2+}$  в присутствии катионов  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ , используют прием маскирования этих катионов с помощью тиосульфата натрия  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ . Катионы  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$  образуют с  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  устойчивые бесцветные комплексные анионы :



### Контрольные вопросы:

1. Дайте характеристику систематическому методу анализа.
2. Дайте определение:
  - частные аналитические реакции;
  - групповые аналитические реакции;
  - специфический реагент;
  - чувствительность;
  - предельное разбавление;
  - маскирование.

**Задание: 1.** изучить материал лекции, учебника §§4.1-4.3; занести в тетрадь Классификации катионов и анионов (табл.)

2. ответить на контрольные вопросы в тетради

Литература

1. Аналитическая химия: уч. для студ. учреждений СПО / [Ю.М.Глубоков, В.А. Головачева, Ю.А.Ефимова и др.]: под ред. А.А.Ищенко. – 12-е изд., стер.- М. : Издательский центр «Академия», 2017. – 464с.

**Для максимальной оценки задание нужно прислать до 15.00 ч. 01.02.2023г.**

**Выполненную работу необходимо сфотографировать и отправить на почтовый ящик [voronkova20.88@gmail.com](mailto:voronkova20.88@gmail.com), Александра Александровна ([vk.com](https://vk.com/alexandra.voronkova)), добавляемся в [Блог преподавателя Воронковой А.А. \(vk.com\)](https://vk.com/anna.voronkova) -здесь будут размещены видео материалы**

**–ОБЯЗАТЕЛЬНО ПОДПИСЫВАЕМ РАБОТУ НА ПОЛЯХ + в сообщении указываем дату/группу/ФИО**