

**ГОУ ВПО Российско-Армянский (Славянский)  
университет**

  
Утверждено  
Директор Института \_\_\_\_\_  
«11» 06 2024, протокол № 12

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ**

Наименование дисциплины: Аналитическая химия

Автор Дарбинян Грануш Гербертовна, к.х.н., доцент

Направление подготовки: 33.05.01 Фармация  
Наименование образовательной программы: 30.05.01 Фармация

# 1. АННОТАЦИЯ

## 1.1. Краткое описание содержания данной дисциплины: Аналитическая химия —

наука, развивающая теоретические основы химического анализа веществ и материалов и разрабатывающая методы идентификации, обнаружения, разделения и определения химических элементов и их соединений, а также методы установления химического состава веществ. Проведение химического анализа в настоящее время заключается в получении информации о составе и природе вещества.

## 1.2. Трудоемкость в академических кредитах и часах, формы итогового контроля (экзамен/зачет);

Общий объем составляет 4 академических кредита, 144 академических часов, итоговый контроль – зачет (2 семестр); 5 академических кредитов, 180 академических часов, итоговый контроль – экзамен (3 семестр);

## 1.3. Взаимосвязь дисциплины с другими дисциплинами учебного плана специальности (направления).

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.О.11 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 33.05.01 «Медицинская биохимия» и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 1 курсе (2 семестр) и 2 курс (3 семестр) Для изучения дисциплины "Аналитическая химия" необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате освоения дисциплин на предыдущем уровне образования. Разделы курса связаны междисциплинарными связями с дисциплиной "Общая и еорганическая химия".

## 1.4. Результаты освоения программы дисциплины:

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Код компетенции	Наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенций	Наименование индикатора достижений компетенций
ОПК-1	Способен использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки,	ОПК-1.1	Знать методы обнаружения неорганических катионов и анионов, методы разделения веществ (физико-химические, хроматографические, экстракционные); основы качественного анализа органических

исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов		соединений; особенности применения хроматографических и спектральных методов для обнаружения токсикантов в объектах; основы математического анализа и расчетов для обработки результатов
	ОПК-1.2	Уметь выбирать оптимальный метод качественного и количественного анализа вещества, используя соответствующие приборы, аппараты и реактивы; оценивать достоверность результата анализа
	ОПК-1.3	Владеть практическим опытом проведения качественного и количественного анализа вещества, оценки качества лекарственного препарата с использованием физических приборов и аппаратов

## 2. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

**2.1. Цели и задачи дисциплины.** Курс формирует у студентов представления о теоретических основах аналитической химии, ее особенностях, связи с другими науками и практической значимости. В результате освоения данной дисциплины должны быть сформированы современные представления о теоретических основах химических методов анализа и возможностях их практического применения. На основе полученных теоретических представлений обучающиеся должны сформировать систему теоретических понятий и категорий в области аналитической химии и ее прикладных аспектов и овладеть навыками выполнения химического анализа.

**2.2. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы (в академических часах и зачетных единицах)**

Виды учебной работы	Всего, в акад. часах	Распределение по семестрам	
		<u>2</u> сем	<u>3</u> сем
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>

<b>1.Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:</b>	<b>324</b>	<b>144</b>	<b>180</b>
1.1.Аудиторные занятия, в т. ч.:	<b>104</b>	<b>52</b>	<b>52</b>
1.1.1.Лекции	<b>52</b>	<b>18</b>	<b>34</b>
1.1.2.Лабораторные работы	<b>86</b>	<b>34</b>	<b>52</b>
1.1.3.Практические занятия	<b>18</b>		<b>18</b>
1.2.Самостоятельная работа, в т. ч.:	<b>123</b>	<b>47</b>	<b>76</b>
Итоговый контроль (Экзамен, Зачет, диф. зачет - указать)	<b>45</b>	<b>45 экз</b>	<b>зачет</b>

### 2.3. Содержание дисциплины

#### 2.3.1. Тематический план и трудоемкость аудиторных занятий (модули, разделы дисциплины и виды занятий) по рабочему учебному плану 2 семестр

Разделы и темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Лекции(ак. часов)	Лабор. (ак. часов)
<b>1</b>	<b>2=3+4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
<b>Введение</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>Раздел 1. Классификация методов анализа.</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>8</b>
Тема 1.1. Виды анализа.	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Понятие о химических реактивах, техника пользования ими. Посуда и приборы, методы применяемые в качественном анализе /Фильтрование. Перегонка. Кристаллизация/. Оборудование, правила работы и техники безопасности в лаборатории органической химии.	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Тема 1.2. Метод и методика анализа.	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<i>Аналитическая классификация катионов.</i> Первая аналитическая группа катионов. $\text{NH}_4^+$ , $\text{Li}^+$ , $\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$ , $\text{Rb}^+$ , $\text{Cs}^+$ , $\text{Fr}^+$ , $\text{Mg}^{2+}$			
Опыты по реакциям катионов 1-ой аналитической группы	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Раздел 2. Метрологические основы химического</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>6</b>
Тема 2.1. (Основные стадии химического анализа.)	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Тема 2.2. Абсолютные (безэталонные) и относительные	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Ход анализа при определении катионов			
Тема 2.3. Основные характеристики метода анализа.	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>Раздел 3. Типы химических реакций и процессов в аналитической химии.</b>	<b>21</b>	<b>7</b>	<b>14</b>
Вторая аналитическая группа катионов $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Sr}^{2+}$ , $\text{Ba}^{2+}$ ,	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Анализ катионов $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Sr}^{2+}$ , $\text{Ba}^{2+}$			
Тема 3.1. Основные типы химических реакций в			
Систематический ход анализа смеси катионов первой и второй аналитических групп	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Тема 3.2. Используемые в аналитической химии	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Третья аналитическая группа катионов			
Тема 3.3. Кислотно-основные реакции.	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>

Определение катионов 1-ой подгруппы третьей			
Определение катионов 2-ой подгруппы третьей			
Тема 3.4. Реакции комплексообразования.	3	1	2
Четвертая аналитическая группа катионов			
Четвертая аналитическая группа катионов – 1-ая			
Тема 3.5. Окислительно-восстановительные реакции.	3	1	2
Четвертая аналитическая группа катионов – 2-ая			
Тема 3.6. Процессы осаждения и соосаждения.	3	1	2
Пятая аналитическая группа катионов			
<b>Раздел 4. Методы обнаружения и идентификации.</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
Обнаружение катионов пятой аналитической группы	5	1	4
Анализ некоторых анионов. Обнаружение $\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$ , $\text{I}^-$ , $\text{SCN}^-$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{NO}_2^-$ .	3	1	2
Обнаружение анионов второй аналитической группы $\text{SO}_3^{2-}$ , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ , $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{PO}_4^{3-}$ , $\text{CrO}_4^{2-}$ ,			
<b>Раздел 5. Методы выделения, разделения и</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Тема 5.1. Основные методы разделения и	3	1	2
<b>ИТОГО</b>	<b>52</b>	<b>18</b>	<b>34</b>

### 3 семестр

Разделы и темы дисциплины	Всего ак. часов	Лекции, ак. Часов	Практ. занятия, ак. часов	Лабор, ак. часов
<b>1</b>	<b>3=4+5+6</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Титриметрические методы анализа	5	2	1	2
Тема 5.2. Методы экстракции.	7	2	1	4
Экстракция – применение различных методов	7	2	1	4
<b>Раздел 6. Гравиметрический метод анализа.</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>8</b>
Тема 6.1. Методы осаждения и соосаждения.	8	3	1	4
Тема 6.2. Другие методы применяемые в аналитической химии.	8	3	1	4
<b>Раздел 7. Хроматографические методы анализа.</b>	<b>42</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>20</b>
Тема 7.1. Хроматография.	4	1	1	2
Тема 7.2. Газовая хроматография.	6	1	1	4
Тема 7.3. Жидкостная хроматография.	4	1	1	2
Тема 7.4. Плоскостная хроматография.	7	2	1	4
Тонкослойная плоскостная хроматография.	5	2	1	2
Тонкослойная, колоночная хроматография	7	2	1	4
Тема 7.5. Адсорбционная жидкостная хроматография.	5	2	1	2
Тема 7.6. Эксклюзионная хроматография.	5	2	1	2
<b>Раздел 8. Титриметрические методы анализа.</b>	<b>27</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>14</b>
Тема 8.1. Методы титриметрического анализа.	7	2	1	4
Тема 8.2. Кислотно-основное титрование.	7	2	1	4

Тема 8.3. Окислительно-восстановительное титрование.	5	2	1	2
Тема 8.4. Осадительное титрование.	4	1	1	2
Тема 8.5. Комплексометрическое титрование.	4	1	1	2
<b>ИТОГО</b>		<b>34</b>	<b>18</b>	<b>52</b>

### 2.3.2. Краткое содержание разделов дисциплины в виде тематического плана 2 семестр

#### **ВВЕДЕНИЕ**

Предмет аналитической химии, ее структура. Индивидуальность аналитической химии, ее место в системе наук, связь с практикой.

#### **Раздел 1. КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ АНАЛИЗА.**

##### **Тема 1.1.** Виды анализа.

- Химические, физические и биологические методы анализа.
- Макро-, микро- и ультрамикрoанализ.
- Качественный и количественный анализ.

##### **Тема 1.2.** Метод и методика анализа.

#### **Раздел 2. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

##### **Тема 2.1.** Основные стадии химического анализа.

##### **Тема 2.2.** Абсолютные (безэтaлонные) и относительные методы анализа.

- Относительная и систематическая погрешность, промах, предел обнаружения.

##### **Тема 2.3.** Основные характеристики метода анализа.

- правильность и воспроизводимость,
- коэффициент чувствительности,
- предел обнаружения,
- нижняя и верхняя границы определяемых содержаний.
- классификация погрешностей анализа.

#### **Раздел 3. ТИПЫ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ И ПРОЦЕССОВ В АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

##### **Тема 3.1.** Основные типы химических реакций в аналитической химии.

- кислотно-основные реакции;
- реакции комплексообразования;
- реакции окисления-восстановления.

##### **Тема 3.2.** Используемые в аналитической химии процессы.

- осаждение-растворение;
- экстракция;
- сорбция.
- Константы равновесия реакций и процессов.

##### **Тема 3.3.** Кислотно-основные реакции.

- Теория Аррениуса.
- Современные представления о кислотах и основаниях.
- Теория Льюиса.
- Теория Бренстеда - Лоури.
- Равновесие в системе кислота - сопряженное основание и растворитель.

- Константы кислотности и основности.
- Сила кислот и оснований.
- Роль растворителя в протолитических реакциях: апротонные, протофильные и амфипротные растворители.
- Константа автопротолиза.
- Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителей.
- Буферные растворы и их свойства.

#### **Тема 3.4. Реакции комплексообразования.**

- Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии.
- Классификация комплексных соединений
  - а) по характеру взаимодействия металл-лиганд,
  - б) по однородности лиганда и центрального иона (комплексообразователя):
  - в) внутрисферные комплексы и ионные ассоциаты (внешнесферные комплексы и ионные пары),
  - г) однороднолигандные и смешанолигандные,
  - д) полиядерные (гетерополиядерные и гомополиядерные).
- Классификация комплексных соединений по термодинамической и кинетической устойчивости.
- Теоретические основы взаимодействия органических реагентов с неорганическими ионами.
- Теория аналогий взаимодействия ионов металлов с неорганическими реагентами типа  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$  и  $\text{H}_2\text{S}$  и кислород-, азот-, серосодержащими органическими реагентами.
- Хелаты, внутрикмоплексные соединения.

#### **Тема 3.5. Окислительно-восстановительные реакции.**

- Окислительно-восстановительные реакции – их типы.
- Окисление и восстановление.
- Электродный потенциал. Уравнение Нернста.
- Стандартный и формальный потенциалы.
- Связь константы равновесия со стандартными потенциалами.
- Направление реакции окисления и восстановления.
- Факторы, влияющие на направление окислительно-восстановительных реакций.
- Механизмы окислительно-восстановительных реакций.

#### **Тема 3.6. Процессы осаждения и соосаждения.**

- Равновесие в системе раствор - осадок.
- Осадки и их свойства. Схема образования осадка.
- Кристаллические и аморфные осадки. Зависимость структуры осадка от растворимости, полярности молекул и условий осаждения (концентрации осаждаемого иона и осадителя, солевого состава раствора и pH, температуры).
- Условия получения кристаллических осадков. Гомогенное осаждение.
- Старение осадка. Причины загрязнения осадка.
- Использование коллоидных систем в химическом анализе.

### **Раздел 4. МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИИ**

#### **Тема 4.1. Методы обнаружения и идентификации**

- Задачи и выбор метода обнаружения и идентификации химических соединений.
- Идентификация атомов, ионов и веществ.
- Дробный и систематический анализ.

- Физические методы обнаружения и идентификации неорганических и органических веществ.

- 

## **Раздел 5. МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ, РАЗДЕЛЕНИЯ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ**

### **Тема 5.1. Основные методы разделения и концентрирования.**

- роль методов разделения и концентрирования в химическом анализе, выбор и оценка.
- Сочетание методов разделения и концентрирования с методами определения; гибридные методы.
- Одноступенчатые и многоступенчатые процессы разделения.
- Константы распределения. Фактор разделения.
- Коэффициент концентрирования.

## **3 семестр**

### **Тема 5.2. Методы экстракции.**

- Теоретические основы методов. Закон распределения.
- Классификация экстракционных процессов.
- Скорость экстракции.
- Типы экстракционных систем.
- Условия экстракции неорганических и органических соединений.
- Реэкстракция.
- Природа и характеристика экстрагентов.

### **Тема 5.3. Методы осаждения и соосаждения.**

- Применение неорганических и органических реагентов для осаждения.
- Способы разделения путем установления различных значений pH, образования комплексных соединений и применения окислительно-восстановительных реакций.
- Групповые реагенты и предъявляемые к ним требования.
- Концентрирование микроэлементов соосаждением на неорганических и органических носителях (коллекторах).

### **Тема 5.4. Другие методы выделения и разделения, применяемые в аналитической химии.**

- Метод маскирования.
- Электрохимические методы.
- Отгонка (дистилляция, возгонка).
- Селективное растворение.
- Направленная кристаллизация.
- Сорбция.
- Флотация.

## **Раздел 6. ГРАВИМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД АНАЛИЗА**

### **Тема 6.1. Гравиметрический метод.**

- Сущность гравиметрического анализа, преимущества и недостатки метода.
- Важнейшие органические и неорганические осадители.

Изменения состава осадка при высушивании и прокаливании.

## **Раздел 7. ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА**

### **Тема 7.1. Хроматография.**

- Понятие о подвижной и неподвижной фазах.
- Классификация методов:
  - а) по агрегатному состоянию подвижной и неподвижной фаз,
  - б) по механизму разделения,
  - в) по технике выполнения.



- Способы получения хроматограмм.
- Основные параметры хроматограммы.
- Качественный и количественный хроматографический анализ.

### **Тема 7.2. Газовая хроматография.**

- газо-адсорбционная (газо-твердофазная)
- газо-жидкостная хроматография.
- Сорбенты и носители, требования к ним.
- Механизм разделения.
- Схема газового хроматографа.
- Колонки. Детекторы, их чувствительность и селективность.
- Области применения газовой хроматографии.

### **Тема 7.3. Жидкостная хроматография.**

- Виды жидкостной хроматографии.
- Преимущества высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).
- Схема жидкостного хроматографа.
- Основные типы детекторов, их чувствительность и селективность.

### **Тема 7.4. Адсорбционная жидкостная хроматография.**

- Полярные и неполярные неподвижные фазы и принципы их выбора.
- Модифицированные силикагели как сорбенты.
- Подвижные фазы и принципы их выбора.
- Области применения адсорбционной жидкостной хроматографии.

### **Тема 7.5. Ионообменная хроматография.**

- Строение и физико-химические свойства ионообменников.
- Ионообменное равновесие.
- Селективность ионного обмена и факторы его определяющие.
- Особенности строения и свойства сорбентов для ионной хроматографии.
- Одноколоночная и двухколоночная ионная хроматография, их преимущества и недостатки.
- Ионохроматографическое определение катионов и анионов.

### **Тема 7.6. Эксклюзионная хроматография.**

- Общие принципы метода.
- Подвижные и неподвижные фазы.
- Особенности механизма разделения.
- Определяемые вещества и области применения метода.

### **Тема 7.7. Плоскостная хроматография.**

- Общие принципы разделения.
- Способы получения плоскостных хроматограмм (восходящий, нисходящий, круговой, двумерный).
- Реагенты для проявления хроматограмм.
- Бумажная хроматография. Преимущества и недостатки.
- Тонкослойная хроматография. Механизмы разделения.

## **Раздел 8. ТИТРИМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА**

### **Тема 8.1. Методы титриметрического анализа.**

- Классификация.
- Требования, предъявляемые к реакции в титриметрическом анализе.
- Виды титриметрических определений: прямое и обратное, косвенное титрование.
- Способы выражения концентраций растворов в титриметрии.
- Фиксаналы.
- Точка эквивалентности и конечная точка титрования.

#### **Тема 8.2. Кислотно-основное титрование.**

- Построение кривых титрования.
- Кислотно-основное титрование в неводных средах.
- Кислотно-основные индикаторы.
- Стандарты для установления концентрации растворов кислот и оснований.
- Титрование кислот, оснований, смесей кислот и смесей оснований.

#### **Тема 8.3. Окислительно-восстановительное титрование.**

- Методы окислительно-восстановительного титрования.
- Перманганатометрия.
- Иодометрия и иодиметрия. Система иод-иодид как окислитель или восстановитель.
- Бихроматометрия.
- Построение кривых титрования. Факторы, влияющие на характер кривых титрования: концентрация ионов водорода, комплексообразование, ионная сила. Погрешности титрования.
- Первичные и вторичные стандарты. Индикаторы. Определение неорганических и органических соединений.

#### **Тема 8.4. Осадительное титрование.**

- Построение кривых титрования.
- Способы обнаружения конечной точки титрования; индикаторы.
- Погрешности титрования. Примеры практического применения.

#### **Тема 8.5. Комплексометрическое титрование.**

- Неорганические и органические титранты в комплексометрии.
- Использование аминополикарбоновых кислот в комплексометрии.
- Построение кривых титрования.

### **2.3.3. Краткое содержание семинарских/практических занятий/лабораторного практикума**

Закрепление материала проводится на практических занятиях. После проработки данной темы студенты отвечают на контрольные вопросы. Для лучшего усвоения теоретического материала на практических занятиях проводятся также эксперименты.

В каждом семестре проводятся 3 контроля. Контроль проводится по тестовым билетам. Каждый билет содержит 20-30 вопросов по пройденному материалу.

### **2.3.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Важнейшим компонентом для усвоения предмета “Аналитическая химия” является наличие химических реактивов, лабораторного оборудования, лабораторной посуды для демонстрации опытов, обнаружения самими студентами ионов, проведения качественного и количественного анализа. Лаборатория Химии оснащена необходимым оборудованием, в ней

имеются необходимые реактивы и стеклянная посуда для реализации программы по предмету “Аналитическая химия ” в полном объеме в соответствии с требованиями, предъявляемыми по требованиям учебного процесса.

Аудитории оборудованы аудиовизуальными, техническими и компьютерными средствами обучения, а также наглядными пособиями - 70 рисунков, схем, таблиц на стандартных пленках, поясняющие содержание лекций. Каждый студент во время лекции снабжается ксерокопиями с таблиц для самостоятельного пользования.

#### 2.4. Модульная структура дисциплины с распределением весов по формам контролей

Формы контролей	Вес формы (форм) текущего контроля в результирующей оценке текущего контроля (по модулям)		Вес формы промежуточного контроля в итоговой оценке промежуточного контроля		Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей		Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей (семестровой оценке)		Весы результирующей оценки промежуточных контролей и оценки итогового контроля в результирующей оценке итогового контроля
	M1 <sup>1</sup>	M2	M1	M2	M1	M2			
<b>Вид учебной работы/контроля</b>	<b>M1<sup>1</sup></b>	<b>M2</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>			
Контрольная работа <i>(при наличии)</i>			1	1					
Устный опрос <i>(при наличии)</i>	0.5	0.5							
Тест <i>(при наличии)</i>									
Лабораторные работы <i>(при наличии)</i>	0.5	0.5							
Письменные домашние задания <i>(при наличии)</i>									
Реферат <i>(при наличии)</i>									
Эссе <i>(при наличии)</i>									
Проект <i>(при наличии)</i>									
<i>Другие формы (при наличии)</i>									
Весы результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках промежуточных контролей					0.5	0.5			

<sup>1</sup> Учебный Модуль

Веса оценок промежуточных контролей в итоговых оценках промежуточных контролей					0.5	0.5		
Вес итоговой оценки 1-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							0.5	
Вес итоговой оценки 2-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							0.5	
Вес результирующей оценки промежуточных контролей в результирующей оценке итогового контроля								0.5
<b>Вес итогового контроля (Экзамен/зачет) в результирующей оценке итогового контроля</b>								0.5
	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$

### 3. Теоретический блок

#### 3.1. Материалы по теоретической части курса

##### 3.1.1. Учебник(и);

##### а) Базовый учебник\*

Основы аналитической химии: (Ю.А. Золотов). М.: Высш. шк., 2004. Кн. 1. 359 с.; Кн. 2. 503

##### б) Основная литература

1. *Васильев В.П.* Аналитическая химия: В 2 ч. М.: Высш. шк., 1989. Ч. 1. 320 с.; Ч. 2. 384 с.
2. *Янсон Э.Ю.* Теоретические основы аналитической химии: М.: Высш. шк., 1987. 261 с.
3. *Скуг Д., Уэст Д.* Основы аналитической химии: В 2 т. М.: Мир, 1979. Т. 1-2.
4. *Фритц Дж., Шенк Г.* Количественный анализ. М.: Мир, 1978. 557 с.
5. *Кунце У., Шведт Г.* Основы качественного и количественного анализа. М. Мир, 1997. 424 с
6. *Пилипенко А.Т., Пятницкий И.В.* Аналитическая химия /в 2-х книгах/, М. Химия, 1990.
7. *Барсукова З.А.* Аналитическая химия М.: Высш. шк., 1990

##### б) Дополнительная литература

1. *Пиккеринг У.Ф.* Современная аналитическая химия. М: Химия, 1977. 558 с.
2. *Лайтинен Г.А., Харрис В.Е.* Химический анализ. 2-е изд., пере-раб. М.: Химия, 1979. 624 с.
3. *Гуляницкий А.* Реакции кислот и оснований в аналитической химии. М.: Мир, 1975. 239 с.

4. Хольцбехер З. и др. Органические реагенты в неорганическом анализе. М.: Мир, 1979. 752 с.

5. Золотов Ю.А. Аналитическая химия: проблемы и достижения. М.: Наука, 1992. 288 с.

6. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Задачи и упражнения по аналитической химии. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. 215 с.

#### 4. Фонды оценочных средств

##### 4.1. Планы практических и семинарских занятий

<i>Качественный анализ</i>		
Неделя	Тема	Самостоятельная работа / задание
1	Сульфидная классификация катионов. Аналитический сигнал; чувствительность химической реакции.	Соответствующие разделы из прив. списка лит-ры
2	1-я аналитическая группа катионов. Частные реакции $K^+$ , $Na^+$ , $NH_4^+$ ионов.	То же
3	2-я аналитическая группа катионов. Частные реакции $Mg^{+2}$ , $Ba^{+2}$ , $Sr^{2+}$ , $Ca^{+2}$ ионов.	"_ "
4	Анализ смеси катионов 2-ой аналитической группы.	"_ "
5	3-я аналитическая группа катионов. Частные реакции $Al^{+3}$ , $Cr^{+3}$ , $Fe^{3+}$ ионов (подгруппа алюминия).	"_ "
6	3-я аналитическая группа катионов (подгруппа марганца) Частные реакции $Mn^{+2}$ , $Fe^{2+}$ , $Zn^{2+}$ ионов.	"_ "
7	3-я аналитическая группа катионов (подгруппа марганца). Частные реакции $Co^{+2}$ , $Ni^{2+}$ ионов. Анализ смеси катионов 3-ей аналитической группы пероксидно-щелочным методом.	"_ "
8	Общая характеристика катионов 4-ой аналитической группы. Условия осаждения сероводородом.	"_ "
9	4-я аналитическая группа катионов (подгруппа меди). Частные реакции $Cu^{+2}$ , $Hg^{2+}$ , $Bi^{3+}$ , $Cd^{2+}$ ионов.	"_ "
10	Анализ смеси катионов 4-ой аналитической группы глицерино- щелочным и аммиачным методами.	"_ "
11	Общая характеристика катионов 5-ой аналитической группы. Условия осаждения хлороводородной кислотой. Частные реакции $Ag^+$ , $Pb^{2+}$ , $Hg_2^{2+}$ . Анализ смеси катионов 5-ой аналитической группы.	"_ "
12	Классификация анионов. 1-я группа анионов. Частные	"_ "

	реакции $\text{SO}_4^{-2}$ , $\text{SO}_3^{-2}$ , $\text{S}_2\text{O}_3^{-2}$ , $\text{CO}_3^{-2}$ , $\text{C}_2\text{O}_4^{-2}$ ионов.	
13	2-я группа анионов. Частные реакции $\text{Cl}^-$ , $\text{Br}^-$ , $\text{I}^-$ , $\text{SCN}^-$ , $\text{S}^{-2}$ ионов.	"_ "
14	3-я группа анионов. Частные реакции $\text{NO}_3^-$ , $\text{NO}_2^-$ , $\text{CH}_3\text{COO}^-$ , $\text{MnO}_4^-$ ионов.	"_ "
15	Анализ сухого вещества (соли).	"_ "
16	Решение типовых задач.	"_ "

<i>Количественный анализ</i>		
Неделя	Тема	Самостоятельная работа / задание
1	Приготовление раствора соляной кислоты и установление его нормальности по титрованию натрия. Определение временной жесткости воды.	Соответствующие разделы из прив. списка лит-ры
2	Определение смеси $\text{NaOH}$ - $\text{H}$ и $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .	То же
3	Определение аммиака в солях аммония.	"_ "
4	Приготовление и стандартизация рабочего раствора $\text{KMnO}_4$ .	"_ "
5	Определение $\text{Fe}^{2+}$ , $\text{H}_2\text{O}_2$ , $\text{NO}_2^-$ перманганатометрическим методом.	"_ "
6	Дихроматометрия. Определение $\text{Fe}^{2+}$ .	"_ "
7	Иодометрическое титрование. Определение окислителей и восстановителей.	"_ "
8	Приготовление и стандартизация рабочего раствора $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ . Иодометрическое определение $\text{H}_2\text{O}_2$ и $\text{Cu}^{2+}$ .	"_ "
9	Иодометрическое определение аналгина.	"_ "
10	Броматометрическое титрование. Определение сурьмы.	"_ "
11	Осадительное титрование. Аргентометрия. Определение галогенидов методом Мора, Фольгарда.	"_ "
12	Комплексиметрическое титрование. Меркуриметрическое и меркурометрическое определение хлоридов.	"_ "
13	Комплексонометрия. Индикаторы комплексонометрии.	"_ "

	Определение общей жесткости воды.	
14	Определение $\text{Fe}^{3+}$ сульфосалициловой кислотой фотометрическим методом.	"_ "
15	Решение типовых задач.	"_ "
16	Решение типовых задач.	"_ "

#### 4.2. Планы лабораторных работ и практикумов

№	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	2	3
1.	<b>Раздел I. Метрологические основы химического анализа</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Понятие о химических реактивах, техника пользования ими.</li> <li>• Посуда и приборы, методы применяемые в качественном анализе /Фильтрование. Перегонка. Кристаллизация/.</li> <li>• Оборудование, правила работы и техники безопасности в лаборатории органической химии.</li> <li>• <i>Аналитическая классификация катионов.</i></li> <li>• Первая аналитическая группа катионов. <math>\text{NH}_4^+</math>, <math>\text{Li}^+</math>, <math>\text{Na}^+</math>, <math>\text{K}^+</math>, <math>\text{Rb}^+</math>, <math>\text{Cs}^+</math>, <math>\text{Fr}^+</math>, <math>\text{Mg}^{2+}</math></li> <li>• Вторая аналитическая группа катионов <math>\text{Ca}^{2+}</math>, <math>\text{Sr}^{2+}</math>, <math>\text{Ba}^{2+}</math>, <math>\text{Ra}^{2+}</math></li> </ul>
2.	<b>Раздел II. Типы химических реакций и процессов в аналитической химии</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Систематический ход анализа смеси катионов первой и второй аналитических групп</li> <li>• Третья аналитическая группа катионов</li> <li>• Четвертая аналитическая группа катионов (<math>\text{Hg}^{2+}</math>, <math>\text{Cu}^{2+}</math>, <math>\text{Bi}^{3+}</math>, <math>\text{Cd}^{2+}</math>, <math>\text{Pd}^{2+}</math>, <math>\text{Sn}^{2+}</math>, <math>\text{Sn}^{\text{IV}}</math>, <math>\text{As}^{\text{III}}</math> <math>\text{As}^{\text{V}}</math>, <math>\text{Sb}^{\text{III}}</math>, <math>\text{Sb}^{\text{V}}</math>, <math>\text{Au}^{3+}</math>, <math>\text{Ge}^{\text{IV}}</math>, <math>\text{Re}^{\text{IV}}</math>, <math>\text{Ir}^{\text{IV}}</math>, <math>\text{Pt}^{\text{IV}}</math>)</li> </ul> <p><b>Осаждаемые сероводородом катионы:</b></p> <p><i>1-я подгруппа:</i> реакции катионов первой подгруппы (подгруппа меди) <math>\text{Hg}^{2+}</math>, <math>\text{Cu}^{2+}</math>, <math>\text{Bi}^{3+}</math>, <math>\text{Cd}^{2+}</math>, <math>\text{Pd}^{2+}</math>.</p> <p><i>2-я подгруппа:</i> <math>\text{Sn}^{2+}</math>, <math>\text{Sn}^{\text{IV}}</math>, <math>\text{As}^{\text{III}}</math> <math>\text{As}^{\text{V}}</math>, <math>\text{Sb}^{\text{III}}</math>, <math>\text{Sb}^{\text{V}}</math>, <math>\text{Au}^{3+}</math>, <math>\text{Ge}^{\text{IV}}</math>, <math>\text{Re}^{\text{IV}}</math>, <math>\text{Ir}^{\text{IV}}</math>, <math>\text{Pt}^{\text{IV}}</math>.</p> <p><i>3-я подгруппа:</i> <math>\text{Ag}^+</math>, <math>[\text{Hg}_2]^{2+}</math>, <math>\text{Pb}^{2+}</math>, <math>\text{Cu}^+</math>, <math>\text{Au}^+</math>, <math>\text{Tl}^+</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Общие реакции катионов четвертой аналитической группы</li> </ul>

3.	<b>Раздел III. Методы обнаружения и идентификации</b>	<p>пятая аналитическая группа катионов (группа серебра)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Пятая аналитическая группа катионов. <math>Ag^+</math>, <math>[Hg_2]^{2+}</math>, <math>Pb^{2+}</math>, <math>Cu^+</math>, <math>Au^+</math>, <math>Tl^+</math></i></li> <li>• Систематический ход анализа смеси катионов пятой аналитической группы.</li> <li>• <i>Анализ некоторых анионов. Обнаружение <math>Cl^-</math>, <math>Br^-</math>, <math>I^-</math>, <math>SCN^-</math>, <math>NO_3^-</math>, <math>NO_2^-</math>.</i></li> </ul> <p><i>Обнаружение некоторых анионов второй аналитической группы</i></p> <p><math>F^-</math>, <math>SO_3^{2-}</math>, <math>S_2O_3^{2-}</math>, <math>SO_4^{2-}</math>, <math>CO_3^{2-}</math>, <math>PO_4^{3-}</math>, <math>CrO_4^{2-}</math>, <math>AsO_3^{3-}</math>, <math>AsO_4^{3-}</math>, <math>BO_3^{3-}</math>, <math>SiO_3^{2-}</math>, <math>C_2O_4^{2-}</math>, <math>VO_3^-</math>, <math>MoO_4^{2-}</math>, <math>WO_4^{2-}</math>, <math>(GeO_3^{2-}</math>, <math>IO_3^-</math>, <math>IO_4^-</math>, <math>C_4H_4O_6^{2-}</math>, <math>SiF_6^{2-}</math>, <math>SeO_3^{2-}</math>, <math>SeO_4^{2-}</math>, <math>TeO_3^{2-}</math>, <math>TeO_4^{2-}</math>)</p>
4.	<b>Раздел IV. Методы выделения, разделения и концентрирования</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Методы осаждения и соосаждения.</li> <li>• Методы экстракции.</li> </ul>
5.	<b>Раздел V. Хроматографические методы анализа</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Тонкослойная плоскостная хроматография.</li> </ul>
6.	<b>Раздел VI. Титриметрические методы анализа</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Кислотно-основное титрование.</li> <li>• Окислительно-восстановительное титрование.</li> <li>• Осадительное титрование. Комплексометрическое титрование.</li> </ul>

#### 4.3. Материалы по практической части курса

##### 4.3.1. Учебники

1. Аналитическая химия. Методы идентификации и определения веществ. Учебник для вузов, 2-е изд., стер. Лань, 2020.
2. G.D. Christian, P.K. Dasgupta, K.A. Schug, Analytical Chemistry, 7<sup>th</sup> ed., John Wiley & Sons Inc., 2014, p. 826.
3. М.Отто. Современные методы аналитической химии. М., Техносфера, 2008, 544 с.
4. Г.Кристиан. Аналитическая химия в 2 томах. М., БИНОМ, Лаборатория знаний. 2009.
5. Т.И.Хаханина, Н.Г.Никитина «Аналитическая химия», учебник и практикум, 3-е издание, М., «Юрайт», 2016.
6. R.Kellner, J.-M.Mermet, M.Otto, H.M.Widmer (Eds). Analytical Chemistry, Weinheim, VCH, 1995.
7. В.Д.Пономарев «Аналитическая химия», ч. 1, Качественный анализ, М., «Высшая школа», 1982.



8. В.Д.Пономарев «Аналитическая химия», ч. 2, Количественный анализ, М., «Высшая школа», 1982.
9. Основы аналитической химии. Практическое руководство. Учебное пособие для вузов. Под ред. Ю.А.Золотова. М.; Высшая школа, 2001. 463 с.
10. R.Kellner, J.-M. 3. Mermet, M.Otto, H.M.Widmer (Eds). Analytical Chemistry, Weinheim, VCH, 1995.
11. В.П.Васильев. Аналитическая химия. В 2 ч. – М.: Высшая школа, 1989.
12. Д.Скуг, Д.Уэст. Основы аналитической химии, в 2-х томах, М., Мир, 1979.
13. В.Н.Алексеев. Курс качественного химического полумикроанализа. М., Химия, 1973.
14. В.Н.Алексеев. Количественный анализ. М., Химия, 1972.
15. Ю.Ю.Лурье. Справочник по аналитической химии. М., Химия, 1989.

#### 4.3.2. Задачники (практикумы);

*Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В.* Задачи и упражнения по аналитической химии. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. 215 с.

#### 4.4. Вопросы и задания для самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов организуется во внеурочное время. При этом необходимо пользоваться предложенной литературой, материалами интернета, лекциями.

#### 4.5. Образцы вариантов контрольных работ, тестов и/или других форм текущих и промежуточных контролей

1. В группе “Б” найдите эффекты реакций на катионы серебра с реактивами группы “А”.

“А”	“Б”
1. H <sub>2</sub> S	1. Образование серебряного зеркала
2. NaOH	2. Белый осадок
3. NH <sub>4</sub> OH экв.	3. Кирпично-красный осадок
4. NH <sub>4</sub> OH изб.	4. Бесцветный раствор
5. KCl	5. Черный осадок
6. KI	6. Бледно-желтый осадок
7. HCON + NH <sub>4</sub> OH	7. Синий раствор
8. K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	8. Оранжевое окрашивание раствора
9. Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> изб.	
2. Каким реактивом можно обнаружить ионы свинца в присутствии ионов висмута?.	
1) KOH      2) NH <sub>4</sub> OH      3) (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 4) Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 5) H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	
3. Найдите в группе “Б” эффект реакции с гидроокисью аммония для ионов группы “А”.	

“А”

1.  $\text{Pb}^{2+}$
2.  $\text{Hg}_2^{2+}$
3.  $\text{Cu}^{2+}$
4.  $\text{Cd}^{2+}$
5.  $\text{Ag}^+$
6.  $\text{Hg}^{2+}$
7.  $\text{Bi}^{3+}$

1. Белый осадок, нерастворимый в избытке реактива
2. Белый осадок, растворимый в избытке реактива
3. Белый осадок, нерастворимый в  $\text{HNO}_3$
4. Черный осадок, нерастворимый в избытке реактива
5. Осадок не образуется
6. Зеленовато-голубой осадок, растворимый в избытке реактива

“Б”

4. Какие соединения свинца хорошо растворимы в воде?

- |   |                      |
|---|----------------------|
| 1) $\text{PbSO}_4$                      | 7) $\text{PbCl}_2$   |
| 2) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$           | 8) $\text{PbS}$      |
| 3) $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ | 9) $\text{PbBr}_2$   |
| 4) $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$         | 10) $\text{PbCrO}_4$ |
| 5) $\text{Pb}(\text{OH})_2$             | 11) $\text{PbI}_2$   |
| 6) $\text{Na}_2\text{PbO}_2$            |                      |

## РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

**Пример 1.** Вычислите pH 0,05 M раствора KOH.

*Решение*

KOH – сильный электролит;

$$[\text{OH}^-] = c(\text{KOH}) = 0,05 \text{ моль/дм}^3; \text{pOH} = -\lg[\text{OH}^-] = -\lg 5 \cdot 10^{-2} = 2 - \lg 5 = 1,3; \text{pOH} + \text{pH} = 14;$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH} = 14 - 1,3 = 12,7.$$

**Пример 2.** Вычислите концентрацию ионов  $[\text{H}^+]$  и pH 0,5 M раствора пропионовой кислоты  $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$ , если  $K_{\text{кисл}} = 1,4 \cdot 10^{-5}$ .

*Решение*

$\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$  – слабая кислота.

Для слабых кислот  $[\text{H}^+]$  вычисляется по формуле

$$[\text{H}^+] = \sqrt{K_{\text{кисл}} C_{\text{кисл}}},$$

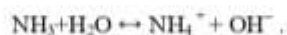
$$\text{тогда } [\text{H}^+] = \sqrt{1,4 \cdot 10^{-5} \cdot 0,5} = 2,6 \cdot 10^{-3};$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg 2,6 \cdot 10^{-3} = 3 - \lg 2,6 = 2,58.$$

**Пример 3.** Вычислите pH 0,01 M раствора аммиака, если  $K_{\text{осн}} = 1,76 \cdot 10^{-5}$ ,  $\text{p}K_{\text{осн}} = 4,76$ .

*Решение*

В водном растворе аммиака имеет место равновесие:



Поскольку  $K_{\text{осн}} < 10^{-3}$ , полагаем, что равновесная концентрация недиссоциированного основания равна его общей концентрации:  $c(\text{NH}_4\text{OH}) = 0,01 \text{ моль/дм}^3$ . Для слабых оснований  $[\text{OH}^-]$  вычисляют по формуле:

$$[\text{OH}^-] = \sqrt{K_{\text{осн}} C_{\text{осн}}}$$

$$\text{pOH} = -\lg \sqrt{K_{\text{осн}} C_{\text{осн}}}$$

$$\text{pH} = 14 - \frac{1}{2} \text{p}K_{\text{осн}} + \frac{1}{2} \lg C_{\text{осн}}$$

$$\text{pH} = 14 - \frac{1}{2} 4,76 + \frac{1}{2} \lg 0,01 = 10,63$$

**Пример 4.** К 80 см<sup>3</sup> 0,1 М раствора СН<sub>3</sub>СООН прибавили 20 см<sup>3</sup> 0,2 М раствора СН<sub>3</sub>СООНа. Рассчитайте рН полученного раствора, если  $K_{\text{кисл}} = 1,78 \cdot 10^{-5}$ .

*Решение*

Объем раствора, полученного после сливания исходных растворов, равен  $80 + 20 = 100 \text{ см}^3$ ;

$$M(\text{CH}_3\text{COOH}) = c(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot V(\text{CH}_3\text{COOH}) / V_{\text{р-ра}} = 0,1 \cdot 80 / 100 = 0,08 \text{ моль/дм}^3.$$

$$M(\text{CH}_3\text{COONa}) = c(\text{CH}_3\text{COONa}) \cdot V(\text{CH}_3\text{COONa}) / V_{\text{р-ра}} = 0,2 \cdot 20 / 100 = 0,04 \text{ моль/дм}^3.$$

Для буферных растворов, образованных слабой кислотой и солью этой кислоты,  $[\text{H}^+]$  находят по формуле:

$$[\text{H}^+] = K_{\text{кисл}} \frac{C_{\text{кисл}}}{C_{\text{соль}}}$$

$$-\lg[\text{H}^+] = -\lg K_{\text{кисл}} - \lg \frac{C_{\text{кисл}}}{C_{\text{соль}}}$$

$$[\text{H}^+] = 1,78 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{0,08}{0,04} = 3,56 \cdot 10^{-5} \text{ моль/дм}^3$$

$$\text{pH} = -\lg 3,56 \cdot 10^{-5} = 4,45$$

#### 4.6. Перечень экзаменационных вопросов

1. Аналитическая химия и химический анализ. Основные разделы современной аналитической химии.
2. Краткий исторический очерк развития аналитической химии. Применение методов аналитической химии в фармации.
3. Аналитические признаки веществ и аналитические реакции. Подготовка образца к анализу.
4. Некоторые положения теории растворов электролитов и закона действующих масс, применяемых в аналитической химии.
5. Кислотно-основные равновесия и их роль в аналитической химии.
6. Протолитическая теория кислот и оснований. Протолитическое равновесие в воде.
7. Расчет рН сильных и слабых кислот и оснований.
8. Характеристика силы кислот и оснований. Константы кислотности и основности и их показатели.
9. Буферные системы. Значение рН буферных растворов. Буферная емкость.
10. Гидролиз. Константа и степень гидролиза. Расчет рН в растворах гидролизующихся солей.
11. Гетерогенные равновесия в системе осадок - насыщенный раствор малорастворимого электролита и их роль в аналитической химии.
12. Произведение растворимости, ионное произведение. Условие образования осадков малорастворимых сильных электролитов.

13. Способы выражения растворимости малорастворимых сильных электролитов.
14. Влияние добавок одноименных и посторонних электролитов на растворимость малорастворимых сильных электролитов.
15. Окислительно-восстановительные равновесия и их роль в аналитической химии. .  
Влияние различных факторов на значение окислительно-восстановительных потенциалов. Глубина протекания ОВР.
16. Уравнение Нернста. Потенциал (ЭДС) реакции.
17. Окислительно-восстановительные системы. Окислительно-восстановительные потенциалы редокс-пар.
18. Равновесия комплексообразования и их роль в аналитической химии.
  
19. Применение органических реагентов в аналитической химии.
20. Влияние различных факторов на устойчивость комплексных соединений, процессы комплексообразования в растворах.
21. Равновесия в растворах комплексных соединений. Константы устойчивости и нестойкости комплексов.
22. Комплексные соединения. Общая характеристика.
23. Применение органических реагентов в аналитической химии.
24. Методы разделения и концентрирования веществ в аналитической химии.
25. Качественный анализ. Качественный анализ катионов и анионов.
26. Характерные реакции катионов I аналитической группы по сульфидной классификации.
27. Характерные реакции катионов II аналитической группы по сульфидной классификации.
28. Характерные реакции катионов III аналитической группы по сульфидной классификации.
29. Характерные реакции катионов IV аналитической группы по сульфидной классификации.
30. Характерные реакции катионов V аналитической группы по сульфидной классификации.
31. Характерные реакции анионов I аналитической группы (подгруппа бария).
32. Характерные реакции анионов II аналитической группы (подгруппа серебра).

33. Характерные реакции анионов III аналитической группы.
34. Качественный химический анализ вещества.
35. Применение физических и физико-химических методов в качественном анализе.
36. Количественный анализ. Классификация методов количественного анализа. Роль и значение количественного анализа в фармации.
37. Статистическая обработка результатов количественного анализа.
38. Химические титриметрические методы анализа (титриметрия).
39. Типовые расчеты в титриметрическом анализе. Виды (приемы) титрования. Классификация методов титриметрического анализа.
40. Кислотно-основное титрование. Индикаторы метода кислотно-основного титрования. Кривые кислотно-основного титрования. Ошибки кислотно-основного титрования
41. Окислительно-восстановительное титрование. Индикаторы окислительно-восстановительного титрования. Кривые окислительно-восстановительного титрования. Индикаторные ошибки окислительно-восстановительного титрования.
42. Методы оксидиметрии: перманганатометрия, дихроматометрия, иодиметрия, хлориодометрия,
43. Методы оксидиметрии: иодатометрия, броматометрия, нитритометрия, цериметрия.
44. Комплексометрическое титрование. Меркуриметрическое титрование.
45. Комплексонометрия, индикаторы комплексонометрии, кривые комплексонометрического титрования.
46. Осадительное титрование. Кривые осадительного титрования. Аргентометрическое титрование, тиоцианатометрическое титрование,
47. Осадительное титрование. Меркурометрическое титрование, гексацианоферратометрическое титрование, сульфатометрическое титрование.
48. Титрование в неводных средах. Сущность метода кислотно-основного титрования в неводных средах. Применение кислотно-основного титрования в неводных средах.

#### 4.7. Образцы экзаменационных билетов

**Государственное образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
РОССИЙСКО-АРМЯНСКИЙ (СЛАВЯНСКИЙ) УНИВЕРСИТЕТ  
ИНСТИТУТ БИОМЕДИЦИНЫ И ФАРМАЦИИ**

по специальности «\_\_\_\_\_» дисциплина: «Аналитическая химия»

Билет № \_\_\_\_\_

1. Равновесие в гомогенной (однородной) системе. Степень диссоциации или ионизации. Сильные и слабые электролиты.
2. Вычислить окислительный потенциал пары ионов  $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$  при концентрации ионов:  $[\text{MnO}_4^-] = 0,02$  моль/л;  $[\text{Mn}^{2+}] = 0,01$  моль/л;  $[\text{H}^+] = 1$  моль/л ( $E^0 = +1,51$  В).
3. Вычислить концентрацию  $[\text{H}^+]$ ,  $[\text{OH}^-]$  и значение pH в 0,03 М растворе КОН.
4. Реакции обнаружения  $\text{K}^+$ ,  $\text{Sr}^{2+}$  ионов.
5. Реакции обнаружения  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  ионов.

Зав. кафедрой общей и фармацевтической химии

Григорян А.М.

#### 4.8. Образцы экзаменационных практических заданий

1. Рассчитайте, какой объем 1,0 М раствора нитрата серебра необходимо взять для приготовления 300 мл 0,1 М раствора. Рассчитайте массу навески натрия хлорида, необходимую для приготовления 250 мл 0,1 М раствора.  $M(1/1 \text{ NaCl}) = 58,45$  г/моль. Рассчитайте титр и молярную концентрацию эквивалента раствора натрия хлорида, если для приготовления 250 мл его раствора было взято 1,4699 г сухого вещества. Рассчитайте титр и молярную концентрацию эквивалента раствора нитрата серебра, если на титрование 25 мл его было израсходовано 24,1 мл натрия хлорида (концентрация рассчитана выше).  $M(1/1 \text{ AgNO}_3) = 169,87$  г/моль. Рассчитайте титр раствора нитрата серебра по натрию хлориду. Рассчитайте массу натрия хлорида в колбе объемом 100 мл, если на титрование 10 мл его раствора было затрачено 9,1 мл нитрата серебра (концентрация рассчитана выше). Назовите метод, титрант, индикатор, напишите уравнения реакций.
2. Навеску препарата новокаина массой 1,3890 г растворили в воде и получили 100,00 см<sup>3</sup> раствора. На нитритометрическое титрование 20,00 см<sup>3</sup> этого раствора израсходовали 10,00 см<sup>3</sup> стандартного раствора нитрата натрия с молярной концентрацией 0,1010 моль/дм<sup>3</sup>. Рассчитайте молярную концентрацию приготовленного раствора новокаина, его титр, массу новокаина и массовую долю новокаина в препарате. Молярная масса новокаина равна 272,78 г/моль.

3. При аргентометрическом определении хлорид-ионов на титрование  $20,00 \text{ см}^3$  раствора хлорида натрия затрачено  $18,00 \text{ см}^3$  стандартизованного раствора нитрата серебра с молярной концентрацией  $0,0459 \text{ моль/дм}^3$ . Рассчитайте молярную концентрацию, титр раствора хлорида натрия и массу хлорида натрия в растворе.

4. При комплексонометрическом анализе раствора хлорида кальция для инъекций к  $10,00 \text{ см}^3$  раствора прибавили  $90,00 \text{ см}^3$  воды и получили  $100,00 \text{ см}^3$  исходного анализируемого раствора. На прямое титрование  $10,00 \text{ см}^3$  исходного анализируемого раствора в среде аммиачного буфера израсходовали  $8,67 \text{ см}^3$  стандартного  $0,05000 \text{ моль/дм}^3$  раствора ЭДТА. Определите массу кальция в исходном растворе и массу  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  в  $1 \text{ см}^3$  раствора для инъекций.

5. Для определения аммиака в соли аммония методом заместительного (косвенного) титрования из анализируемого раствора объемом  $100,00 \text{ см}^3$ , содержащего соль аммония, отобрали аликвоту  $10,00 \text{ см}^3$  и прибавили к ней избыток раствора формальдегида. Кислоту, образовавшуюся при реакции формальдегида с катионами аммония:  $4\text{NH}_4^+ + 6\text{H}_2\text{CO} = (\text{CH}_2)_6\text{N}_4 + 4\text{H}^+ + 6\text{H}_2\text{O}$  оттитровали титрованным раствором гидроксида натрия объемом  $9,00 \text{ см}^3$  с концентрацией  $0,1000 \text{ моль/дм}^3$ . Рассчитайте массу аммиака в анализируемом растворе.

6. Для определения меди (II) методом заместительного (косвенного) титрования из анализируемого раствора соли меди (II) объемом  $100,00 \text{ см}^3$  отобрали аликвотную часть  $15,00 \text{ см}^3$ , прибавили к ней разбавленную серную кислоту и избыток раствора иодида калия. Йод, выделившийся при реакции с медью (II), оттитровали титрованным раствором тиосульфата натрия объемом  $6 \text{ см}^3$  с концентрацией  $0,0500 \text{ моль/дм}^3$ . Рассчитайте молярную концентрацию эквивалента, титр и массу меди (II) в анализируемом растворе.

7. Для определения бромид-ионов методом обратного аргентометрического титрования приготовили  $50,00 \text{ см}^3$  раствора бромида калия. К  $15,00 \text{ см}^3$  данного раствора прибавили  $20,00 \text{ см}^3$  титрованного раствора нитрата серебра с концентрацией  $0,05000 \text{ моль/дм}^3$ . Избыток катионов серебра, не вступивших в реакцию с бромид-ионами, оттитровали  $4,50 \text{ см}^3$  титрованного раствора тиоцианата аммония с концентрацией  $52 \cdot 0,05110 \text{ моль/дм}^3$ . Рассчитайте молярную концентрацию, титр и массу бромида калия в исходном анализируемом растворе.

8. При определении алюминия в лекарственном препарате алюмаг (маалокс) методом обратного комплексонометрического титрования навеску препарата массой  $1,0000 \text{ г}$  перевели в солянокислый раствор объемом  $200 \text{ см}^3$ . Для проведения анализа отобрали аликвоту  $25,00$



$\text{см}^3$  полученного раствора, разбавили водой, прибавили  $25,00 \text{ см}^3$  стандартного  $0,05000 \text{ моль/дм}^3$  раствора, ЭДТА и ацетатный буфер ( $\text{pH}=4,5$ ). Раствор нагрели, после охлаждения прибавили ацетон, дитизон (индикатор) и оттитровали избыток ЭДТА титрованным  $0,05000 \text{ моль/дм}^3$  раствором сульфата цинка  $\text{ZnSO}_4$  до перехода окраски раствора из зеленой в розовую. На титрование израсходовали  $16,83 \text{ см}^3$  раствора  $\text{ZnSO}_4$ . Определите массу и массовую долю алюминия в анализируемом препарате.

9. Навеску исследуемого образца массой  $0,3961 \text{ г}$ , в которой может находиться одно из веществ:  $\text{NaOH}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$  или одна из смесей  $\text{NaOH}+\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3+\text{NaHCO}_3$ , растворили в воде и оттитровали титрованным раствором  $\text{HCl}$  с  $C(1/\text{HCl})=0,09561 \text{ моль/дм}^3$  последовательно с двумя индикаторами: фенолфталеином и метиловым оранжевым соответственно следующими объемами кислоты:  $17,20 \text{ см}^3$  и  $29,40 \text{ см}^3$ . Определите состав исследуемого образца и рассчитайте массовую долю вещества или компонентов в нем.

## 5. Методический блок

### 5.1. Методика преподавания

В соответствии с современными требованиями учебный курс по аналитической химии включает лекции и лабораторные занятия. Преподавание дисциплины предполагает формирование у студентов представлений о двух взаимодополняющих подходах к оценке системного и практического подходов в в проведении анализа. Аналитическая химия лежит в основе не только химии, но и многих областей знаний, а также практических дисциплин, связанных с биологией, медициной, фармацевцией. Аналитическая химия как наука является методологическим фундаментом медицины и фармации, а также научной основой диагностики болезней и прогнозирования функциональной активности организма человека. Применение в медицине лекарств невозможно без точного знания их структуры, состава, наличия примесей, степени чистоты. Применение в лабораториях классических методов анализа и современных физико-химических и инструментальных методов требует от выпускников медицинских и биологических подразделений ВУЗ-ов умения проводить анализ, интерпретировать полученные результаты, наличия представлений необходимости анализа и его современных методах.

Чтение курса «Аналитическая химия» начинается с введения, затем дается представление о типах реакций, применяемых в аналитической химии, методах анализа, способах очистки, разделения, инструментальных методах анализа. Для лучшего усвоения материала лекция

сопровождается показом демонстрационного материала (таблицы, рисунки, графики, схемы), а также показом коротких видеороликов.

Закрепление материала проводится на практических занятиях. После проработки данной темы студенты отвечают на контрольные вопросы. Для лучшего усвоения теоретического материала на практических занятиях проводятся эксперименты, охватывающие разделы качественного и количественного анализа, а также хроматографии, сорбции, экстракции..

После прохождения каждого раздела на практических занятиях проводится контрольный опрос по всем пройденным темам.

#### 5.1.1. Методические рекомендации для студентов по подготовке к семинарским, практическим или лабораторным занятиям, по организации самостоятельной работы студентов при изучении конкретной дисциплины.

Подготовку к семинару студент должен начать с лекционного курса, затем просмотра тех же тем по рекомендуемой литературе и интернету. Необходимо проверить свои знания на тестовых заданиях, относящихся к теме.

Подготовку к лабораторным занятиям необходимо начать с лекционного курса, далее конспектирования методических указаний по теме лабораторного занятия и разбора отмеченных в методичке описаний опытов. Необходимо записать в конспектах уравнения превращений, описанных в методиках.