

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт фундаментальной медицины и биологии



УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по образовательной деятельности КФУ  
Проф. Д.А. Таюрский  
\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

подписано электронно-цифровой подписью

**Программа дисциплины**  
Аналитическая химия Б1.Б.23

Специальность: 30.05.01 - Медицинская биохимия

Специализация: не предусмотрено

Квалификация выпускника: врач-биохимик

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

**Автор(ы):**

Зиятдинова Г.К.

**Рецензент(ы):**

Медянцева Э.П.

**СОГЛАСОВАНО:**

Заведующий(ая) кафедрой: Евтюгин Г. А.

Протокол заседания кафедры No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Учебно-методическая комиссия Института фундаментальной медицины и биологии:

Протокол заседания УМК No \_\_\_\_ от " \_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 201\_\_ г

Регистрационный No 849416419

Казань  
2019

## Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля
4. Структура и содержание дисциплины/ модуля
5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов
7. Литература
8. Интернет-ресурсы
9. Материально-техническое обеспечение дисциплины/модуля согласно утвержденному учебному плану

Программу дисциплины разработал(а)(и) профессор, д.н. (доцент) Зиятдинова Г.К. Кафедра аналитической химии Химический институт им. А.М. Бутлерова, Guzel.Ziyatdinova@kpfu.ru

### 1. Цели освоения дисциплины

Курс формирует у студентов представления о теоретических основах аналитической химии, ее особенностях, связи с другими науками и ее 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. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы высшего профессионального образования

Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.Б.23 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 30.05.01 Медицинская биохимия и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 2 курсе, 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 дисциплинами "Фармакология", "Методы исследования в биологии и медицине", "Доказательная лабораторная медицина", "Клиническая лабораторная диагностика: лабораторная аналитика, менеджмент качества, клиническая диагностика", "Биологические и химические сенсоры", "Лабораторная диагностика в судебной медицине".

### 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины /модуля

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ОК-1 (общекультурные компетенции)	способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу
ОПК-1 (профессиональные компетенции)	готовностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием информационных, библиографических ресурсов, медико-биологической и фармацевтической терминологии, информационно-коммуникационных технологий и учетом основных требований информационной безопасности
ОПК-11 (профессиональные компетенции)	готовностью к применению специализированного оборудования и медицинских изделий, предусмотренных для использования в профессиональной сфере
ОПК-7 (профессиональные компетенции)	готовностью к использованию основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач
ОПК-9 (профессиональные компетенции)	способностью к оценке морфофункциональных, физиологических состояний и патологических процессов в организме человека для решения профессиональных задач

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1 (профессиональные компетенции)	способностью и готовностью к осуществлению комплекса мероприятий, направленных на сохранение и укрепление здоровья и включающих в себя формирование здорового образа жизни, предупреждение возникновения и (или) распространения заболеваний, их раннюю диагностику, выявление причин и условий их возникновения и развития, а также направленных на устранение вредного влияния на здоровье человека факторов среды его обитания
ПК-11 (профессиональные компетенции)	готовностью к организации и осуществлению прикладных и практических проектов и иных мероприятий по изучению биохимических и физиологических процессов и явлений, происходящих в клетке человека
ПК-12 (профессиональные компетенции)	способностью к определению новых областей исследования и проблем в сфере разработки биохимических и физико-химических технологий в здравоохранении
ПК-13 (профессиональные компетенции)	способностью к организации и проведению научных исследований, включая выбор цели и формулировку задач, планирование, подбор адекватных методов, сбор, обработку, анализ данных и публичное их представление с учетом требований информационной безопасности
ПК-4 (профессиональные компетенции)	готовностью к проведению лабораторных и иных исследований в целях распознавания состояния или установления факта наличия или отсутствия заболевания
ПК-5 (профессиональные компетенции)	готовностью к оценке результатов лабораторных, инструментальных, патолого-анатомических и иных исследований в целях распознавания состояния или установления факта наличия или отсутствия заболевания
ПК-6 (профессиональные компетенции)	способностью к применению системного анализа в изучении биологических систем

В результате освоения дисциплины студент:

1. должен знать:

основы химического анализа, принципы пробоотбора, типы химических реакций и процессов в аналитической химии, выбор соответствующего метода в зависимости от последующего анализа, основные методы количественного анализа.

2. должен уметь:

- самостоятельно приобретать новые знания дисциплине "Аналитическая химия" и анализировать их;
- применять основные законы аналитической химии при обсуждении результатов анализа;
- ориентироваться в основных аналитических и метрологических характеристиках методов анализа;
- применять полученные знания на практике и делать обоснованные выводы.

3. должен владеть:

навыками проведения химического анализа

4. должен демонстрировать способность и готовность:

применять полученные знания на практике

#### 4. Структура и содержание дисциплины/ модуля

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) 144 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 3 семестре.

Суммарно по дисциплине можно получить 100 баллов, из них текущая работа оценивается в 50 баллов, итоговая форма контроля - в 50 баллов. Минимальное количество для допуска к зачету 28 баллов.

86 баллов и более - "отлично" (отл.);

71-85 баллов - "хорошо" (хор.);

55-70 баллов - "удовлетворительно" (удов.);

54 балла и менее - "неудовлетворительно" (неуд.).

#### 4.1 Структура и содержание аудиторной работы по дисциплине/ модулю

##### Тематический план дисциплины/модуля

N	Раздел Дисциплины/ Модуля	Семестр	Неделя семестра	Виды и часы аудиторной работы, их трудоемкость (в часах)			Текущие формы контроля
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	
1.	Тема 1. Введение в аналитическую химию. Качественный анализ.	3	1	2	0	0	
2.	Тема 2. Теоретические основы химических методов анализа. Кислотно-основное равновесие.	3	2	2	0	0	Контрольная работа
3.	Тема 3. Титриметрические методы анализа. Кислотно-основное титрование	3	3-4	4	0	28	
4.	Тема 4. Окислительно-восстановительные реакции и их применение в титриметрии	3	5-6	4	0	22	Контрольная работа
5.	Тема 5. Реакции комплексообразования и комплексонометрия	3	7	2	0	4	
6.	Тема 6. Основные этапы химического анализа. Обработка результатов измерений	3	8	2	0	0	
	Тема . Итоговая форма контроля	3		0	0	0	Экзамен
	Итого			16	0	54	

#### 4.2 Содержание дисциплины

## **Тема 1. Введение в аналитическую химию. Качественный анализ.**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Введение в аналитическую химию. Предмет аналитической химии, ее цели и задачи. Значение аналитической химии в развитии естественных наук и народном хозяйстве. Место и роль аналитической химии в биологии. Классификация методов аналитической химии. Аналитический сигнал. Современные требования к методам анализа. Связь между объектом и методом анализа. Основы качественного анализа. Классификация катионов и анионов.

## **Тема 2. Теоретические основы химических методов анализа. Кисотно-основное равновесие.**

### **лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Основные типы реакций, используемых в аналитической химии. Кисотно-основное равновесие. Теории кислот и оснований. Протолитическая теория Бренстеда-Лоури: понятия кислоты, основания, амфолита, сопряженной кислотно-основной пары. Вычисление pH в растворах сильных и слабых кислот и оснований. Буферные растворы. Вычисление pH и емкости буферных растворов.

## **Тема 3. Титриметрические методы анализа. Кисотно-основное титрование**

### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Общие сведения о титриметрических методах. Их классификация, достоинства и применение в анализе. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Первичные стандарты, требования, предъявляемые к ним. Фиксаналы. Вторичные стандарты. Точка эквивалентности и конечная точка титрования. Методы обнаружения конечной точки титрования. Закон эквивалентов. Расчет результатов титриметрического анализа. Виды титрования. Кисотно-основное титрование. Вычисление молярных масс эквивалентов. Кисотно-основные индикаторы. Интервал перехода окраски индикатора. Выбор индикатора для установления конечной точки титрования. Вычисление pH в различные моменты титрования. Построение кривых титрования сильных и слабых кислот и оснований.

### **лабораторная работа (28 часа(ов)):**

Кисотно-основное титрование. 1. Приготовление растворов HCl и NaOH. 2. Определение соотношения между растворами HCl и NaOH. 3. Стандартизация рабочих растворов: HCl по Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (метод аликвот) и NaOH по раствору HCl. 4. Титрование слабых кислот: определение содержания СН<sub>3</sub>COOH в неизвестном объеме. 5. Определение слабого основания (NH<sub>3</sub>) методом обратного титрования. 6. Определение процентного содержания K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> в поташе.

## **Тема 4. Окислительно-восстановительные реакции и их применение в титриметрии**

### **лекционное занятие (4 часа(ов)):**

Окислительно-восстановительное равновесие. Электродный потенциал. Уравнение Нернста. Понятие о стандартном и реальном окислительно-восстановительном потенциале. Факторы, влияющие на величину окислительно-восстановительного потенциала: концентрации окисленной и восстановленной форм, ионная сила, температура, концентрация ионов водорода, образование комплексных и малорастворимых соединений. Направление реакций окисления-восстановления. Константа равновесия. Ее связь с окислительно-восстановительными потенциалами. Окислительно-восстановительное титрование. Вычисление окислительно-восстановительного потенциала в различные моменты титрования. Методы обнаружения конечной точки титрования. Окислительно-восстановительные индикаторы. Перманганатометрия. Общая характеристика метода. Приготовление раствора перманганата калия и его устойчивость. Основы иодометрии.

### **лабораторная работа (22 часа(ов)):**

Окислительно-восстановительное титрование. Перманганатометрия. 1. Определение соотношения между растворами KMnO<sub>4</sub> и H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. 2. Стандартизация раствора KMnO<sub>4</sub> по H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> (метод аликвот). 3. Определение процентного содержания Fe(II) в соли Мора. 4. Определение содержания K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> в растворе. Иодометрия. 1. Стандартизация раствора Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> по K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> и раствора I<sub>2</sub> по Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. 2. Определение %-ного содержания Cu в образце.

## **Тема 5. Реакции комплексообразования и комплексонометрия**

**лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Комплексные соединения и их характеристики. Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Координационное число комплексообразователя. Дентатность лиганда. Равновесия в растворах комплексных соединений. Факторы, влияющие на устойчивость комплексных соединений. Применение комплексных соединений в анализе. Основы комплексометрического титрования.

**лабораторная работа (4 часа(ов)):**

Комплексометрия 1. Стандартизация раствора комплексона III. 2. Определение жесткости воды.

**Тема 6. Основные этапы химического анализа. Обработка результатов измерений****лекционное занятие (2 часа(ов)):**

Этапы анализа. Выбор метода анализа. Отбор пробы (средняя проба, ее представительность и размер). Подготовка пробы к анализу (разложение биологического объекта; мокрые и сухие методы разложения; анализ без разложения; отделение мешающих компонентов). Измерение аналитического сигнала. Обработка результатов измерений. Классификация погрешностей анализа. Систематические и случайные погрешности. Правильность и воспроизводимость. Методы оценки правильности анализа: использование стандартных образцов, метод добавок, сопоставление с другими методами анализа.

**4.3 Структура и содержание самостоятельной работы дисциплины (модуля)**

N	Раздел Дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды самостоятельной работы студентов	Трудоемкость (в часах)	Формы контроля самостоятельной работы
1.	Тема 1. Введение в аналитическую химию. Качественный анализ.	3	1	Работа с литературными источниками	4	Проверка конспектов
2.	Тема 2. Теоретические основы химических методов анализа. Кислотно-основное равновесие.	3	2	подготовка к контрольной работе	15	Контрольная работа
3.	Тема 3. Титриметрические методы анализа. Кислотно-основное титрование	3	3-4	Решение задач	8	Проверка решенных задач
4.	Тема 4. Окислительно-восстановительные реакции и их применение в титриметрии	3	5-6	подготовка к контрольной работе	6	Контрольная работа
				Решение задач	6	Проверка решенных задач
5.	Тема 5. Реакции комплексообразования и комплексометрия	3	7	Работа с литературными источниками	4	Проверка конспектов
6.	Тема 6. Основные этапы химического анализа. Обработка результатов измерений	3	8	Работа с литературными источниками	4	проверка конспектов
	Итого				47	

## **5. Образовательные технологии, включая интерактивные формы обучения**

Освоение дисциплины "Аналитическая химия" предполагает использование как традиционных (лекции, лабораторные занятия), так и инновационных образовательных технологий с использованием в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий: выполнение ряда практических заданий с использованием профессиональных программных средств, мультимедийных программ.

## **6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов**

### **Тема 1. Введение в аналитическую химию. Качественный анализ.**

Проверка конспектов , примерные вопросы:

Предмет аналитической химии, ее цели и задачи. Значение аналитической химии в развитии естественных наук и народном хозяйстве. Место и роль аналитической химии в биологии. Классификация методов аналитической химии. Аналитический сигнал. Современные требования к методам анализа. Связь между объектом и методом анализа. Основы качественного анализа. Классификация катионов и анионов. Характерные реакции катионов I-VI аналитических групп. Характерные реакции анионов.

### **Тема 2. Теоретические основы химических методов анализа. Кислотно-основное равновесие.**

Контрольная работа , примерные вопросы:



Билет 1. 1) Вычислить pH 0,5%-ного раствора соляной кислоты. 2) Рассчитайте pH и степень гидролиза 5 %-ного раствора ацетата аммония. 3) Рассчитайте pH раствора, содержащего 3 г  $\text{CH}_3\text{COOH}$  и 5 г  $\text{CH}_3\text{COONa}$  в 100 мл. Билет 2. 1) Вычислить pH 0,5%-ного раствора хлорной кислоты 2) Найти степень гидролиза и pH 0.06 %-ного раствора цианида натрия. 3) Какой объем 0.2 М раствора  $\text{HCl}$  надо добавить к 50 мл 0.1 М  $\text{CH}_3\text{COONa}$ , чтобы получить буфер с  $\text{pH}=4.5$ ? Билет 3. 1) Вычислить pH 0,2%-ного раствора гидроксида калия. 2) Рассчитайте pH и константу гидролиза 0.05 М раствора ацетата натрия. 3) Рассчитайте pH раствора, полученного при сливании равных объемов 0.01 М  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и 0.005 М  $\text{HCl}$ . Билет 4. 1) В 200 мл раствора содержится 0,08 г бромистоводородной кислоты. Вычислить pH раствора. 2) В 1 л раствора содержится 10 г фторида натрия. Чему равны степень гидролиза и pH раствора? 3) Найти pH раствора, полученного при сливании 100 мл 0.05 М раствора гидрофосфата натрия и 20 мл 0.25 М раствора дигидрофосфата натрия. Билет 5. 1) В 300 мл раствора содержится 0,3 г гидроксида натрия. Вычислить pH раствора. 2) Найти степень гидролиза и pH 0.1 %-ного раствора нитрата аммония. 3) В 200 мл воды растворено 2.4563 г гидрофосфата калия, добавлено 50 мл 0.1078 М раствора  $\text{HCl}$ . Рассчитайте pH полученного раствора. Билет 6. 1) Вычислить pH 0,1 М раствора аммиака. 2) Чему равна степень гидролиза и pH раствора 0.5 %-ного формиата натрия? 3) Сколько мл 0.1 М раствора  $\text{HCl}$  надо добавить к 50 мл 0.25 М раствора аммиака, чтобы получить раствор с  $\text{pH} = 9$ ? Билет 7. 1) Вычислить pH 0,5%-ного раствора хлорноватистой кислоты. 2) В 100 мл воды растворили 1 г  $\text{KCN}$ . Рассчитать степень гидролиза соли и pH полученного раствора. 3) К 12 мл 0.03 М раствора муравьиной кислоты добавлено 15 мл 0.15 М раствора формиата калия. Рассчитайте pH раствора. Билет 8. 1) Вычислить концентрацию ионов водорода 0,1 М растворе муравьиной кислоты. 2) В 100 мл воды растворили 3 г  $\text{HCOONa}$ . Рассчитать степень гидролиза соли и pH полученного раствора. 3) Сколько мл 0.1 М раствора  $\text{HCl}$  надо добавить к 50 мл 0.15 М раствора гидрофосфата калия, чтобы получить раствор с  $\text{pH} = 7.2$ ? Билет 9. 1) В 500 мл раствора содержится 0,03 г бромистоводородной кислоты. Вычислить pH раствора. 2) В 100 мл воды растворили 1 г  $\text{KF}$ . Рассчитать степень гидролиза соли и pH полученного раствора. 3) В 2 л воды растворено 1.7 г бензойной кислоты, добавлено 0.17 г бензоата калия. Рассчитайте pH раствора. Билет 10. 1) В 200 мл раствора содержится 0,3 г азотистой кислоты. Вычислить pH раствора. 2) Найти степень гидролиза и pH 0.1 %-ного раствора ацетата натрия. 3) Вычислите pH раствора, полученного при смешении 50 мл 0.15 М раствора гидроксида натрия и 25 мл 0.2 М раствора дигидрофосфата натрия.

### Тема 3. Титриметрические методы анализа. Кислотно-основное титрование

Проверка решенных задач , примерные вопросы:

Задачи: 1. Найти фактор эквивалентности кальция, если при определении его он был предварительно осажден в виде оксалата, после растворения которого оксалат-ион оттитрован перманганатом калия. 2. При определении магния его осадили в виде  $\text{MgNH}_4\text{PO}_4$  и после растворения осадка фосфат-ион перевели в молибдофосфат, который был растворен в определенном количестве стандартного раствора гидроксида натрия, а избыток щелочи оттитрован хлороводородной кислотой в присутствии фенолфталеина. Найти молярную массу эквивалента магния. 3. Сколько %  $\text{H}_2\text{SO}_4$  содержит образец, если навеска его 1.0000 г растворена в мерной колбе на 200 мл, на нейтрализацию 25.00 мл раствора затрачивается 20.50 мл 0,1015 н. раствора  $\text{NaOH}$ ? 4. Сколько %  $\text{N}_2\text{O}_5$  содержит образец, если навеска его 5.0000 г растворена в мерной колбе на 200 мл, на нейтрализацию 50.00 мл этого раствора затрачивается 15.50 мл 0.1915 н. раствора  $\text{NaOH}$ ? 5. Какой объем 0.1965 н раствора  $\text{HCl}$  потребуется на нейтрализацию 0.6215 г буры, содержащей 2.50% индифферентных примесей? 6. На нейтрализацию 0.5000 г образца, содержащего  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , при титровании с метиловым оранжевым затрачено 40.30 мл 0.2000 н. раствора  $\text{HCl}$ . Сколько процентов  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  содержит образец? 7. Сколько % индифферентных примесей содержит гидроксид натрия, если на нейтрализацию раствора, содержащего 0.1659 г его, затрачивается 20.50 мл 0.2000 н. раствора  $\text{HCl}$ ? 8. Определите фактор эквивалентности соды при ее титровании с фенолфталеином. 9. Чему равен фактор эквивалентности буры при ее титровании щелочью в присутствии метилоранжа? 10. Определите массу  $\text{K}_2\text{CO}_3$  в поташе, если на его титрование затрачивается 15 мл 0.1195 н раствора  $\text{HCl}$ .

### Тема 4. Окислительно-восстановительные реакции и их применение в титриметрии

Контрольная работа , примерные вопросы:

БИЛЕТ 1. 1. Сколько г йода надо взять для приготовления 3 л 0.1 н раствора? 2. Расставьте коэффициенты и определите фактор эквивалентности  $\text{VO}_2^+$ :  $\text{VO}_2^+ + \text{Fe}^{2+} = \text{VO}^{2+} + \text{Fe}^{3+}$  3. Навеску 0.5 г образца, содержащего 60%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , оттитровали  $\text{HCl}$  в присутствии индикатора  $\text{MO}$  ( $\text{pT}=4$ ). Какой объем 0.1925 н раствора  $\text{HCl}$  был затрачен на титрование?

БИЛЕТ 2. 1. Сколько г  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  надо взять для приготовления 0.5 л 0.05672 н раствора? 2. Найти фактор эквивалентности для  $\text{FeC}_2\text{O}_4$  при его титровании  $\text{KMnO}_4$  в сернокислой среде. 3. Навеску образца массой 0.5432 г, состоящего из  $\text{FeSO}_4$  и инертных примесей, растворили в воде и добавили 30.00 мл 0.1000 н раствора  $\text{V(V)}$ . Избыток ванадата оттитровали 20.00 мл раствора  $\text{Fe(II)}$  с концентрацией 0.05 н. Рассчитайте %-ное содержание  $\text{FeSO}_4$ .

БИЛЕТ 3. 1. Написать уравнение реакции и найти фактор эквивалентности серы при титровании  $\text{H}_2\text{S}$  перманганатом. 2. Какую навеску соли железа(II), надо взять, чтобы на титрование расходовалось не менее 20 мл 0.1842 н раствора  $\text{KMnO}_4$ ? 3. Минерал клаудетит содержит  $\text{As}_2\text{O}_3$ . На титрование 0.2100 г минерала израсходовано 29.3 мл 0.0520 н раствора йода. Рассчитайте %-ное содержание  $\text{As}_2\text{O}_3$  в образце.

БИЛЕТ 4. 1. Найти фактор эквивалентности  $\text{KCNS}$  при титровании по схеме:  $\text{CNS}^- + \text{MnO}_4^- = \text{CN}^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{Mn}^{2+}$ . 2. К навеске 0.2520 г, состоящей из соли  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  и инертных примесей, добавлено 50.00 мл 0.1000 н раствора  $\text{KMnO}_4$ , на титрование избытка которого затрачено 35.00 мл 0.1000 н раствора  $\text{FeSO}_4$ . Вычислить %-ное содержание  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ . 3. Какую навеску  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  следует взять, чтобы на титрование затрачивалось 10 мл 0,1 н раствора  $\text{KMnO}_4$ ?

БИЛЕТ 5. 1. Найти фактор эквивалентности для  $\text{MnO}_4^-$  и  $\text{Mn}^{2+}$  в реакции  $\text{MnO}_4^- + \text{Mn}^{2+} = \text{MnO}_2$  2. Рассчитать молярную и нормальную концентрацию раствора, если в 500 мл содержится 0,377 г  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ . 3. Взято 2.0000 г раствора  $\text{H}_2\text{O}_2$ . После добавления серной кислоты раствор оттитровали 24.46 мл 0.1108 н  $\text{KMnO}_4$ . Определите массовую долю  $\text{H}_2\text{O}_2$  (%).

БИЛЕТ 6. 1. Расставьте коэффициенты и определите фактор эквивалентности  $\text{CNS}^-$  в реакции  $\text{CNS}^- + \text{MnO}_4^- = \text{CN}^- + \text{SO}_4^{2-} + \text{Mn}^{2+}$ . 2. Навеску технической соли, содержащей  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  и инертные примеси, массой 0.2500 г растворили в воде и добавили 50.00 мл 0.1060 н раствора йода. Избыток йода оттитровали 20.90 мл 0.09865 н раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ . Определите %-ное содержание  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  в образце. 3. Рассчитайте концентрацию раствора  $\text{KMnO}_4$ , если при его стандартизации на титрование 0.2643 г  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$  затрачено 40.46 мл  $\text{KMnO}_4$ .

БИЛЕТ 7. 1. Рассчитать молярную и нормальную концентрации раствора, если в 500 мл содержится 0,5100 г  $\text{KMnO}_4$ . 2. Расставьте коэффициенты в реакции  $\text{Ti}^{3+} + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} = \text{Cr}^{3+} + \text{TiO}^{2+}$  3. Сколько процентов  $\text{NaNO}_2$  содержится в техническом образце, если на титрование 1,3070 г затрачивается 35,60 мл 0,1000 н раствора  $\text{KMnO}_4$ .

БИЛЕТ 8. 1. Чему равен фактор эквивалентности пиродифосфорной кислоты в следующей реакции:  $\text{H}_4\text{P}_2\text{O}_7 + \text{NaOH} = \text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 + \text{H}_2\text{O}$  (расставьте коэффициенты). 2. Сколько г  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  надо взять для приготовления 2 л раствора с концентрацией 0.2 н? 3. Вычислить содержание меди в сплаве (в %), если на титрование его навески массой 2,000 г после растворения и добавления избытка  $\text{KI}$  затрачивается 38,96 мл 0,05 н раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ .

Билет 9 1. Найти фактор эквивалентности для  $\text{FeC}_2\text{O}_4$  при титровании  $\text{KMnO}_4$  в сернокислой среде. Написать уравнение реакции. 2. Рассчитать молярную и нормальную концентрации раствора, если в 750 мл содержится 0,377 г  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . 3. Сколько %  $\text{FeC}_2\text{O}_4$  содержит образец, если на окисление 0.3596 г затрачено 14.77 мл 0.2 н раствора  $\text{KMnO}_4$ ?

БИЛЕТ 10. 1. Найти фактор эквивалентности  $\text{TeO}_2$ :  $\text{TeO}_2 + \text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} = \text{H}_2\text{TeO}_4 + \text{Cr}^{3+}$ . 2. Сколько г йода надо взять для приготовления 3 л раствора с концентрацией 0.1 н? 3. На титрование образца массой 0,2500 г, содержащего  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ , затрачивается 12,79 мл 0,1000 н раствора  $\text{KMnO}_4$ . Определить содержание сульфита натрия в образце.

Проверка решенных задач , примерные вопросы:

1. Вычислить молярную массу эквивалента серы при иодометрическом определении ее титрованием сульфид-иона. 2. Чему равен  $f$  эквивалентности мышьяка при иодометрическом определении его в виде арсенита? 3. Найти фактор эквивалентности серы при титровании раствора сероводорода перманганатом, учитывая, что окисление идет до сульфат-иона. 4. Найти молярную массу эквивалента оксалата железа (II) при титровании перманганатом калия. 5. Чему равен эквивалентности пероксида водорода при титровании его перманганатом калия? 6. При определении мышьяка последний переведен в , который оттитрован перманганатом. Найти фактор эквивалентности мышьяка. 7. Сколько % железа содержит сплав, если на титрование  $Fe^{2+}$  из навески сплава 1.0000 г затрачивается 20.50 мл 0.1015 н раствора  $KMnO_4$ ? 8. Сколько % железа содержится в соли Мора, если на титрование 0.8512 г ее затрачивается 19.46 мл 0.1115 н. раствора  $KMnO_4$ ? 9. Навеска известняка 1,0000 г после растворения и отделения - полуторных окислов доведена в мерной колбе до 200 мл. В 100 мл этого раствора был осажден кальций в виде оксалата, после растворения которого на окисление израсходовано 37.40 мл 0.1512 н. раствора  $KMnO_4$ . Рассчитать %  $CaCO_3$  в известняке. 10. Навеска известняка, содержащего 60.00%  $CaCO_3$ , равна 0.5000 г. До какого объема надо разбавить фильтрат после осаждения полуторных окислов, чтобы на титрование оксалата кальция, осажденного из 100 мл фильтрата, затрачивалось 24.00 мл 0.1000 н. раствора  $KMnO_4$ ? 11. Навеска гематита, содержащего 69.96% железа, равна 0.5000 г. После растворения ее в кислотах полученный раствор разбавлен в мерной колбе на 250 мл. Какой объем 0.1215 н.  $KMnO_4$  требуется на титрование ионов железа, восстановленных до  $Fe(II)$ , из 100 мл этого раствора? 12. Сколько %  $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$  содержит образец, если навеска его 2.0000 г растворена в 300 мл воды? На титрование 25.00 мл этого раствора затрачивается 24.50 мл 0.1064 н. раствора  $KMnO_4$ . 13. Сколько % нитрита натрия содержится в техническом образце, если навеска его равна 1.3070 г? После растворения раствор перенесен в мерную колбу и разбавлен водой до 500 мл. На титрование 50.00 мл этого раствора затрачивается 35.60 мл 0.1000 н. раствора  $KMnO_4$ . 14. Сколько %  $H_2O_2$  содержится в пергидроле если навеска его 3.0000 г растворена в воде и разбавлена в мерной колбе до 500 мл. На титрование 50.00 мл этого раствора расходуется 40.50 мл 0,1152 н. раствора  $KMnO_4$ . 15. На титрование  $Fe^{2+}$  из навески 0.5082 г, состоящей только из  $FeO$  и  $Fe_2O_3$ , расходуется 45.50 мл 0.1525 н. раствора  $KMnO_4$ . Сколько %  $FeO$  и  $Fe_2O_3$  в образце? 16. Сколько %  $FeC_2O_4$  содержит образец, если навеска его равна 0.2796 г и на окисление затрачивается 44.71 мл 0,1156 н. раствора  $KMnO_4$ ?

### Тема 5. Реакции комплексообразования и комплексонометрия

Проверка конспектов , примерные вопросы:

Комплексные соединения и их характеристики. Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии. Координационное число комплексообразователя. Дентатность лиганда. Равновесия в растворах комплексных соединений. Факторы, влияющие на устойчивость комплексных соединений. Применение комплексных соединений в анализе. Основы комплексонометрического титрования. Металлоиндикаторы для комплексонометрического титрования. Достоинства и недостатки комплексонометрического титрования.

### Тема 6. Основные этапы химического анализа. Обработка результатов измерений

проверка конспектов , примерные вопросы:

Основные стадии химического анализа. Выбор метода анализа и составление схем анализа. Пробоотбор и пробоподготовка. Пробоотбор воздуха. Пробоотбор биологических жидкостей. Мокрое и сухое озоление. Метрологические основы количественного анализа. Случайные и систематические погрешности. Основные понятия метрологии в применении расчетов в АХ. Понятие о распределении погрешностей, согласно кривой Гаусса.

### Итоговая форма контроля

экзамен (в 3 семестре)

Примерные вопросы к экзамену:

Вопросы к экзамену

1. Предмет аналитической химии, ее цели и задачи.
2. Классификация методов аналитической химии.
3. Аналитический сигнал. Современные требования к методам анализа.

4. Основы качественного анализа. Классификация катионов и анионов.
5. Теории кислот и оснований, их достоинства и недостатки.
6. Протолитическая теория Бренстеда-Лоури: понятия кислоты, основания, амфолита, сопряженной кислотно-основной пары.
7. Расчет рН в растворах сильных и слабых кислот и оснований.
8. Буферные растворы. Вычисление рН и емкости буферных растворов.
9. Общие сведения о титриметрических методах. Их классификация, достоинства и применение в анализе.
10. Требования, предъявляемые к реакциям в титриметрическом анализе. Первичные стандарты, требования, предъявляемые к ним. Фиксаналы. Вторичные стандарты.
11. Точка эквивалентности и конечная точка титрования. Методы обнаружения конечной точки титрования.
12. Закон эквивалентов. Расчет результатов титриметрического анализа.
13. Кислотно-основное титрование и кислотно-основные индикаторы. Интервал перехода окраски индикатора. Выбор индикатора для установления конечной точки титрования.
14. Вычисление рН в различные моменты титрования.
15. Окислительно-восстановительное равновесие.
16. Уравнение Нернста. Понятие о стандартном и реальном окислительно-восстановительном потенциале. Факторы, влияющие на величину окислительно-восстановительного потенциала: концентрации окисленной и восстановленной форм, ионная сила, температура, концентрация ионов водорода, образование комплексных и малорастворимых соединений.
17. Направление реакций окисления-восстановления. Константа равновесия и ее связь с окислительно-восстановительными потенциалами.
18. Окислительно-восстановительное титрование. Методы обнаружения конечной точки титрования. Окислительно-восстановительные индикаторы.
19. Перманганатометрия. Общая характеристика метода. Приготовление раствора перманганата калия и его устойчивость.
20. Основы иодометрического титрования.
21. Комплексные соединения и их характеристики. Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии.
22. Равновесия в растворах комплексных соединений. Факторы, влияющие на устойчивость комплексных соединений.
23. Применение комплексных соединений в анализе. Основы комплексометрического титрования.
24. Этапы анализа. Выбор метода анализа. Отбор пробы (средняя проба, ее представительность и размер).
25. Подготовка пробы к анализу (разложение биологического объекта; мокрые и сухие методы разложения; анализ без разложения; отделение мешающих компонентов).
25. Измерение аналитического сигнала и обработка результатов измерений.
26. Классификация погрешностей анализа. Систематические и случайные погрешности. Правильность и воспроизводимость.
27. Методы оценки правильности анализа: использование стандартных образцов, метод добавок, сопоставление с другими методами анализа.

### 7.1. Основная литература:

1. Аналитическая химия. Аналитика 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ [Электронный ресурс] / Харитонов Ю.Я. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - <http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970429341.html>
2. Аналитическая химия. Аналитика 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа [Электронный ресурс] / Ю.Я. Харитонов - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429419.html>

3. Егоров, В.В. Неорганическая и аналитическая химия. Аналитическая химия [Электронный ресурс] : учеб. / В.В. Егоров, Н.И. Воробьева, И.Г. Сильвестрова. - Санкт-Петербург: Лань, 2014. - 144 с. - <https://e.lanbook.com/book/45926>.

## 7.2. Дополнительная литература:

1. Справочное руководство по аналитической химии и физико-химическим методам анализа [Электронный ресурс] : Учеб. пособие / И.В. Тикунова, Н.В. Дробницкая, А.И. Артеменко и др. - М. : Абрис, 2012. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785437200759.html>
2. Аналитическая химия. Теоретические основы и лабораторный практикум: В 2 кн. Кн. 1. Химические методы анализа [Электронный ресурс] : практикум/ Александрова Э. А., Гайдукова Н. Г. - М. : КолосС, 2013. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785953207416.html>

## 7.3. Интернет-ресурсы:

Аналитическая химия. Статьи, методики, справочники - <http://www.novedu.ru/>

Аналитическая химия. Химические методы анализа: Учеб. пос. / А.И. Жебентяев, А.К. Жерносек, И.Е. Талуть. - 2 изд., стер. - М.: ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2011. - 542 с. - <http://znanium.com/bookread.php?book=419626>

Е.Н. Дорохова, Г.В. Прохорова. Задачи и вопросы по аналитической химии. М.: Мир, 2001.- 267 с. - <http://www.chem.msu.su/rus/books/2001-2010/dorohova/welcome.html>

Примеры и задачи по аналитической химии [Электронный ресурс] / Ю.А. Харитонов, В.Ю. Григорьева - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2009. - <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970413289.html>

Электронные ресурсы Химического института КФУ - [http://www.kpfu.ru/main\\_pade?\\_sub=12946](http://www.kpfu.ru/main_pade?_sub=12946)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля)

Освоение дисциплины "Аналитическая химия" предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

Мультимедийная аудитория, вместимостью более 60 человек. Мультимедийная аудитория состоит из интегрированных инженерных систем с единой системой управления, оснащенная современными средствами воспроизведения и визуализации любой видео и аудио информации, получения и передачи электронных документов. Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, а также интерактивной трибуны преподавателя, включающей тач-скрин монитор с диагональю не менее 22 дюймов, персональный компьютер (с техническими характеристиками не ниже Intel Core i3-2100, DDR3 4096Mb, 500Gb), конференц-микрофон, беспроводной микрофон, блок управления оборудованием, интерфейсы подключения: USB, audio, HDMI. Интерактивная трибуна преподавателя является ключевым элементом управления, объединяющим все устройства в единую систему, и служит полноценным рабочим местом преподавателя. Преподаватель имеет возможность легко управлять всей системой, не отходя от трибуны, что позволяет проводить лекции, практические занятия, презентации, вебинары, конференции и другие виды аудиторной нагрузки обучающихся в удобной и доступной для них форме с применением современных интерактивных средств обучения, в том числе с использованием в процессе обучения всех корпоративных ресурсов. Мультимедийная аудитория также оснащена широкополосным доступом в сеть интернет. Компьютерное оборудование имеет соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, УМК, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен студентам. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен студентам. Электронная библиотечная система "Консультант студента" предоставляет полнотекстовый доступ к современной учебной литературе по основным дисциплинам, изучаемым в медицинских вузах (представлены издания как чисто медицинского профиля, так и по естественным, точным и общественным наукам). ЭБС предоставляет вузу наиболее полные комплекты необходимой литературы в соответствии с требованиями государственных образовательных стандартов с соблюдением авторских и смежных прав.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и учебным планом по специальности: 30.05.01 "Медицинская биохимия" и специализации не предусмотрено.

Автор(ы):

Зиятдинова Г.К. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Рецензент(ы):

Медянцева Э.П. \_\_\_\_\_

"\_\_" \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.