

Электронная цифровая подпись

Прохоренко Инга Олеговна  F C 9 3 E 9 6 B C 8 C 2 1 1 E 9
Бунькова Елена Борисовна  F C 9 3 E 8 6 A C 8 C 2 1 1 E 9

Утверждено 26 мая 2022 г.  
Протокол № 5  
председатель Ученого Совета Прохоренко И.О.  
ученый секретарь Ученого Совета Бунькова Е.Б.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ  
ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «АНАЛИТИЧЕСКАЯ ХИМИЯ»  
Специальность 33.05.01 Фармация  
(уровень специалитета)  
Направленность Фармация  
для лиц на базе среднего профессионального медицинского (фармацевтического)  
образования, высшего образования  
Форма обучения: очная  
Квалификация (степень) выпускника: Провизор  
Срок обучения: 5 лет**

Год поступления 2020,2021,2022

## 1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

В результате освоения ОПОП обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине (модулю) «Аналитическая химия»:

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка – по желанию	Наименование оценочного средства	Шкала оценивания
1	Общие теоретические основы аналитической химии	ОПК-1	Устный ответ, стандартизированный тестовый контроль, доклады/устные реферативные сообщения, решение ситуационных задач	Пятибалльная шкала оценивания
2	Типы химических равновесий и их роль в аналитической химии	ОПК-1	Устный ответ, стандартизированный тестовый контроль, доклады/устные реферативные сообщения, решение ситуационных задач	Пятибалльная шкала оценивания
3	Качественный анализ катионов и анионов. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии	ОПК-1	Устный ответ, стандартизированный тестовый контроль, доклады/устные реферативные сообщения, решение ситуационных задач	Пятибалльная шкала оценивания
4	Количественный анализ. Математическая обработка результатов количественного анализа.	ОПК-1	Устный ответ, стандартизированный тестовый контроль, доклады/устные реферативные сообщения, решение ситуационных задач	Пятибалльная шкала оценивания
5	Гравиметрический анализ	ОПК-1	Устный ответ, стандартизированный тестовый контроль, доклады/устные реферативные сообщения, решение ситуационных задач	Пятибалльная шкала оценивания
6	Инструментальные (физико-химические) и электрохимические методы анализа	ОПК-1	Устный ответ, стандартизированный тестовый контроль, доклады/устные реферативные сообщения, решение ситуационных задач	Пятибалльная шкала оценивания
7	Молекулярный спектральный анализ. Люминесцентный анализ	ОПК-1	Устный ответ, стандартизированный тестовый контроль, доклады/устные	Пятибалльная шкала оценивания

			реферативные сообщения, решение ситуационных задач	
8	Химические титриметрические методы анализа	ОПК-1	Устный ответ, стандартизированный тестовый контроль, доклады/устные реферативные сообщения, решение ситуационных задач	Пятибалльная шкала оценивания
9	Хроматографические методы анализа	ОПК-1	Устный ответ, стандартизированный тестовый контроль, доклады/устные реферативные сообщения, решение ситуационных задач, проведение круглого стола	Пятибалльная шкала оценивания

**2. Текущий контроль успеваемости на занятиях семинарского типа** (семинары, практические занятия, клинические практические занятия, практикумы, лабораторные работы), включая задания самостоятельной работы обучающихся, проводится в формах:

- устный ответ,
- стандартизированный тестовый контроль,
- доклады/устные реферативные сообщения,
- решение ситуационных задач
- проведение круглого стола.

Выбор формы текущего контроля на каждом занятии осуществляет преподаватель. Формы текущего контроля на одном занятии у разных обучающихся могут быть различными. Конкретную форму текущего контроля у каждого обучающегося определяет преподаватель. Количество форм текущего контроля на каждом занятии может быть различным и определяется преподавателем в зависимости от целей и задач занятия.

**2.1 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

**2.1.1. Стандартизированный тестовый контроль успеваемости (по темам или разделам)**

**Тема 1. Основные понятия аналитической химии. Способы выражения концентрации растворов**

1. Экспрессность-это...
2. Константа равновесия реакции равна отношению:
  1. произведения концентраций исходных веществ к произведению концентраций продуктов реакции в степенях, равных стехиометрическим коэффициентам
  2. суммы концентраций исходных веществ к сумме концентраций продуктов реакции в степенях, равных стехиометрическим коэффициентам
  3. произведения концентраций конечных веществ к произведению концентраций исходных веществ в степенях, равных стехиометрическим коэффициентам
  4. суммы концентраций конечных веществ к сумме концентраций исходных веществ в степенях, равных стехиометрическим коэффициентам
3. Основные способы выражения концентрации вещества в растворе:
  1. молярная концентрация эквивалента вещества в растворе;
  2. титр раствора;
  3. стандартная концентрация;
  4. все ответы правильные.
4. Чувствительной реакцией называют если, осадок:
  1. выпадает при малой концентрации обнаруживаемого иона
  2. выпадает при очень малой концентрации обнаруживаемого иона
  3. выпадает при высокой концентрации обнаруживаемого иона

4.растворяется при добавлении избытка реагента

5. Титр раствора – это:

1. число граммов растворенного вещества в 1 л раствора;
2. число граммов растворенного вещества в 1 мл раствора;
3. число молей растворенного вещества в 1 мл раствора;
4. число молей растворенного вещества в 1 л раствора.

6.

$$C_{(x)} = \frac{n}{m_{р-ля}}, \text{ где:}$$

- 1.С (x)– молярная концентрация растворённого вещества, моль/л
- 2.С (x) – титр растворённого вещества, г/мл;
- 3.С (x) – моляльность, моль/кг;
- 4.С (x) – нормальная концентрация, моль-экв/л;

7. ... - методы, не требующие проведения химических реакций, а изучающие физические свойства вещества

- 1.физико-химические
2. химические
- 3.физические
4. биологические

8. Электродный потенциал это:

1. граница раздела «металл - раствор»;
2. разность потенциалов на границе раздела «металл - раствор»;
3. раствор электролита;
4. платиновая пластинка

9. Растворимость вещества S-...

1.безразмерная величина, равная отношению количества растворенного вещества к общему количеству веществ в растворе

2.отношение массы вещества, образующего насыщенный раствор при конкретной температуре, к массе растворителя

3.максимальная масса вещества, которая может раствориться в 100 г растворителя

4.содержание вещества в граммах в 1 мл раствора

10. Согласно теории кислот и оснований Бренстеда – Лоури, кислотами являются вещества:

- 1) имеющие кислый вкус
  - 2) способные принимать протон
  - 3) способные быть акцептором
  - 4) способные отдавать протон
- электронной пары

вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ		1	1,2	2	2	3	3	2	3	4

ответ на вопрос 1: Экспрессность-быстрота выполнения анализа. Чем меньше времени затрачено, тем выше экспрессность

## Тема 2. Виды равновесий в аналитической химии: протолитические, окислительно-восстановительные, осадок – раствор, равновесия в растворе комплексных соединений

1. Что такое водородный показатель?

1. отрицательный десятичный логарифм молярной концентрации ионов водорода;
2. концентрация ионов водорода;
3. логарифм концентрации ионов водорода;
4. сумма концентраций ионов водорода и гидроксид-ионов

2. Значение рН 1·10<sup>-3</sup> М раствора азотной кислоты равно:

1. 4;
2. 3;
3. 2;
4. 1.

3. Укажите частицы, которые согласно протолитической теории кислот и оснований относятся к основаниям:

1. уксусная кислота;
2. ацетат-ион;
3. ион аммония;
4. хлороводородная кислота

4. Осадок малорастворимого электролита выпадает при условии, если:

1. стехиометрическое произведение молярных концентраций ионов меньше константы растворимости;

2. стехиометрическое произведение молярных концентраций ионов больше константы растворимости;
3. константа растворимости равна произведению молярных концентраций ионов;
4. нет правильного ответа.
5. Стандартный водородный электрод представляет собой:
  1. платиновую пластинку, опущенную в раствор серной или хлороводородной кислоты;
  2. железную пластинку, опущенную в раствор азотной кислоты;
  3. угольный электрод, опущенный в раствор хлороводородной кислоты
  4. платиновую пластинку, опущенную в раствор гидроксида натрия.
6. Величина стандартного электродного потенциала пары железо(III) – железо(II) равна +0,77 В. При равных активностях железа(III) и железа(II) величина электродного потенциала равна:
  1. +0,85 В;
  2. +0,77 В;
  3. +1,05 В;
  4. +0,95 В.
7. Как изменится величина окислительно-восстановительного потенциала пары железо(III) – железо(II), если к раствору добавить порошок фторида натрия:
  1. увеличится;
  2. уменьшится;
  3. не изменится;
  4. вначале уменьшится, потом увеличится
8. Какие из перечисленных ионов металлов более склонны к образованию комплексных соединений:
  1. ион железа(III);
  2. ион натрия(I);
  3. ион калия(I);
  4. ион бария(II).
9. Из перечисленных кислот наиболее сильной кислотой является:
  1. муравьиная кислота (pKa=3,8);
  2. уксусная кислота (pKa=4,76);
  3. циановодородная кислота (pKa=9,3);
  4. фтороводородная кислота (pKa=3,2).
10. Полидентатный лиганд - это:
  1. аммиак;
  2. хлорид-ион;
  3. тиоцианат-ион;
  4. ЭДТА.

вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	1	2	2	2	1	2	2	1	4	4

### **Тема 3. Способы классификации катионов и анионов. Групповой анализ катионов и анионов. Разделение и концентрирование ионов. Экстракция. Адсорбция.**

1. Согласно кислотно-основной классификации все катионы делят:
  1. на 3 группы;
  2. на 2 группы;
  3. на 4 группы;
  4. на 6 групп.
2. Ко второй аналитической группе катионов по кислотно-основной классификации относятся катионы:
  1. серебра, свинца, ртути(I);
  2. аммония, калия, кобальта(II);
  3. магния, марганца(II), лития;
  4. железа(II), ртути(II), никеля(II).
3. Характерным признаком качественной реакции ионов калия с винной кислотой является:
  1. выпадение кристаллического осадка белого цвета
  2. выпадение коллоидного осадка сероватого цвета
  3. выделение газа с характерным запахом
  4. окрашивание раствора в желтый цвет
4. Какой из перечисленных реагентов применяется для отделения катионов третьей аналитической группы по кислотно-основной классификации:
  1. 2 М раствор соляной кислоты;
  2. 2 М раствор серной кислоты;
  3. 2 М раствор щелочи;
  4. 2 М раствор аммиака.
5. Для обнаружения анионов-восстановителей используются реактивы:
  1. раствор сульфата калия;
  2. раствор перманганата калия в кислой среде;
  3. раствор иода в нейтральной среде;
  4. раствор иодида калия
6. Реактив Несслера применяется для обнаружения катионов:
  1. цинка;
  2. бария;
  3. аммония;
  4. Свинца

7. Диметилглиоксим (диметилдиоксим, реактив Чугаева) используется при обнаружении катионов:

1. бария;
2. никеля(II);
3. хрома(III);
4. висмута(III).

8. К групповым реагентам относятся:

1. хлороводородная кислота;
2. серная кислота;
3. диметилглиоксим;
4. хромат калия.

9. Неподвижная поверхность раздела возникает на границе:

1. жидкость – газ;
2. жидкость – твёрдое тело;
3. жидкость – жидкость;
4. твёрдое тело – газ

10. Величина адсорбции Г в системе СИ измеряется в:

1. моль/л;
2. моль/м;
3. моль/см<sup>2</sup>;
4. моль/кг.

вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	4	2	1	2	2,3	3	2	1,2	4	3

#### Тема 4. Основные понятия количественного химического анализа. Статистическая обработка результатов количественного анализа. Виды погрешностей и способы их оценки.

1. К химическим методам количественного анализа относятся:

1. хеометрика;
2. гравиметрия;
3. титриметрия;
4. кулонометрия.

2. Количественный анализ НЕ позволяет установить:

1. Количественные соотношения составных частей неизвестного индивидуального соединения, т. е. установить его формулу.

2. Содержание или концентрацию определяемого вещества в исследуемом образце.

3. Содержание всех или некоторых главных (основных) компонентов анализируемой смеси (например, смеси солей, кислот, изомеров и т. п.).

4. Содержание главных (основных) компонентов (примесей) в данном известном веществе.

3. Виды погрешностей (по способу вычисления):

1. абсолютная
2. систематическая
3. относительная
4. случайная

4. Какой способ выявления систематических погрешностей лишний:

1. Варьирование величины пробы (увеличение или уменьшение концентрации)

2. Введено-найдено

3. Сравнение с независимым методом

4. Анализ хлороводородной кислоты

5. К абсолютным (безэталонным) методам относятся:

1. спектрофотометрия;
2. гравиметрия;
3. прямая кулонометрия;
4. флуориметрия.

6. Коэффициент Стьюдента позволяет определить

1. стандартное отклонение

2. доверительную вероятность выполненных измерений

3. абсолютную погрешность всех измерений

4. абсолютную погрешность одного измерения

7. Случайные погрешности подчиняются закону:

1. Бернулли

2. Гаусса

3. Максвелла

4. Больцмана

8. Размерность абсолютной погрешности

1. отсутствует

2. соответствует размерности случайной величины

3. соответствует размерности квадрата случайной величины

4. не соответствует размерности случайной величины

9. Относительная погрешность при выполнении лабораторных работ не должна превышать

1. 1%

2. 2.4 %

3. 1%

4. 10%

1. Знак абсолютной погрешности всегда

- 1.положительный  
3.такой же, как у случайной величины
- 2.отрицательный  
4.любой

вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	2,3	4	1,3	4	2,3	4	2	3	1	1

### Тема 5. Гравиметрический анализ: классификация методов, основные этапы, достоинства и недостатки.

- Основными этапами гравиметрии являются:
  - взятие и растворение навески;
  - приготовление и добавление индикатора;
  - получение осаждаемой формы;
  - продольная диффузия
- При гравиметрическом определении железа(III) по реакции образования гидроксида железа(III) гравиметрической формой является:
  - гидроксид железа(III);
  - оксид железа(III);
  - оксид железа(II);
  - нет правильного ответа
- Источником ошибки в гравиметрическом анализе может служить:
  - соосаждение;
  - влияние индикатора;
  - потери при отгонке
  - неправильный выбор стандарта
- Гравиметрический фактор – это
  - фактор пересчета;
  - отношение молярной массы определяемого вещества к молярной массе гравиметрической формы;
  - отношение молярной массы гравиметрической формы к молярной массе определяемого вещества;
  - все ответы верные.
- Методом осаждения проводят в следующей последовательности:
  1. взвешивают навеску для анализа;
  2. отбирают среднюю пробу анализируемого образца;
  3. высушивают осадок;
  4. промывают осадок;
  5. прокаливают осадок;
  6. растворяют навеску;
  7. осаждают определяемый компонент;
  8. вычисляют результат анализа.
  9. взвешивают осадок;
  10. отделяют осадок фильтрованием;
- Недостатком гравиметрического метода является:
  - длительность определений
  - невысокая селективность анализа
  - большой осадок
  - высокая температура
- Осаждаемая форма-
  - вещество, содержащее анализируемый компонент
  - осадок, состоящий из анализируемого объекта
  - осадок точно известного состава
  - вещество, которое осаждается
- Фактор пересчёта – это отношение молярной массы...
  - весовой формы к молярной массе осаждаемой формы
  - весовой формы к молярной массе определяемого вещества
  - определяемого вещества к молярной массе весовой формы
  - осаждаемой формы к молярной массе определяемого вещества
- Причина соосаждения-
  - десорбция
  - окклюзия
  - изоморфизм
  - аллотропия
- Осаждение считается полным, если остаточное количество осаждаемого вещества в растворе не превышает:
  - 10 – 3 моль
  - 10 – 4 моль
  - 10 – 4 г
  - 10 – 5 г

вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	1,3	2	4	1,2	21768341095	1,2	4	3	2,3	3

**Тема 6. Физико-химические методы анализа: краткая характеристика, область применения, достоинства и недостатки. Электрохимические методы анализа: кулонометрия, потенциометрия, вольтамперометрия, полярография.**

1. Фотоэлектроколориметрический анализ:
  1. требует применения монохроматического излучения;
  2. основан на способности веществ окисляться или восстанавливаться под воздействием видимого излучения;
  3. требует получения окрашенных форм анализируемых соединений;
  4. позволяет определять концентрации мутных и темнокрашенных растворов.
2. Фотоэлементы необходимы:
  1. для преобразования света в электромагнитное излучение;
  2. для преобразования световой энергии в электрическую.
  3. выбора узкой полосы волн из широкого спектра излучения;
  4. выбора широкой полосы волн из широкого спектра излучения.
3. Растворы сравнения это:
  1. растворы, с точно известной концентрацией;
  2. рабочие растворы;
  3. растворы, содержащие все компоненты, кроме определяемого вещества.
  4. К физико-химическим методам анализа относятся:
    1. нейтрализация
    2. комплексонометрия
    3. рефрактометрия
    4. эмиссионный спектральный анализ
    5. потенциометрический анализ
    6. поляриметрический анализ
5. Горючей смесью для пламенного фотометра является:
  1. водород – кислород;
  2. углерод – азот;
  3. пропан – бутан.
6. Перечислите основные достоинства ЭМА.
  1. высокая чувствительность
  2. быстрая растворимость
  3. селективность
  4. точность
7. С какой точностью выполняются электрохимические измерения (метод кулонометрии):
  1. 0,5%
  2. 0,15%
  3. 0,05%
  4. 0,1%
8. Какой электрохимический метод позволяет одновременно определить качественный и количественный состав системы:
  1. кулонометрия
  2. вольтамперометрия
  3. прямая кондуктометрия
  4. электрогравиметрия
9. Назовите электрохимические методы анализа, в которых используются химические сенсоры (датчики):
  1. кондуктометрия
  2. амперометрия
  3. ионометрия
  4. Потенциометрия
10. На ФЭКе можно провести анализ веществ:
  1. окрашенных;
  2. неокрашенных;
  3. органических;
  4. неокрашенных веществ, если их можно окрасить с помощью химической реакции.

вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	1,3	2	3	3456	3	1,4	3	2	2,3	1,4

**Тема 7. Взаимодействие света с веществом. Классификация оптических методов анализа. Спектрофотометрия в УФ-, видимой области спектра. ИК-спектроскопия. Люминесцентный анализ. Рефрактометрия и поляриметрия.**

1. Метод молекулярной абсорбционной спектроскопии в УФ- и видимой областях спектра называют:
  1. спектрофотометрия;
  2. флуориметрия;
  3. рефрактометрия;
  4. масс-спектрометрия
2. Спектр поглощения раствора вещества, подчиняющегося закону Бугера Ламберта-Бера, можно получить при помощи:
  1. спектрофотометра;
  2. газового хроматографа;
  3. флуориметра;
  4. рефрактометра



3. Оптическая плотность раствора с концентрацией 10,0 мкг/мл вещества, измеренная в кювете с толщиной слоя 1,00 см, равна 1,000. Удельный коэффициент поглощения составляет:
1. 0,001;
  2. 1,00;
  3. 100;
  4. 1000.
4. Оптическая плотность раствора вещества, измеренная в кювете с толщиной слоя 1,00 см, равна 1,000. Молярный коэффициент поглощения равен  $1000 \text{ л}\cdot\text{моль}^{-1}\cdot\text{см}^{-1}$ . Концентрация раствора составляет:
1.  $1,00\cdot 10^{-3} \%$ ;
  2.  $1,00\cdot 10^{-3} \text{ г}/100 \text{ мл}$ ;
  3.  $1,00\cdot 10^{-3} \text{ моль}/\text{л}$ ;
  4.  $1,00\cdot 10^{-3} \text{ моль}/\text{мл}$
5. По длительности свечения различают следующие виды люминесценции:
1. флуоресценция;
  2. фосфоресценция;
  3. хемиллюминесценция;
  4. катодолюминесценция
6. Факторы, влияющие на интенсивность флуоресценции:
1. концентрация вещества;
  2. температура;
  3. pH раствора;
  4. нет верного ответа
7. Закон Стокса-Ломмеля описывает:
1. независимость спектра флуоресценции от длины волны возбуждающего света;
  2. смещение спектра флуоресценции в более длинноволновую область по сравнению со спектром поглощения;
  3. зеркальную симметрию спектров испускания и поглощения;
  4. зависимость формы спектра флуоресценции от длины волны возбуждающего света
8. В качестве детектора для работы в дальней ИК-области используют:
1. болометр;
  2. пироэлектрический детектор;
  3. фотонный детектор;
  4. фотодиод.
9. Кюветы для ИК-спектроскопии изготавливают из:
1. KCl;
  2. NaBr;
  3. стекла;
  4. Кварца
10. В ИК-спектроскопии используют следующие растворители:
1. вода;
  2. хлороформ;
  3. ацетонитрил;
  4. этанол.

вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	1	1	4	3	1,2	1,2,3	2	1	1,2	2,3

**Тема 8. Титриметрический анализ: основные понятия, классификация методов. Методы кислотно-основного титрования. Методы окислительно-восстановительного титрования. Комплексонометрия и осадительное титрование. Титрование в неводных средах.**

1. При титровании заместителя используют:
1. два титранта;
  2. вспомогательный реагент, взаимодействующий с определяемым веществом;
  3. реагент, взаимодействующий с титрантом и определяемым веществом;
  4. все ответы правильные.
2. Титрованные растворы, приготовленные по точной навеске и сохраняющие постоянную концентрацию, называются:
1. вторичные стандарты;
  2. первичные стандарты;
  3. идеальные растворы
  4. стабильные растворы
3. Метод определения сильных и слабых оснований путем титрования стандартным раствором сильной кислоты, называют:
1. алакалометрия;
  2. метод нейтрализации;
  3. ацидиметрия
  4. комплексонометрия
4. Среди перечисленных ниже выберите методы редокс-титрования (классификация по природе реагента, взаимодействующего с определяемым веществом):
1. дихроматометрия;
  2. аргенометрия;
  3. цериметрия;
  4. меркурометрия.
5. Титрантом броматометрического титрования служит:
1. 0,1 н. KI;
  3. 0,1 н.  $\text{H}_2\text{SO}_4$
  2. 0,1 н.  $\text{KBrO}_3$ ;
  4. 1 н. KBr
6. Какой объем 0,05 М NaOH требуется для нейтрализации 100 мл 0,1 М HCl:
1. 200 мл;
  2. 20 мл;

3. 100 мл;      4. 5 мл.
7. Чему равна молярная концентрация гидроксида натрия в растворе, если титр растворенного гидроксида натрия равен 0,0040 г/мл?
1. 0,01 моль/л;      2. 0,10 моль/л;  
3. 0,40 моль/л;      4. 0,040 моль/л
8. К вторичным стандартным растворам в кислотно-основном титровании относятся:
1. раствор пероксида водорода;  
2. раствор хлороводородной кислоты;  
3. раствор гидроксида натрия;  
4. раствор аммиака
9. Интервал перехода окраски кислотно-основного индикатора выражается уравнением:
1.  $\Delta pH = pK_a \pm 1$ ;      2.  $\Delta pH = pK_a \pm 2$ ;  
3.  $\Delta pH = pK_n \pm 1$ ;      4.  $\Delta E = pK_a \pm 1$ ;
10. Титрование по методу Мора проводят:
1. в кислой среде;      2. в нейтральной среде;  
3. в щелочной среде;      4. нет верного ответа.

вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	2	3	2	2,3	4	1	2	2,3	1	2

**Тема 9. Хроматография – сущность метода, классификация. Газовая хроматография. Жидкостная хроматография (ВЭЖХ, ионообменная, эксклюзионная, аффинная).**

**Тонкослойная хроматография.**

1. В зависимости от агрегатного состояния подвижной фазы различают следующие виды хроматографии:
1. газовая;      2. колоночная;  
3. тонкослойная;      4. Жидкостная
2. Время от момента ввода пробы до момента регистрации максимума хроматографического пика это:
1. исправленное время удерживания;  
2. время пребывания вещества в подвижной фазе;  
3. время пребывания вещества в неподвижной фазе;  
4. время удерживания.
3. Коэффициент селективности ( $\alpha$ ) равен 1, оцените возможность хроматографического разделения смеси на индивидуальные вещества:
1. разделение невозможно;  
2. разделение полное;  
3. разделение частичное;  
4. нет верного ответа
4. Скорость перемещения разделяемого вещества по тонкому слою сорбента оценивают величиной:
1.  $R_f$ ;      2.  $D$ ;  
3.  $N$ ;      4.  $H$ .
5. Расстояние между линией старта и фронта растворителя на хроматограмме оказалось равным 10,0 см, линией старта и центром пятна вещества – 4,0 см. Величина  $R_f$  вещества равна:
1. 0,40      2. 4,0  
3. 0,60      4. 1,0
6. При пропускании натрия хлорида через катионообменник ( $H^+$  -форма) из него будут вытеснены ионы:
1.  $Na^+$ ;      2.  $H^+$ ;  
3.  $OH^-$ ;      4.  $Cl^-$ .
7. При газохроматографическом определении объем удерживания этанола составил 200 мкл, удерживаемый объем несорбирующегося компонента - 50 мкл. Исправленный удерживаемый объем этанола равен:
1. 100 мкл;      2. 150 мкл;  
3. 200 мкл;      4. 250 мкл.
8. Разделительные колонки для газожидкостной хроматографии называются:

1. капиллярные;    2. насадочные;
3. набивные;        4. нет верного ответа
9. Индексы удерживания Ковача используются в хроматографии для:
  1. количественного определения;
  2. разделения компонентов смеси;
  3. качественной идентификации;
  4. устранения примесей.
10. Подвижную фазу, вводимую в слой неподвижной фазы при проведении элюентной колоночной хроматографии, называют:
  1. элюат;        2. растворитель;
  3. элюент;       4. сорбат.

вопрос	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	1,4	4	1	1	1	2	2	1,2,3	3	3

## 2.2 Перечень тем докладов/устных реферативных сообщений для текущего контроля успеваемости (по выбору преподавателя)

### Тема 1. Общие теоретические основы аналитической химии

- 1 Автопротолиз безводной азотной, уксусной кислот, жидкого аммиака, этилендиамина, н-бутанола.
- 2 Связь между константой кислотности и константой основности сопряженной пары кислота–основание и константой автопротолиза растворителя
- 3 Факторы, от которых зависит поведение кислот и оснований в неводных растворителях
- 4 Влияние диэлектрическая проницаемость растворителя на константы диссоциации кислот и оснований
- 5 Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителя. эффект наблюдается в протофильных растворителях
- 6 Приготовление буферных растворов.
- 7 Изменение рН буферного раствора при разбавлении
- 8 Буферное действие амфолитов

### Тема 2. Типы химических равновесий и их роль в аналитической химии

- 1 Смысл понятия «точность химического анализа»
- 2 Отличаются понятия «сходимость» и «воспроизводимость» «промах». Как выявить наличие «промаха»
- 3 Погрешностью химического анализа?
- 4 Дисперсия, стандартное отклонение и относительное стандартное отклонение выборочной совокупности результатов химического анализа
- 5 Суть метода наименьших квадратов (МНК).
- 6 Определение «предела обнаружения». Что характеризует понятие «предела обнаружения»?

### Тема 3. Качественный анализ катионов и анионов. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии

- 1 Методы концентрирования. Суть. Применение в аналитической химии.
- 2 Методы разделения. Суть. Применение в аналитической химии.
- 3 Качественный анализ катионов
- 4 Качественный анализ анионов

### Тема 4. Количественный анализ. Математическая обработка результатов количественного анализа.

- 1 Кривая титрования. В каких координатах строятся логарифмические и линейные кривые титрования.
- 2 Титрование, скачок титрования, точка эквивалентности, конечная точка титрования
- 3 Сущность прямого, обратного титрования и титрования заместителя.
- 4 Примеры первичных и вторичных стандартных растворов, используемых в кислотно-основном титровании. Напишите уравнения реакций, укажите факторы эквивалентности.
- 5 Изменение вида кривой титрования (величина скачка, положение точки эквивалентности) при изменении: а) концентрации растворов; б) величин констант кислотности или основности; в) температуры

### Тема 5. Гравиметрический анализ

- 1 Сущность гравиметрического метода анализа. Применение в фармации
- 2 Виды осадков, осажденная форма
- 3 Химический эквивалент и фактор эквивалентности вещества.
- 4 Способы выражения концентрации стандартных растворов.

#### **Тема 6. Инструментальные (физико-химические) и электрохимические методы анализа**

- 1 Спектральный метод анализа. Применение его в анализе лекарственных препаратов и сырья
- 2 Люминесцентный метод анализа. Применение его в анализе лекарственных препаратов и сырья
- 3 Турбидиметрический метод анализа. Применение его в анализе лекарственных препаратов и сырья
- 4 Спектрофотометрический метод анализа. Применение его в анализе лекарственных препаратов и сырья

#### **Тема 7. Молекулярный спектральный анализ. Люминесцентный анализ**

- 1 Происхождение спектров испускания (эмиссионных) и спектров поглощения (абсорбционных) атомов и молекул с позиций квантовой теории.
- 2 Диапазоны длин волн получают УФ-, видимые, ИК-спектры?
- 3 Закон Бера и его основные ограничения.
- 4 Блок-схема и опишите принципы работы спектрометра с монохроматором в УФ / видимой области.
- 5 Важные хромофоры в УФ / видимом диапазоне.
- 6 Особенности колебательной спектроскопии, обусловившие ее значимость для аналитической химии.
- 7 Основные узлы современных ИК спектрометров.
- 8 Источники излучения в ИК-спектрометрах при работе с ближним, средним, дальним ИК-диапазонами
- 9 Основной закон, используемый для количественного анализа, и области его применения в ИК-спектроскопии.

#### **Тема 8. Химические титриметрические методы анализа**

- 1 Кислотно-основное титрование. Его виды, применение
- 2 Окислительно-восстановительное титрование. Его виды, применение
- 3 Осадительное титрование. Его виды, применение
- 4 Перманганатометрия как основной способ анализа многих лекарственных препаратов.

#### **Тема 9. Хроматографические методы анализа**

- 1 Бумажные и тонкослойные хроматограммы
  - 2 Мертвый объем колонки. Какие объемы он в себя включает.
  - 3 Три основных способа детектирования в газовой и жидкостной хроматографии.
  - 4 Основные методы количественного хроматографического анализа. В каких случаях используют тот или иной метод?
  - 5 Роль подвижной фазы в газовой и жидкостной хроматографии. Приведите примеры неподвижных фаз в газотвердофазной и газожидкостной хроматографии.
  - 6 Градиентное элюирование в газовой и жидкостной хроматографии.
- Темы реферативных сообщений могут быть предложены преподавателем из вышеперечисленного списка, а также обучающимся в порядке личной инициативы по согласованию с преподавателем.

### **2.3. Перечень ситуационных задач для текущего контроля успеваемости**

#### **Тема 1. Общие теоретические основы аналитической химии.**

**Задача 1. При обследовании пациента обнаружено, что рН плазмы крови равен 7,2. К каким заболеваниям может привести это отклонение рН от нормы и как можно ликвидировать эту патологию?**

- а) Приводит ли это отклонение рН к ацидозу?
- б) Приводит ли это отклонение рН к алкалозу?
- в) Можно ли ликвидировать это отклонение рН при приеме пациентом 0,9% раствора NaCl?
- г) Можно ли ликвидировать это отклонение рН при приеме пациентом раствора  $\text{NaHCO}_3$ ?
- д) Можно ли ликвидировать это отклонение рН при приеме пациентом раствора  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ?

**Ответ:**

Снижение рН плазмы крови по сравнению с нормой (7,40) приводит к ацидозу.

Ликвидировать это снижение рН можно приемом пациентом  $\text{NaHCO}_3$ , так как эта соль дает при гидролизе щелочную реакцию среды.

Нельзя применять 0,9% раствор  $\text{NaCl}$ , имеющий нейтральную реакцию и раствор  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , дающий при гидролизе кислую реакцию среды.

**Задача 2. При обследовании пациента обнаружено, что рН плазмы крови равен 7,6. К каким заболеваниям может привести это отклонение рН от нормы и как можно ликвидировать эту патологию?**

- Приводит ли это отклонение рН к ацидозу?
- Приводит ли это отклонение рН к алкалозу?
- Можно ли ликвидировать это отклонение рН при приеме пациентом 0,9% раствора  $\text{NaCl}$ ?
- Можно ли ликвидировать это отклонение рН при приеме пациентом раствора  $\text{NaHCO}_3$ ?
- Можно ли ликвидировать это отклонение рН при приеме пациентом раствора  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ?

**Ответ:**

Повышение рН плазмы крови по сравнению с нормой (7,40) приводит к алкалозу.

Ликвидировать это повышение рН можно приемом пациентом  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , так как эта соль дает при гидролизе кислую реакцию среды.

Нельзя применять 0,9% раствор  $\text{NaCl}$ , имеющий нейтральную реакцию и раствор  $\text{NaHCO}_3$ , дающий при гидролизе щелочную реакцию среды.

**Задача 3. При обследовании пациента обнаружено, что рН желудочного сока равен 2,7. К каким заболеваниям может привести это отклонение рН от нормы (0,9 - 2,5) и как можно ликвидировать эту патологию?**

- Имеет ли этот пациент повышенную кислотность желудочного сока?
- Имеет ли этот пациент пониженную кислотность желудочного сока?
- Можно ли ликвидировать это отклонение рН при приеме пациентом раствора  $\text{NaHCO}_3$ ?
- Можно ли ликвидировать это отклонение рН приемом пациентом 0,9% раствора  $\text{NaCl}$ ?
- Можно ли ликвидировать это отклонение рН приемом пациентом раствора  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ?

**Ответ:**

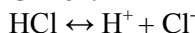
Повышение рН желудочного сока по сравнению с нормой свидетельствует о пониженной кислотности у пациента.

Ликвидировать пониженную кислотность можно приемом раствора  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , так как эта соль дает при гидролизе кислую реакцию среды.

Нельзя применять 0,9% раствор  $\text{NaCl}$ , имеющий нейтральную реакцию и раствор  $\text{NaHCO}_3$ , дающий при гидролизе щелочную реакцию среды.

**Задача 4. Рассчитать рН в 0,025 М растворе хлороводородной кислоты.**

**Ответ:**



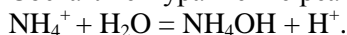
$$[\text{H}^+] = c(\text{HCl}) = 0,025 \text{ моль/л}$$

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg 0,025 = 1,6$$

**Задача 5. Вычислить  $[\text{H}^+]$  и рН 0,005 М  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , а также степень и константу гидролиза  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ .**

**Ответ:**

Составляем уравнение реакции гидролиза:



Рассчитываем концентрацию  $\text{H}^+$ -ионов по формуле:

$$[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{K_{\text{гид}} \cdot C_{\text{с}}}{K_{\text{с}}}}; K_{\text{с}} = 1,76 \cdot 10^{-5}$$

$$[\text{H}^+] = \sqrt{\frac{10^{-14} \cdot 5 \cdot 10^{-3}}{1,76 \cdot 10^{-5}}} = \sqrt{2,84 \cdot 10^{-12}} = 1,69 \cdot 10^{-6} \text{ моль/л}$$

$$\text{pH} = -\lg 1,69 \cdot 10^{-6} = 5,77$$

Степень гидролиза  $h$  рассчитываем по формуле:

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

$$h = \frac{1,69 \cdot 10^{-6}}{5 \cdot 10^{-3}} = 3,37 \cdot 10^{-4}$$

Константу гидролиза  $K_r$  рассчитываем по формуле:

$$K_r = \frac{K_{H_2O}}{K_a}$$

$$K_r = \frac{10^{-14}}{1,76 \cdot 10^{-2}} = 5,68 \cdot 10^{-10}$$

**Задача 6.** Из 2,500 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  приготовили 500,0 мл раствора. Рассчитать для этого раствора: а) молярную концентрацию, б) молярную концентрацию эквивалента, в) титр, г) титр по  $\text{HCl}$ .

**Ответ:**

а) Молярная концентрация - это количество молей вещества, содержащееся в 1 литре раствора.  $n(\text{Na}_2\text{CO}_3)$  в 500 мл. Тогда в 1 литре или в 1000 мл содержится:

$$n(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{2,500 \cdot 1000}{M_{\text{Na}_2\text{CO}_3} \cdot 500} = 0,04717 \text{ моль/л.}$$

Таким образом,  $C(\text{Na}_2\text{CO}_3) = 0,04717$  моль/л.

б) Если не оговорено особо, то в основе титрования предполагается реакция:  $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} = 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{CO}_3$

и фактор эквивалентности равен  $1/2$ .

Молярная масса эквивалента, следовательно, равна  $1/2 M(\text{Na}_2\text{CO}_3)$ .

$$1/2 M(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{106,0}{2} = 53,00$$

$$c(1/2 \text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{2,500 \cdot 1000}{500 \cdot 1/2 M_{\text{Na}_2\text{CO}_3}} = \frac{2,500 \cdot 1000}{500 \cdot 53,00} = 0,09434$$

или

$$c(1/2 \text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{c(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{1/z} = \frac{0,04717}{1/2} = 0,04717 \cdot 2 = 0,09434$$

в) По определению титр - это масса вещества в граммах, содержащаяся в 1 мл раствора. Тогда

$$T(\text{Na}_2\text{CO}_3) = \frac{2,500}{500,0} = 0,005000 \text{ г/мл.}$$

г) Титр по определяемому веществу - это количество граммов определяемого вещества, которое эквивалентно 1 мл раствора соды.

Титр раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  по  $\text{HCl}$  можно рассчитать, например, исходя из молярной концентрации эквивалента раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  ( $1/2 \text{Na}_2\text{CO}_3$ ) - число молей эквивалентов  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в 1 литре или 1000 мл раствора,  $(1/2 \text{Na}_2\text{CO}_3)/1000$  - число молей эквивалентов  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в 1 мл раствора.

По закону эквивалентов столько же эквивалентов  $\text{HCl}$  соответствует 1 мл раствора соды.

$[C(1/2 \text{Na}_2\text{CO}_3)/1000] \cdot M(\text{HCl})$  - масса  $\text{HCl}$  в граммах, соответствующая 1 мл раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , т.е. г/мл.

## Тема 2. Типы химических равновесий и их роль в аналитической химии.

**Задача 7.** В лаборатории имеются стандартные растворы:  $\text{HCl}$ ,  $\text{NaOH}$ , трилона б и индикаторы: фенолфталеин и хромоген черный. Требуется определить жесткость питьевой воды.

а) Чем обусловлена жесткость воды?

б) Какой метод титрования Вы выберете для определения жесткости воды?

в) Что выберете в качестве титранта?

г) Что выберете в качестве индикатора?

д) По какой формуле будете рассчитывать жесткость воды.

**Ответ:**

Жесткость воды измеряется количеством миллимолей эквивалента ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  в 1 л воды.

Для определения жесткости воды следует выбрать метод комплексонометрического титрования.

В качестве титранта следует выбрать трилон Б, так как он образует с ионами  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  прочные внутрикмоплексные соединения.

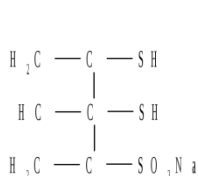
В качестве индикатора следует выбрать хромоген черный, так как он образует с ионами  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  менее прочные и окрашенные в другой цвет (по сравнению с комплексами трилона Б) комплексы.

Общую жесткость воды можно рассчитать по формуле:

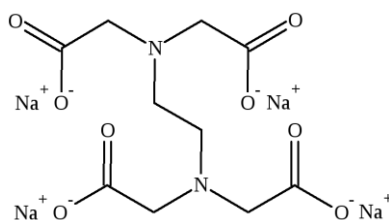
$$C\left(\frac{1}{z} \text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}\right) = \frac{C\left(\frac{1}{z} \text{трилонБ}\right) \cdot V(\text{трилонБ}) \cdot 1000}{V(\text{H}_2\text{O})}$$

### Тема 3. Качественный анализ катионов и анионов. Методы разделения и концентрирования в аналитической химии

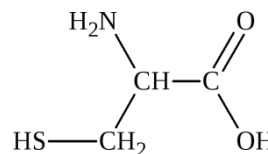
Задача 8. В больницу поступил пациент с отравлением  $\text{Sr}^{90}$ . Ацидозом. В больнице имеются следующие препараты:



Унитиол



Трилон Б



Цистеин

Какой из них целесообразно использовать для выведения  $\text{Sr}^{90}$  из организма?

- а) Как называются препараты, которые используются при отравлениях?
- б) Можно ли для выведения ионов  $\text{Sr}^{90}$  из организма использовать унитиол?
- в) Можно ли для выведения ионов  $\text{Sr}^{90}$  из организма использовать цистеин?
- г) Можно ли для выведения ионов  $\text{Sr}^{90}$  из организма использовать трилон Б?
- д) Что лежит в основе ликвидации отравления выбранным препаратом?

**Ответ:**

Препараты, используемые при отравлениях, называются антидоты.

Для выведения ионов  $\text{Sr}^{2+}$  из организма нельзя использовать унитиол и цистеин, так как они не связывают ион  $\text{Sr}^{2+}$  в прочные комплексные соединения.

Для выведения ионов  $\text{Sr}^{2+}$  из организма следует применить трилон Б, так как он образует с ионом  $\text{Sr}^{2+}$  прочные внутрикомплексные соединения.

Задача 9. В лаборатории имеются стандартные растворы:  $\text{HCl}$ ,  $\text{NaOH}$ , трилона б и индикаторы: фенолфталейн и хромоген черный. Требуется определить жесткость питьевой воды.

- а) Чем обусловлена жесткость воды?
- б) Какой метод титрования Вы выберете для определения жесткости воды?
- в) Что выберете в качестве титранта?
- г) Что выберете в качестве индикатора?
- д) По какой формуле будете рассчитывать жесткость воды.

**Ответ:**

Жесткость воды измеряется количеством миллимолей эквивалента ионов  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  в 1 л воды.

Для определения жесткости воды следует выбрать метод комплексонометрического титрования.

В качестве титранта следует выбрать трилон Б, так как он образует с ионами  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  прочные внутрикомплексные соединения.

В качестве индикатора следует выбрать хромоген черный, так как он образует с ионами  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  менее прочные и окрашенные в другой цвет (по сравнению с комплексами трилона Б) комплексы.

Общую жесткость воды можно рассчитать по формуле:

$$C\left(\frac{1}{z}Ca^{2+}, Mg^{2+}\right) = \frac{C\left(\frac{1}{z} \text{ трилонБ} \right) \cdot V(\text{трилонБ}) \cdot 1000}{V(H_2O)}$$

#### Тема 4. Количественный анализ. Математическая обработка результатов количественного анализа.

**Задача 10.** Какова концентрация хлорид-ионов в растворе, полученном при сливании равных объемов растворов, содержащих  $2 \times 10^{-5}$  М хлорида натрия,  $0,33 \times 10^{-4}$  М хлорида калия и  $5,0 \times 10^{-6}$  М соляной кислоты?

**Ответ:**

В каждом растворе концентрация хлорид-ионов равна концентрации соответствующих соединений, т.к. в них диссоциируют ионное соединение хлорид калия и соляная кислота. Сначала преобразуем числа так, чтобы уравнивать показатели степеней, приведя их к наибольшему:

$$2 \times 10^{-5} = 0,2 \times 10^{-4}$$

$$0,33 \times 10^{-4} = 0,33 \times 10^{-4}$$

$$5,0 \times 10^{-6} = 0,050 \times 10^{-4}$$

Результат сложения:  $0,580 \times 10^{-4}$  М

Точность суммы должна определяться числом  $2 \times 10^{-4}$ , с наименьшим числом десятичных знаков. Поэтому округляем полученную сумму до первой цифры после запятой, т.е. до  $0,6 \times 10^{-4}$ . С учетом разбавления в конечном объеме концентрация хлорид-ионов составляет  $(0,6 \times 10^{-4})/3 = 0,2 \times 10^{-4}$  М.

#### Тема 5. Гравиметрический анализ.

**Задача 11.** Смешали 500 мл 0,002 М раствора хлорида бария и 500 мл 0,001 М раствора сульфата калия. Выпадет ли в этих условиях осадок сульфата бария?  $PP(BaSO_4) = 1,1 \cdot 10^{-10}$ .

**Ответ:**

Условие образования осадков: произведение концентрации ионов должно быть больше произведения растворимости ПКИПР.

$$ПКИ = c(Ba^{2+}) \cdot c(SO_4^{2-}).$$

При смешивании равных объемов растворов, концентрации ионов уменьшаются в 2 раза, следовательно:

$$[Ba^{2+}] = c(BaCl_2) = 0,001 \text{ моль/л}$$

$$[SO_4^{2-}] = c(K_2SO_4) = 0,0005 \text{ моль/л}$$

$$ПКИ = 0,001 \cdot 0,0005 = 5 \cdot 10^{-7}, \text{ ПКИПР, осадок выпадает.}$$

#### Тема 6. Инструментальные (физико-химические) и электрохимические методы анализа.

**Задача 12.** Можно ли в кислой среде действием дихромата калия окислить: а)  $Fe^{2+}$  до  $Fe^{3+}$ ; б)  $Mn^{2+}$  до  $MnO_4^-$ ?

**Ответ:**

Для решения вопроса необходимо сравнить стандартные окислительно-восстановительные потенциалы окислительно-восстановительных систем. Более сильным окислителем будет окисленная форма той системы, стандартный окислительно-восстановительный потенциал которой больше.

$$E_{Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}}^0 = 1,33 \text{ В}$$

$$E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}}^0 = 0,77 \text{ В}$$

$$E_{MnO_4^-/Mn^{2+}}^0 = 1,51 \text{ В}$$

Потенциал системы  $Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$ , больше, чем потенциал системы  $Fe^{3+}/Fe^{2+}$  и меньше, чем потенциал системы  $MnO_4^-/Mn^{2+}$ , следовательно,  $Fe^{2+}$  можно окислить до  $Fe^{3+}$  действием дихромата калия, а  $Mn^{2+}$  до  $MnO_4^-$  не окисляется.

#### Тема 7. Молекулярный спектральный анализ. Люминесцентный анализ.



**Задача 13.** Для определения жесткости артезианской воды провели фотоэлектрическое титрование 20 см<sup>3</sup> ее комплексом III в присутствии эриохрома черного Т. Были получены следующие результаты титрования:

Объем комплексона III, см <sup>3</sup>	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
Светопропускание T, %	100	90	85	80	78,5	80	82	84

Рассчитать жесткость воды, если молярная концентрация эквивалента комплексона III равна 0,1000 моль/дм<sup>3</sup>.

**Ответ:**

Анализ выполнен методом фотоэлектрического титрования. Жесткость воды обусловлена наличием в ней солей кальция и магния и выражается в ммоль/дм<sup>3</sup>. Для решения задачи необходимо построить кривую титрования и определить объем, израсходованный на титрование ( $V_{\text{экв.}}$ ).

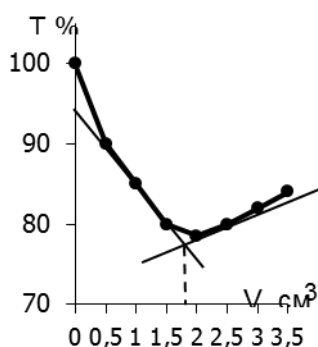


Рисунок 1 – Кривая фотоколориметрического титрования воды раствором комплексона.

Методом касательных определяем:  $V_{\text{экв.}} = 1,75$  см<sup>3</sup>. Рассчитываем жесткость по закону эквивалентов:

$$C(\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}) \cdot V(\text{H}_2\text{O}) = C_{\text{компл.}} \cdot V_{\text{компл.}}$$

$$C(\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}) = \frac{C_{\text{компл.}} \cdot V_{\text{компл.}}}{V(\text{H}_2\text{O})} = \frac{0,1 \cdot 1,75}{20} = 0,00875 \text{ моль/дм}^3 = 8,75 \text{ ммоль/дм}^3.$$

**Задача 14.** Для определения натрия в молоке 5 см<sup>3</sup> его разбавили в мерной колбе на 100 см<sup>3</sup> и эмиссионной пламенной фотометрией проанализировали его и два стандартных раствора. В результате анализа были получены следующие данные:

$C(\text{Na}^+)$ , мкг/см <sup>3</sup>	15	30	$x$
$I$ , мкА	42,5	70,5	61

Рассчитать содержание натрия в молоке (мг/дм<sup>3</sup>).

**Ответ:**

В эмиссионной пламенной фотометрии величина фототока  $I$  тем больше, чем больше концентрация раствора. Из условия задачи видно, что  $I_{1\text{ст.}} > I_x > I_{2\text{ст.}}$ , т.е. один стандартный раствор имеет большую концентрацию, а другой – меньшую, чем анализируемый раствор. В этом случае для решения используют метод ограничивающих растворов: готовят серию стандартных растворов и измеряют величины силы фототока  $I$  этих растворов и пробы в одинаковых условиях. Затем выбирают два стандартных раствора – «ограничивающие растворы» – так, чтобы  $C_1 < C_x < C_2$  и  $I_{1\text{ст.}} > I_x > I_{2\text{ст.}}$ .

Расчет неизвестной концентрации проводят по формуле:

$$C_x = C_1 + \frac{(C_2 - C_1) \cdot (I_x - I_1)}{I_2 - I_1}$$

$$C_x = 15 + \frac{(30 - 15) \cdot (61 - 42,5)}{70,5 - 42,5} = 24,91 \text{ мкг/см}^3.$$

Так как проба молока была разбавлена, содержание натрия в молоке равно:

$$C_{Na^+} = C_x \cdot \frac{V_{\text{м.к.}}}{V_{\text{ал. ч.}}} = 24,91 \cdot \frac{100}{5} = 498,2 \text{ мкг/см}^3 = 498,2 \text{ мг/дм}^3.$$

## Тема 8. Химические титриметрические методы анализа.

**Задача 15.** В лаборатории имеются стандартные растворы: HCl, NaOH, KMnO<sub>4</sub> и индикаторы: метилрот и фенолфталеин. Требуется определить концентрацию ионов Fe<sup>2+</sup> в питьевой воде.

- Какой метод титрования Вы выберете для определения концентрации ионов Fe<sup>2+</sup>?
- Что выберете в качестве титранта?
- Что выберете в качестве индикатора?
- Как Вы обосновываете выбор индикатора?
- По какой формуле будете рассчитывать концентрацию ионов Fe<sup>2+</sup> в питьевой воде?

**Ответ:**

Для определения концентрации ионов Fe<sup>2+</sup> следует выбрать метод оксидиметрии, так как ионы Fe<sup>2+</sup> являются восстановителями.

В качестве титранта следует использовать KMnO<sub>4</sub>, который является сильным окислителем.

В качестве индикатора следует использовать стандартный раствор KMnO<sub>4</sub>, так как в кислой среде ионы MnO<sub>4</sub><sup>-</sup> восстанавливаются до бесцветных ионов Mn<sup>2+</sup>.

Концентрацию ионов Fe<sup>2+</sup> в питьевой воде рассчитывают по формуле:

$$C\left(\frac{1}{z} Fe^{2+}\right) = \frac{C\left(\frac{1}{z} KMnO_4\right) \cdot V(KMnO_4)}{V(H_2O)}$$

**Задача 16.** В лаборатории имеются стандартные растворы: I<sub>2</sub>, NaOH, KMnO<sub>4</sub> и индикаторы: хромоген черный и лакмус. Требуется определить концентрацию HCl в растворе.

- Какой метод титрования Вы выберете?
- Что выберете в качестве титранта?
- Что выберете в качестве индикатора?
- Как Вы обосновываете выбор индикатора?
- По какой формуле будете рассчитывать концентрацию HCl в растворе?

**Ответ:**

Для определения концентрации HCl в растворе следует выбрать метод нейтрализации.

В качестве титранта следует использовать стандартный раствор щелочи NaOH, так как щелочь нейтрализует раствор кислоты.

В качестве индикатора следует выбрать кислотно-основной индикатор лакмус, так как интервал изменения его окраски включает в себя значения pH в точке эквивалентности.

Концентрацию HCl в растворе рассчитывают по формуле:

$$C\left(\frac{1}{z} HCl\right) = \frac{C\left(\frac{1}{z} NaOH\right) \cdot V(NaOH)}{V(HCl)}$$

**Задача 17.** В лаборатории имеются стандартные растворы: HCl, NaOH, KMnO<sub>4</sub> и индикаторы: метилрот и фенолфталеин. Требуется определить концентрацию соды Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> в воде.

- Какой метод титрования Вы выберете?
- Что выберете в качестве титранта?
- Что выберете в качестве индикатора?
- Как Вы обосновываете выбор индикатора?
- По какой формуле будете рассчитывать концентрацию Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> в воде?

**Ответ:**

Для определения концентрации соды Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> в растворе следует выбрать метод нейтрализации.

В качестве титранта следует использовать стандартный раствор HCl, так как ионы Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> при гидролизе дают щелочную реакцию среды.

В качестве индикатора для фиксирования точки эквивалентности следует выбрать метилрот, так как интервал перехода окраски этого индикатора находится в кислой среде, которая имеет место и в точке эквивалентности.

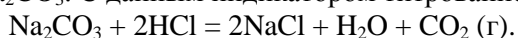
Концентрацию Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> в воде рассчитывают по формуле:

$$C\left(\frac{1}{z} Na_2CO_3\right) = \frac{C\left(\frac{1}{z} HCl\right) \cdot V(HCl)}{V(Na_2CO_3)}$$

**Задача 18. Определить массу Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> в 250,0 мл раствора, если на титрование 25,00 мл этого раствора с индикатором метиловым оранжевым израсходовано 20,20 мл раствора HCl с концентрацией 0,1010 моль/л.**

**Ответ:**

Прямое титрование. Навеска определяемого вещества или аликвотная часть анализируемого раствора титруется непосредственно титрантом. Определяем молярную массу эквивалента Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. С данным индикатором титрование идет по реакции:



Фактор эквивалентности Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> равен 1/2.

Закон эквивалентов в этом случае имеет вид:

$$n\left(\frac{1}{2}Na_2CO_3\right) = n(HCl) \text{ и } M\left(\frac{1}{2}Na_2CO_3\right) = 53,00 \text{ г/моль}(Na_2CO_3) = n\left(\frac{1}{2}Na_2CO_3\right) \cdot \frac{1}{2}M(Na_2CO_3).$$

Количество вещества эквивалентов HCl равно:

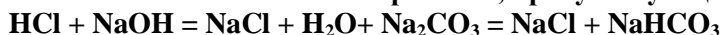
$$n(HCl) = C(HCl) \cdot V(HCl).$$

Объем титранта переводится в литры и, учитывая, что на титрование взята аликвотная часть исследуемого раствора, равная отношению  $V_{\text{колбы}}/V_{\text{пипетки}} = 250/25$ , получаем:

$$M(Na_2CO_3) = C(HCl) \cdot V(HCl) \cdot 10^{-3} \cdot 0,5M(Na_2CO_3) \cdot 250/25 = 0,1010 \cdot 20,20 \cdot 10^{-3} \cdot 52,99 \cdot 10 = 1,081 \text{ г.}$$

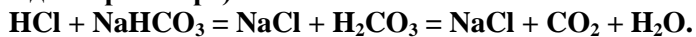
**Задача 19. Из водного раствора, объемом 100 мл, содержащего смесь гидроксида и карбоната натрия, отобрали аликвотную часть - 20 мл раствора для определения щелочи и карбоната при их совместном присутствии методом ацидиметрического титрования раствором HCl с молярной концентрацией титранта c(HCl)=0,1000 моль/л. Титрование проводили в присутствии двух индикаторов: вначале - по фенолфталеину, затем - по метиловому оранжевому.**

Вначале оттитровывается (по фенолфталеину) вся щелочь и карбонат до бикарбоната (что эквивалентно половине карбоната, присутствующего в растворе):



На это расходуется объем титранта, равный  $V_1(HCl)$ .

При дальнейшем прибавлении раствора HCl оттитровывается (по метиловому оранжевому) бикарбонат (что эквивалентно второй половине карбоната, присутствующего в исходном растворе):



Общий объем титранта, израсходованного на оба титрования, составляет  $V_2(HCl)$ .

Рассчитайте концентрацию, титр, и массу гидроксида натрия и карбоната натрия в исходном растворе, если на титрование аликвоты 20 мл раствора затрачено  $V_1=18$  мл и  $V_2=22$  мл раствора титранта.

**Ответ:**

1) Рассчитаем объем раствора титранта, затраченного отдельно на титрование карбоната натрия и гидроксида натрия. На титрование бикарбоната, что эквивалентно титрованию половине карбоната, присутствующего в исходном растворе, затрачено  $V_2 - V_1 = 22 - 18 = 4$  мл раствора титранта. Следовательно, на титрование всего карбоната израсходовано в два раза больше титранта, т.е.  $2(V_2 - V_1) = 2 \cdot 4 = 8$  мл.

На титрование щелочи потребовался объем титранта  $V_2 - 2(V_2 - V_1) = 22 - 8 = 14$  мл.

2) Рассчитаем концентрацию, титр и массу карбоната натрия в анализируемом растворе, исходя из закона эквивалентов. Количество эквивалентов карбоната натрия и HCl равны между собой:

$n(\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3)=n(\text{HCl})$ . Поскольку количество эквивалента вещества в растворе равно произведению молярной концентрации эквивалента на объем раствора, то

$$c(\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3)V(\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3)=c(\text{HCl})V(\text{HCl}).$$

Отсюда находим молярную концентрацию эквивалента карбоната натрия в растворе:

$$c(\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3)=c(\text{HCl})V(\text{HCl})/V(\text{Na}_2\text{CO}_3)=c(\text{HCl})\cdot 2(V_2-V_1)/V(\text{Na}_2\text{CO}_3)=$$

$$=0,1\cdot 8/20=0,0400 \text{ моль/л.}$$

Молярная концентрация карбоната натрия в растворе равна

$$c(\text{Na}_2\text{CO}_3)=c(\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3)/2=0,0400/2=0,0200 \text{ моль/л.}$$

Рассчитаем титр раствора по карбонату натрия:

$$T(\text{Na}_2\text{CO}_3)=c(\text{Na}_2\text{CO}_3)M(\text{Na}_2\text{CO}_3)\cdot 10^{-3}=0,02\cdot 105,989\cdot 10^{-3}=0,002120 \text{ г/моль.}$$

Рассчитаем массу карбоната натрия в  $V=100$  мл исходного раствора:

$$m(\text{Na}_2\text{CO}_3)=T(\text{Na}_2\text{CO}_3)V=0,002120\cdot 100=0,2120 \text{ г.}$$

3) Аналогично рассчитаем концентрацию, титр и массу гидроксида натрия в исходном растворе. Очевидно, что

$$n(\text{NaOH})=n(\text{HCl}), c(\text{NaOH})V(\text{NaOH})=c(\text{HCl})V(\text{HCl}).$$

Молярная концентрация гидроксида натрия

$$c(\text{NaOH})=c(\text{HCl})V(\text{HCl})/V(\text{NaOH})=c(\text{HCl})[V_2-2(V_2-V_1)]/V(\text{NaOH})=$$

$$=0,1\cdot 14/20=0,0700 \text{ моль/л.}$$

Титр раствора по гидроксиду натрия

$$T(\text{NaOH})=c(\text{NaOH})M(\text{NaOH})\cdot 10^{-3}=0,07\cdot 39,9971\cdot 10^{-3}=0,002800 \text{ г/мл.}$$

Масса гидроксида натрия в исходном растворе объемом  $V=100$  мл:

$$m(\text{NaOH})=T(\text{NaOH})V=0,002800\cdot 100=0,2800 \text{ г.}$$

## Тема 9. Хроматографические методы анализа.

**Задача 20.** Для хроматографического определения никеля на бумаге, пропитанной раствором диметилглиоксима, приготовили три стандартных раствора. Для этого навеску  $0,2480 \text{ NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  растворили в мерной колбе на  $50$  мл. Затем из этой колбы взяли  $5,0$ ;  $10,0$  и  $20,0$  мл и разбавили в колбах на  $50$  мл. Исследуемый раствор также разбавили в мерной колбе на  $50$  мл.

Постройте калибровочный график в координатах  $h - C_{\text{Ni}}$  и определите содержание никеля (мг) в исследуемом растворе, если высота пиков стандартных растворов равна  $h_1 = 25,5$ ;  $h_2 = 37,5$ ;  $h_3 = 61,3$ , а высота пика исследуемого раствора равна  $h_x = 49,0$  мм.

**Ответ:**

Находим массу никеля в навеске  $\text{NiCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , учитывая, что  $M(\text{NiCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O})$  и  $M(\text{Ni})$  – молярные массы  $\text{NiCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{Ni}$  соответственно равны  $238$  г/моль и  $59$  г/моль. Тогда масса никеля в исследуемой навеске  $\text{NiCl}_2\cdot 6\text{H}_2\text{O}$  составит:

$$m_{\text{Ni}} = (59 \cdot 0,248) / 238 = 0,0615 \text{ г}$$

$$0,0615 \text{ г} - 50 \text{ мл содержание никеля в первой колбе } 0,00615 \text{ г/50мл}$$

$$X \text{ г} - 5 \text{ мл}$$

$$0,0615 \text{ г} - 50 \text{ мл содержание никеля во второй колбе } 0,0123 \text{ г/50мл}$$

$$X \text{ г} - 10 \text{ мл}$$

$$0,0615 - 50 \text{ мл содержание никеля в третьей колбе } 0,0246 \text{ г/50 мл}$$

$$X \text{ г} - 20 \text{ мл}$$

На основании проведенных расчетов строим график в координатах:  $h$ , мм – содержание никеля ( $C$ , г/50 мл). На график наносим высоту пика исследуемого раствора  $h=49$  мм и находим содержание никеля в исследуемом растворе  $C = 18,45$  мг/50мл.

### 2.4. Проведение круглого стола по теме «Аналитическая химия – как основополагающая дисциплина для освоения будущей специальности»

ОПК-1	Способен использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов
Знать	Основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований, экспертизы, изготовления лекарственных средств

Уметь	Использовать основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований, экспертизы, изготовления лекарственных средств
Владеть	Методологией использования физико-химических и химических методов при решении профессиональных задач (разработка, исследования, экспертиза, изготовление лекарственных средств)

### 3. Промежуточная аттестация

#### 3.1 Форма промежуточной аттестации – экзамен

##### Вопросы к экзамену:

1. Аналитическая химия как наука. Основные понятия аналитической химии.
2. Аналитические признаки веществ и аналитические реакции. Типы аналитических реакций и реагентов.
3. Пробоотбор и пробоподготовка. Этапы и способы подготовки образца к анализу.
4. Растворы. Теория электролитической диссоциации: сильные, слабые электролиты, степень диссоциации, концентрация и активность, ионная сила растворов.
5. Закон действующих масс как основа качественного анализа.
6. Химическое равновесие. Константа равновесия.
7. Типы равновесий: гетерогенные, кислотно-основные, окислительно-восстановительные и комплексообразования.
8. Способы выражения растворимости малорастворимых сильных электролитов.
9. Произведение растворимости, ионное произведение. Условие образования осадков малорастворимых сильных электролитов.
10. Влияние добавок одноименных и посторонних электролитов на растворимость малорастворимых сильных электролитов.
11. Протолитическая теория кислот и оснований. Протолитическое равновесие в воде.
12. Характеристика силы кислот и оснований. Константы кислотности и основности и их показатели.
13. Расчет pH сильных и слабых кислот и оснований.
14. Гидролиз. Константа и степень гидролиза. Расчет pH в растворах гидролизующихся солей.
15. Буферные системы. Значение pH буферных растворов. Буферная емкость.
16. Окислительно-восстановительные системы. Окислительно-восстановительные потенциалы редокс-пар.
17. Уравнение Нернста. Потенциал (ЭДС) реакции.
18. Влияние различных факторов на значение окислительно-восстановительных потенциалов. Глубина протекания ОВР.
19. Комплексные соединения. Общая характеристика.
20. Равновесия в растворах комплексных соединений. Константы устойчивости и нестойкости комплексов.
21. Влияние различных факторов на устойчивость комплексных соединений, процессы комплексообразования в растворах.
22. Применение органических реагентов в аналитической химии.
23. Различные аналитические классификации катионов по группам: сероводородная (сульфидная), аммиачно-фосфатная, кислотно-основная классификация.
24. Качественные реакции первой аналитической группы кислотно-основной классификации. Основные ионы, признаки реакций. Качественные реакции третьей аналитической группы кислотно-основной классификации. Основные ионы, признаки реакций.
25. Качественные реакции четвертой аналитической группы кислотно-основной классификации. Основные ионы, признаки реакций.
26. Качественный анализ анионов. Качественные реакции первой аналитической группы анионов. Основные ионы, признаки реакций.
27. Разделение и концентрирование: основные понятия. Классификация методов разделения и концентрирования. Осаждение и соосаждение (адсорбция, окклюзия, изоморфизм).
28. Экстракция. Экстрагирование. Классификация экстракционных систем.
29. Количественный анализ: определение, задачи, классификация методов. Требования, предъявляемые к реакциям в количественном анализе.

30. Статистическая обработка результатов анализа: правильность и воспроизводимость, виды ошибок. Некоторые понятия математической статистики и их использование в количественном анализе.
31. Определение гравиметрического анализа. Классификация и сущность методов гравиметрического анализа. Ошибки гравиметрического анализа. Достоинства и недостатки гравиметрии, применение.
32. Основные этапы гравиметрического анализа методом осаждения.
33. Осаждаемая форма. Требования, предъявляемые к осаждаемой форме. Требования к осадителю. Условия выпадения осадка. Примеры органических и неорганических осадителей. Их преимущества и недостатки. Гравиметрическая форма. Требования, предъявляемые к ней.
34. Определение титриметрического анализа. Основные понятия. Классификация методов по характеру реакции, по способу титрования.
35. Реактивы, используемые при титровании. Основные способы приготовления титрантов (растворение точной навески, использование стандарт-титров). Первичное стандартное вещество, требования к первичному стандартному веществу, примеры первичных стандартных веществ. Вторичные стандартные вещества, их примеры. Фиксаналы. Поправочный коэффициент.
36. Кислотно-основное титрование: сущность метода, ацидиметрия, алкалиметрия. Построение кривых титрования.
37. Индикаторы, требования предъявляемые к ним. Теории индикаторов (ионная, хромофорная, ионно-хромофорная теории). Смешанные индикаторы. Правила выбора индикатора. Ошибки кислотно-основного титрования. Применение методов кислотно-основного титрования.
38. Сущность кислотно-основного титрования в неводных средах. Классификация растворителей.
39. Окислительно-восстановительное титрование: определение, сущность, классификация ОВ-методов. Условия проведения ОВ-титрования. Прямое и обратное титрование. ОВ-индикаторы. Индикаторные ошибки ОВ-титрования.
40. Комплексиметрическое титрование: определение, сущность метода, классификация, требования к реакциям. Комплексонометрия: сущность, титрант, индикатор, применение. Меркуриметрия.
41. Осадительное титрование: определение, сущность, классификация методов, требования к реакциям и условия проведения. Аргенометрическое титрование (метод Мора, метод Фаянса, метод Фольгарда): определение сущность, титрант, индикатор, условия проведения, применение. Меркурометрическое, сульфатометрическое, тиоцианатометрическое титрование: определение сущность, титрант, индикатор, условия проведения, применение.
42. Общая характеристика инструментальных методов.
43. Классификация электрохимических методов анализа. Потенциометрия, кондуктометрия, вольтамперометрия, кулонометрия: сущность, классификация методов.
44. Классификация оптических методов анализа. Основной закон светопоглощения. Нефелометрия и турбидиметрия. Рефрактометрия. Фотометрические методы анализа: колориметрический, фотоколориметрический, спектрофотометрический методы. Люминесцентный анализ: сущность метода, классификация видов люминесценции, флуориметрия.
45. Хроматография. Сущность метода. Классификация хроматографических методов.
46. Адсорбционная хроматография. Тонкослойная хроматография. Распределительная хроматография. Бумажная хроматография. Осадочная хроматография.
47. Понятие о ситовой (эксклюзионной) хроматографии. Гель-хроматография. Аффинная хроматография. Ионообменная хроматография: сущность метода, классификация, иониты и ионообменное равновесие.
48. Газовая хроматография: сущность метода, теория метода, практика метода, способы обработки хроматограмм.
49. Хромато-масс-спектрометрия.
50. Жидкостная хроматография, ВЭЖХ: сущность метода, теория метода, практика метода.
51. Характерные реакции катионов I аналитической группы по кислотно-основной классификации.
52. Характерные реакции II аналитической группы по кислотно-основной классификации.
53. Характерные реакции катионов III аналитической группы по кислотно-основной классификации.
54. Характерные реакции катионов IV аналитической группы по кислотно-основной классификации.
55. Характерные реакции катионов V аналитической группы по кислотно-основной классификации.

56. Характерные реакции катионов VI аналитической группы по кислотно-основной классификации.
57. Анализ смеси катионов I аналитической группы.
58. Анализ смеси катионов с применением экстракционных методов.
59. Идентификация неорганических и органических веществ методом тонкослойной хроматографии.
60. Характерные реакции анионов: сульфат-, сульфит-, тиосульфат-, сульфид-ионов.
61. Определение массовой доли воды (кристаллизационный) в хлориде барий.
62. Приготовление и стандартизация титрантов в ацидометрии и алкалометрии.
63. Определение массы аммиака в солях аммония методом кислотно-основного титрования.
64. Определение массы кислот и оснований в растворе методами кислотно-основного титрования.
65. Определение массы натрия гидроксида и натрия карбоната при их совместном присутствии в растворе методами кислотно-основного титрования.
66. Дробное осаждение. Влияние прочих факторов на полноту осаждения или растворения сильных электролитов.
67. Направление протекания ОВР.
68. Качественные реакции второй аналитической группы кислотно-основной классификации. Основные ионы, признаки реакций.
69. Основные ионы, признаки реакций. Качественные реакции шестой аналитической группы кислотно-основной классификации.
70. Качественные реакции второй аналитической группы анионов. Основные ионы, признаки реакций.
71. Качественные реакции третьей аналитической группы анионов. Основные ионы, признаки реакций.
72. Качественные реакции пятой аналитической группы кислотно-основной классификации. Основные ионы, признаки реакций.
73. Влияние различных факторов на процесс экстракции. Основные количественные характеристики экстракции. Экстракционное равновесие.
74. Представление результатов анализа. Сравнение методов по правильности и воспроизводимости.
75. Требования, применяемые к реакциям в титриметрии. Понятие молярной концентрации, молярной концентрации эквивалента, фактора эквивалентности, числа эквивалентности, титра. Отличие точки эквивалентности от конечной точки титрования (КТТ). Методы установления КТТ.

### **3.2. Вопросы базового минимума по дисциплине «Аналитическая химия»**

1. Аналитическая химия. Химический анализ. Виды химического анализа.
2. Процесса анализа: основные стадии. Принцип, метод и методика анализа. Классификация методов химического анализа.
3. Типы погрешности результатов количественного анализа: типы погрешности по характеру причин, их вызывающих, и по способу вычисления.
4. Аналитические реакции качественного химического анализа: общая характеристика, требования к аналитическим реакциям, классификация, техника выполнения.
5. Анализ смеси ионов: дробный, систематический и компромиссный методы.
6. Аналитическая классификация катионов по группам.
7. Гравиметрия: классификация методов, этапы, основные понятия, расчет результатов гравиметрического анализа.
8. Закон эквивалентности. Химический эквивалент вещества. Молярная масса эквивалента вещества. Способы выражения концентрации растворов.
9. Стандартный раствор: определение, способы приготовления стандартных растворов, классификация стандартных растворов по способу приготовления (растворы с приготовленным и установленным титром).
10. Требования к реакциям количественного химического анализа.
11. Титриметрический метод химического анализ: сущность метода, основные понятия.
12. Моделирование процесса титрования (кривая титрования, виды, основные принципы построения).
13. Индикаторные и безындикаторные титриметрические методы. Индикаторы и требования к ним. Классификация индикаторов.

14. Классификация индикаторов (по технике применения, по типу реакции титрования, по количеству окрашенных форм и т.д.)
15. Классификация титриметрических методов химического анализа (способы пипетирования и отдельных навесок).
16. Классификация титриметрических методов химического анализа (способы прямого, обратного (по остатку) и заместительного (косвенного) титрования).
17. Классификация титриметрических методов химического анализа (кислотно–основное, окислительно–восстановительное, осадительное, комплексонометрическое).
18. Классификация растворителей (протонные, апротонные). Автопротолиз воды.
19. Буферные растворы: свойства, расчет рН буферных растворов, буферная емкость.
20. Типы кислотно-основного титрования. Протолитические кривые титрования (типы, основные понятия).
21. Кислотно-основные индикаторы (свойства, правила выбора, индикаторные погрешности).
22. Комплексонометрия, комплексонометрические ТКТ и индикаторы.
23. Окислительно-восстановительное титрование (ТКТ).
24. Классификация редокс-методов. Перманганатометрия и йодометрия.
25. Осадительное титрование. Сущность и характеристика метода аргентометрии.
26. Методы определения содержания вещества в практике инструментальных методов химического анализа: метод градуировочного графика (градуировочной функции), метод стандартов (сравнения) и метод стандартных добавок.
27. Хроматография. Сущность метода. Классификация.
28. Основные инструменты и характеристики плоскостной и колоночной хроматографии.
29. Электрохимические методы анализа. Классификация.
30. Спектрофотометрический метод анализа. Основной закон светопоглощения. Фотометрические реакции.

**4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Основными этапами формирования указанных компетенций при изучении студентами дисциплины являются последовательное изучение содержательно связанных между собой разделов (тем) учебных занятий. Изучение каждого раздела (темы) предполагает овладение студентами необходимыми компетенциями. Результат аттестации студентов на различных этапах формирования компетенций показывает уровень освоения компетенций студентами.



4.1 Перечень компетенций с указанием индикаторов, планируемых результатов обучения и критериев оценивания освоения компетенций

Формируемая компетенция	Индикаторы сформированности компетенций	Содержание компетенции/ индикатора	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения (дескрипторы) по пятибалльной шкале				
				1	2	3	4	5
ОПК-1		Способен использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов	<b>Знать:</b> Основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов.	Отсутствие знаний основных биологических, физико-химических, химических, математических методов для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов.	Фрагментарные знания основных биологических, физико-химических, химических, математических методов для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов.	Общие, но не структурированные знания основных биологических, физико-химических, химических, математических методов для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов.	В целом сформированные, но содержащие отдельные пробелы, знания основных биологических, физико-химических, химических, математических методов для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов.	Сформированные систематические знания основных биологических, физико-химических, химических, математических методов для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов.
			<b>Уметь:</b> Использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и	Отсутствие умений использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки,	Частично освоенные умения использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки,	В целом успешно, но не систематически осуществляемые умения использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические	В целом сформированные, но содержащие отдельные пробелы, умения использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические	Сформированные систематические умения использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для

			экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов.	исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов.	исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов.	методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов.	методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов.	разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов.
			<b>Владеть:</b> Способностью использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов.	Отсутствие способности использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов.	Фрагментарные способности использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов.	В целом успешно, но не систематически применяемые способности использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов.	В целом сформированные, но содержащие отдельные пробелы, способности использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов.	Успешное и систематическое применение основных биологических, физико-химических, химических, математических методов для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов.
	ОПК-1.1	Применяет основные биологические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств и	<b>Знать:</b> Основные биологические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств и лекарственного	Отсутствие знаний основных биологических методов анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств и лекарственного	Фрагментарные знания основных биологических методов анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств и лекарственного	Общие, но не структурированные знания основных биологических методов анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств и	В целом сформированные, но содержащие отдельные пробелы, знания основных биологических методов анализа для разработки, исследований и экспертизы	Сформированные систематические знания основных биологических методов анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств и

		лекарственного растительного сырья	растительного сырья.	растительного сырья.	растительного сырья.	лекарственного растительного сырья.	лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.	лекарственного растительного сырья.
			<b>Уметь:</b> Применять основные биологические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.	Отсутствие умений применять основные биологические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.	Частично освоенные умения применять основные биологические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.	В целом успешно, но не систематически осуществляемые умения применять основные биологические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.	В целом сформированные, но содержащие отдельные пробелы, умения применять основные биологические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.	Сформированные систематические умения применять основные биологические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.
			<b>Владеть:</b> Способностью применять основные биологические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.	Отсутствие способности применять основные биологические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.	Фрагментарные способности применять основные биологические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.	В целом успешно, но не систематически проявляемые способности применять основные биологические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.	В целом сформированные, но содержащие отдельные пробелы, способности применять основные биологические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.	Успешное и систематическое применение основных биологических методов анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств и лекарственного растительного сырья.

	ОПК-1.2	<p>Применяет основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов</p>	<p><b>Знать:</b> Основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.</p>	<p>Отсутствие знаний основных физико-химических и химических методов анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.</p>	<p>Фрагментарные знания основных физико-химических и химических методов анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.</p>	<p>Общие, но не структурированные знания основных физико-химических и химических методов анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.</p>	<p>В целом сформированные, но содержащие отдельные пробелы, знания основных физико-химических и химических методов анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.</p>	<p>Сформированные систематические знания основных физико-химических и химических методов анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.</p>
			<p><b>Уметь:</b> Применять основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.</p>	<p>Отсутствие умений применять основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.</p>	<p>Частично освоенные умения применять основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.</p>	<p>В целом успешно, но не систематически осуществляемые умения применять основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.</p>	<p>В целом сформированные, но содержащие отдельные пробелы, умения применять основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.</p>	<p>Сформированные систематические умения применять основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.</p>

			<b>Владеть:</b> Способностью применять основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.	Отсутствие способности применять основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.	Фрагментарные способности применять основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.	В целом успешно, но не систематически проявляемые способности применять основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.	В целом сформированные, но содержащие отдельные пробелы, способности применять основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.	Успешное и систематическое применение основных физико-химических и химических методов анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.
	ОПК-1.3	Применяет основные методы физико-химического анализа в изготовлении лекарственных препаратов	<b>Знать:</b> Основные методы физико-химического анализа в изготовлении лекарственных препаратов.	Отсутствие знаний основных методов физико-химического анализа в изготовлении лекарственных препаратов.	Фрагментарные знания основных методов физико-химического анализа в изготовлении лекарственных препаратов.	Общие, но не структурированные знания основных методов физико-химического анализа в изготовлении лекарственных препаратов.	В целом сформированные, но содержащие отдельные пробелы, знания основных методов физико-химического анализа в изготовлении лекарственных препаратов.	Сформированные систематические знания основных методов физико-химического анализа в изготовлении лекарственных препаратов.
			<b>Уметь:</b> Применять основные методы физико-химического анализа в изготовлении лекарственных	Отсутствие умений применять основные методы физико-химического анализа в изготовлении лекарственных	Частично освоенные умения применять основные методы физико-химического анализа в изготовлении	В целом успешно, но не систематически осуществляемые умения применять основные методы физико-химического	В целом сформированные, но содержащие отдельные пробелы, умения применять основные методы физико-химического	Сформированные систематические умения применять основные методы физико-химического анализа в изготовлении

			препаратов.	препаратов.	лекарственных препаратов.	анализа в изготовлении лекарственных препаратов.	анализа в изготовлении лекарственных препаратов.	лекарственных препаратов.
			<b>Владеть:</b> Способностью применять основные методы физико-химического анализа в изготовлении лекарственных препаратов.	Отсутствие способности применять основные методы физико-химического анализа в изготовлении лекарственных препаратов.	Фрагментарные способности применять основные методы физико-химического анализа в изготовлении лекарственных препаратов.	В целом успешно, но не систематически проявляемые способности применять основные методы физико-химического анализа в изготовлении лекарственных препаратов.	В целом сформированные, но содержащие отдельные пробелы, способности применять основные методы физико-химического анализа в изготовлении лекарственных препаратов.	Успешное и систематическое применение методов физико-химического анализа в изготовлении лекарственных препаратов.
ОПК-1.4	Применяет математические методы и осуществляет математическую обработку данных, полученных в ходе разработки лекарственных средств, а также исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного	<b>Знать:</b> Математические методы обработки данных, полученных в ходе исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.	Отсутствие знаний математических методов обработки данных, полученных в ходе исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.	Фрагментарные знания математических методов обработки данных, полученных в ходе исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.	Общие, но не структурированные знания математических методов обработки данных, полученных в ходе исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.	В целом сформированные, но содержащие отдельные пробелы, знания математических методов обработки данных, полученных в ходе исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.	Сформированные систематические знания математических методов обработки данных, полученных в ходе исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.	

		растительного сырья и биологических объектов	<p><b>Уметь:</b> Осуществлять математическую обработку данных, полученных в ходе исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.</p>	Отсутствие умений осуществлять математическую обработку данных, полученных в ходе исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.	Частично освоенные умения осуществлять математическую обработку данных, полученных в ходе исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.	В целом успешные, но не систематические умения осуществлять математическую обработку данных, полученных в ходе исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.	В целом сформированные, но содержащие отдельные пробелы, умения осуществлять математическую обработку данных, полученных в ходе исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.	Сформированные систематические умения осуществлять математическую обработку данных, полученных в ходе исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов.
			<p><b>Владеть:</b> Способностью применять математические методы обработки данных, полученных в ходе исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов</p>	Отсутствие способности применять математические методы обработки данных, полученных в ходе исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов	Фрагментарные способности применять математические методы обработки данных, полученных в ходе исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов	В целом успешно, но не систематически проявляемые способности применять математические методы обработки данных, полученных в ходе исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов	В целом сформированные, но содержащее отдельные пробелы, способности применять математические методы обработки данных, полученных в ходе исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов	Успешное и систематическое применение математических методов обработки данных, полученных в ходе исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов

## 4.2 Шкала, и процедура оценивания

### 4.2.1. Процедуры оценивания компетенций (результатов)

№	Компоненты контроля	Характеристика
1.	Способ организации	Традиционный;
2.	Этапы учебной деятельности	Входной, текущий контроль, промежуточный контроль
3.	Лицо, осуществляющее контроль	Преподаватель
4.	Массовость охвата	Групповой, индивидуальный;
5.	Метод контроля	Устный ответ, стандартизированный тестовый контроль, доклады/ устные реферативные сообщения, решение ситуационных задач, проведение круглого стола

### 4.2.2. Шкалы оценивания компетенций (результатов освоения)

#### Для устного ответа:

- Оценка "отлично" выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, причем не затрудняется с ответом при видоизменении вопроса, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами обоснования своего ответа.
- Оценка "хорошо" выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет необходимыми навыками и приемами обоснования своего ответа.
- Оценка "удовлетворительно" выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
- Оценка "неудовлетворительно" выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями излагает материал.
- Как правило, оценка "неудовлетворительно" ставится студентам, которые не могут изложить без ошибок, носящих принципиальный характер материал, изложенный в обязательной литературе.

#### Для стандартизированного тестового контроля:

Оценка «отлично» выставляется при выполнении без ошибок более 90 % заданий.

Оценка «хорошо» выставляется при выполнении без ошибок более 70 % заданий.

Оценка «удовлетворительно» выставляется при выполнении без ошибок более 50 % заданий.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется при выполнении без ошибок менее 50 % заданий.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если задача не решена или имеет грубые теоретические ошибки в ответе на поставленные вопросы

#### Для оценки докладов/устных реферативных сообщений:

Оценка «отлично» выставляется, если реферат соответствует всем требованиям оформления, представлен широкий библиографический список. Содержание реферата отражает собственный аргументированный взгляд студента на проблему. Тема раскрыта всесторонне, отмечается способность студента к интегрированию и обобщению данных первоисточников, присутствует логика изложения материала. Имеется иллюстративное сопровождение текста.

Оценка «хорошо» выставляется, если реферат соответствует всем требованиям оформления, представлен достаточный библиографический список. Содержание реферата отражает аргументированный взгляд студента на проблему, однако отсутствует собственное видение проблемы. Тема раскрыта всесторонне, присутствует логика изложения материала.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если реферат не полностью соответствует требованиям оформления, не представлен достаточный библиографический список. Аргументация взгляда на проблему не достаточно убедительна и не охватывает полностью современное состояние проблемы. Вместе с тем присутствует логика изложения материала.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если тема реферата не раскрыта, отсутствует убедительная аргументация по теме работы, использовано не достаточное для раскрытия темы



реферата количество литературных источников.

**Для оценки решения ситуационной задачи:**

Оценка «отлично» выставляется, если задача решена грамотно, ответы на вопросы сформулированы четко. Эталонный ответ полностью соответствует решению студента, которое хорошо обосновано теоретически.

Оценка «хорошо» выставляется, если задача решена, ответы на вопросы сформулированы не достаточно четко. Решение студента в целом соответствует эталонному ответу, но не достаточно хорошо обосновано теоретически.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если задача решена не полностью, ответы не содержат всех необходимых обоснований решения.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если задача не решена или имеет грубые теоретические ошибки в ответе на поставленные вопросы

**Для оценки проведения круглого стола:**

**Отлично:** все компетенции, предусмотренные в рамках дисциплины (в объеме, знаний, умений и владений) освоены полностью. Уровень освоения компетенции – повышенный. Обучающийся активно решает поставленные задачи, демонстрируя свободное владение предусмотренными навыками и умениями на основе использования полученных знаний.

**Хорошо:** все компетенции, предусмотренные в рамках дисциплины (в объеме, знаний, умений и владений) освоены полностью. Уровень освоения компетенции – достаточный. Обучающийся решает поставленные задачи, иногда допуская ошибки, не принципиального характера, легко исправляет их самостоятельно при наводящих вопросах преподавателя; демонстрирует владение предусмотренными навыками и умениями на основе использования полученных знаний.

**Удовлетворительно:** все компетенции, предусмотренные в рамках дисциплины (в объеме, знаний, умений и владений) освоены полностью. Уровень освоения компетенции – пороговый. Обучающийся при решении поставленные задачи, часто допускает ошибки, не принципиального характера, исправляет их при наличии большого количества наводящих вопросах со стороны преподавателя; не всегда полученные знания может в полном объеме применить при демонстрации предусмотренных программой дисциплины навыками и умениями.

**Неудовлетворительно:** все компетенции, предусмотренные в рамках дисциплины (в объеме, знаний, умений и владений) не освоены или освоены частично. Уровень освоения компетенции – подпороговый. Обучающийся при решении поставленные задачи, допускает ошибки принципиального характера, не может их исправить даже при наличии большого количества наводящих вопросах со стороны преподавателя; знания по дисциплине фрагментарны и обучающийся не может в полном объеме применить их при демонстрации предусмотренных программой дисциплины навыками и умениям

### **4.3. Шкала и процедура оценивания промежуточной аттестации**

**Критерии оценки экзамена (в соответствии с п.4.1.):**

Оценка «отлично» выставляется, если при ответе на все вопросы билета студент демонстрирует полную сформированность заявленных компетенций, отвечает грамотно, полно, используя знания основной и дополнительной литературы.

Оценка «хорошо» выставляется, если при ответе на вопросы билета студент демонстрирует сформированность заявленных компетенций, грамотно отвечает в рамках обязательной литературы, возможны мелкие единичные неточности в толковании отдельных, не ключевых моментов.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, если при ответе на вопросы билета студент демонстрирует частичную сформированность заявленных компетенций, нуждается в дополнительных вопросах, допускает ошибки в освещении принципиальных, ключевых вопросов.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если при ответе на вопросы билета у студента отсутствуют признаки сформированности компетенций, не проявляются даже поверхностные знания по существу поставленного вопроса, плохо ориентируется в обязательной литературе.