

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Смоленский государственный университет»

Кафедра экологии и химии

*«Утверждаю»*

Проректор по учебно-  
методической работе

\_\_\_\_\_ Ю.А. Устименко  
«09» июня 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**Б1.В.ДВ.06.02 Количественные методы анализа в химии**

Направление подготовки 44.03.05 **Педагогическое образование** (с двумя профилями подготовки)

Направленность: **Биология, Химия**

Форма обучения очная

Курс – 5

Семестр – 9

Всего зачетных единиц – 3; часов – 108

Форма отчетности: экзамен – 9 семестр

Программу разработала  
к.п.н., доцент Журова В.Г.

Одобрена на заседании кафедры  
«02» июня 2022 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой

М.Ю. Гильденков

Смоленск  
2022

## 1. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Количественные методы анализа в химии» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана по направлению подготовки: 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки), направленность (профиль) образовательной программы: Биология, Химия. Имеет тесные связи со всеми дисциплинами химического цикла. Имеет наиболее тесные связи внутри цикла с дисциплиной «Аналитическая химия».

Дисциплина «Количественные методы анализа в химии» взаимодействует в большей или меньшей степени с такими дисциплинами как «Аналитическая химия», «Физическая химия», «Химия окружающей среды», «Химические основы питания».

Дисциплина «Количественные методы анализа в химии» по данному направлению подготовки формирует знания о теоретических основах количественных методов и областей их применения, исходя из характеристик того или иного метода; умения выбирать метод анализа для решения конкретной аналитической задачи.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индикаторы достижения
<b>ПК-6.</b> Способен использовать научные знания в области химии, владеть навыками опытно-экспериментальной деятельности по химии в процессе формирования предметной компетенции обучающихся в рамках реализации основной общеобразовательной программы	<b>Знать:</b> теоретические основы химического анализа, которые позволяют определить качественный состав анализируемого объекта и дать количественную оценку содержащихся в нем компонентов. <b>Уметь:</b> правильно объяснять результаты опыта, оценивать точность измеряемых величин, ошибку эксперимента и расчётов <b>Владеть:</b> методами обработки, анализа и синтеза информации, полученной в результате проведенного физико-химического исследования, методами безопасного обращения с химическими реагентами с учетом их физических и химических свойств.

## 3. Содержание дисциплины

### 1. Введение.

Общая характеристика количественных методов анализа. Значение количественных методов анализа в современной науке, промышленности и технике. Характеристика количественных методов анализа. Классификация количественных методов анализа. Правила обращения с аналитическими весами.

### 2. Объемный анализ.

Сущность объемного анализа. Техника химического эксперимента в объемном анализе. Вычисления в объемном анализе.

Методы нейтрализации или методы кислотно-основного титрования. Построение кривых титрования. Влияние величины констант кислотности или основности, концентрации кислот или оснований, температуры на характер кривых титрования. Кислотно-основные индикаторы. Погрешности титрования при определении сильных и слабых кислот и оснований, многоосновных кислот и оснований. Примеры практического применения.

Методы окислительно-восстановительного титрования. Построение кривых

титрования. Способы определения конечной точки титрования. Перманганатометрия. Иодометрия. Понятие о других методах окисления-восстановления: броматометрия, цериметрия, ванадатометрия, титанометрия, хроматометрия.

Методы осаждения и комплексообразования. Общая характеристика и классификация методов осаждения и комплексообразования. Применение теории осаждения к объемному анализу. Построение кривых титрования. Способы определения конечной точки титрования; индикаторы. Погрешности титрования. Примеры практического применения. Аргентометрия. Роданометрия. Меркуриметрия. Комплексонометрия.

### 3. Весовой анализ.

Сущность весового анализа. Классификация методов весового анализа. Расчеты в весовом анализе. Техника весового анализа.

### 4. Понятие о физических и инструментальных методах анализа.

Классификация методов анализа. Электрохимические, оптические, хроматографические, радиометрические методы количественного анализа. Электровесовые методы анализа. Объемные электрохимические методы анализа.

5. Математическая обработка результатов анализа. Систематические и случайные погрешности. Абсолютные и относительные погрешности. Обработка результатов анализа с использованием критерия Стьюдента.

6. Методы разделения, выделения и концентрирования отдельных компонентов анализируемых смесей.

Определение следов элементов. Метод осаждения малорастворимых соединений. Метод отгонки летучих соединений. Метод флотации. Хроматографические методы разделения. Метод экстрагирования.

## 4. Тематический план

№ п/п	Тема	Всего (часов)	Аудиторные занятия (часов)		Самостоятельная работа (часов)
			В том числе		
			Лекции	Лабораторные	
1	Введение. Общая характеристика количественных методов анализа	4	2	-	2
2	Объемный анализ	7	-	6	1
3	Весовой анализ	18	6	2	10
4	Понятие о физических и инструментальных методах анализа	26	6	8	12
5	Математическая обработка результатов анализа	14	2	2	10
6	Методы разделения, выделения и концентрирования отдельных компонентов анализируемых смесей	12	2	-	10
	Подготовка к экзамену	27			
ИТОГО:		108	18	18	45

## 5. Виды образовательной деятельности

### Занятия лекционного типа

*Темы лекций:*

1. Общая характеристика количественных методов анализа.
2. Сущность объемного анализа. Методы нейтрализации.
3. Методы окислительно-восстановительного титрования.
4. Методы осаждения и комплексообразования
5. Сущность весового анализа. Основные операции и расчеты в весовом анализе.
6. Физические и инструментальные методы анализа. Общая характеристика
7. Важнейшие инструментальные методы.
8. Математическая обработка результатов анализа.
9. Методы разделения и концентрирования.

Содержание лекционного материала отражено в п. 3 данной программы.

### Лабораторные работы

Лабораторный практикум осуществляется в специализированных лабораториях, оснащенных оборудованием, приборами и химическими реактивами, обеспечивающими проведение каждого вида анализа. Для проведения занятий по данному курсу необходимо иметь: весы (технические и аналитические), муфельную печь, рН-метры, милливольтметры, полярографы, хроматографы, спектрофотометры и др.

Выполнению работы предшествует устный опрос теории работы и собеседование по методике ее проведения, принципу работы лабораторной установки и входящих в нее приборов и устройств.

После выполнения работы студенты составляют отчет по лабораторной работе, обязательно включающий раздел, где анализируются и объясняются полученные результаты.

Итогом работы является защита полученных в ней результатов, защита проводится устно или письменно, но обязательно индивидуально.

Отчеты по лабораторным работам составляются каждым студентом. Темы лабораторных занятий сообщаются студентам заранее.

*Перечень лабораторных работ (каждая работа – 2 ч.):*

1. Правила и техника безопасности при работе в химической лаборатории. Основные операции анализа.
2. Установление титра рабочего раствора  $\text{KMnO}_4$
3. Определение гидроксида и карбоната натрия при совместном присутствии.
4. Определение содержания кристаллизационной воды в кристаллогидратах.
5. Использование поляриметрии для определения концентрации оптически активных веществ
6. Определение содержания меди в растворе фотометрическим методом
7. Определение кислотности почвы
8. Ионметрический метод определения нитратов в почве
9. Разделение ионов железа и кобальта методом хроматографии на бумаге

Методические рекомендации к лабораторным работам хранятся в кабинете:

## Самостоятельная работа

Самостоятельная работа студентов осуществляется в процессе подготовки к лабораторным занятиям, зачетам и экзамену, а также в процессе выполнения расчетных задач и контрольной работы. Включает изучение учебной и методической литературы, в т.ч. поиск информации в электронных сетях и базах данных, подготовку докладов-презентаций.

### Вопросы для проверки знаний по результатам самостоятельной работы

Раздел 1. Введение. Общая характеристика количественных методов анализа.

1. Какие методы относятся к количественным методам анализа?
2. Правила и техника безопасности при работе в химической лаборатории.
3. Основные операции анализа
4. Значение количественных методов анализа в современной науке, промышленности и технике.
5. Характеристика количественных методов анализа
6. Классификация количественных методов анализа.
7. Правила обращения с аналитическими весами

Раздел 2. Объемный анализ.

8. Что такое объемный (титриметрический) анализ?
9. Почему титриметрический анализ иначе называют объемным анализом?
10. Типы химических реакций, используемых в титриметрии, и требования, предъявляемые к ним.
11. Титрование; этапы титрования; точка эквивалентности; конечная точка титрования. Способы определения конечной точки титрования.
12. Правило эквивалентов для растворов.
13. Кривые титрования.
14. Вычисление результатов титрования.
15. Теоретические основы кислотно-основного титрования.
16. Кислотно-основные индикаторы.
17. Механизм изменения окраски кислотно-основных индикаторов: ионно-хромофорная теория.
18. Примеры практического использования метода кислотно-основного титрования.
19. Реакции комплексообразования в аналитической химии.
20. Использование реакций комплексообразования с органическими реагентами в анализе.
21. Реакции окисления - восстановления в количественном анализе.
22. Индикация конечной точки титрования. Индикаторы, используемые в методах окислительно-восстановительного титрования.
23. Классификация методов окислительно-восстановительного титрования.
24. Титрование по методу осаждения. Общая характеристика и практическое применение.
25. Расчеты в титриметрическом анализе.

Раздел 3. Весовой анализ

1. Сущность весового (гравиметрического) метода анализа.
2. Какая операция лежит в основе гравиметрического анализа?
3. Каким требованиям должны удовлетворять осадки в гравиметрическом анализе?
4. Преимущества и недостатки метода гравиметрического анализа.

5. Порядок операций при проведении гравиметрического анализа.
6. Правила взвешивания на аналитических весах.
7. Осаждаемая и гравиметрическая (весовая) формы.
8. Гравиметрический фактор.
9. Расчеты в гравиметрическом анализе.

#### Раздел 4. Понятие о физических и инструментальных методах анализа

1. На чем основаны оптические методы?
2. Что такое электромагнитный спектр? Какие участки в нем выделяют?
3. Классификация методов спектроскопии.
4. Фотометрические методы анализа.
5. Какие приборы используют в фотоколориметрии? Устройство и принцип работы.
6. В чем заключается отличие спектрофотометрии от фотоколориметрии?
7. Химические реакции, используемые в фотометрическом анализе.
8. Общая схема выполнения фотометрического определения.
9. Что такое люминесценция? Почему ее называют холодным свечением?
10. Рефрактометрический метод анализа, сущность и применение.
11. Метод поляриметрии.
12. Измерение какого свойства лежит в основе кондуктометрического анализа? В каких единицах это свойство измеряется и с помощью каких устройств?
13. Какие свойства в кондуктометрии принято обозначать символами  $\kappa$  и  $l$ ?
14. Как практически определяют концентрацию методом прямой кондуктометрии? Почему в основном используется графический путь решения? Какой вид имеет градуировочный график?

#### Раздел 5. Математическая обработка результатов анализа

1. Систематические и случайные погрешности.
2. Абсолютные и относительные погрешности.
3. Обработка результатов анализа с использованием критерия Стьюдента

#### Раздел 6. Методы разделения, выделения и концентрирования отдельных компонентов анализируемых смесей

1. Физико-химические основы хроматографического процесса.
2. Хроматограммы.
3. Выбор оптимальных условий хроматографирования.
4. Газо-жидкостная хроматография. Общая характеристика и применение метода.
5. Жидкостная хроматография. Общая характеристика и применение метода.
6. Ионообменная хроматография. Общая характеристика и применение метода.
7. Ионообменные фильтры для воды: устройство и принцип действия.
8. Типы ионообменников. Сорбенты и элюенты.

Некоторые темы уже рассматривались в курсе общей и физической химии, например, электродный потенциал, окислительно-восстановительные реакции и т.д. Поэтому студентам необходимо повторить по имеющимся конспектам данные вопросы, а затем изучить их по учебной литературе. Контроль за самостоятельной работой студентов осуществляется на занятиях в виде фронтального опроса, контрольных работ и др.

### **6. Критерии оценивания результатов освоения дисциплины**

#### **6.1. Оценочные средства и критерии оценивания для текущей аттестации**

##### **1. Выполнение лабораторной работы.**

Требования к оформлению лабораторной работы.

Лабораторные работы выполняются в специальной тетради. Должны быть записаны порядковый № и тема работы, оборудование, ход выполнения работы, сделаны выводы. Оформление работы осуществляется в соответствии с методическими рекомендациями к лабораторной работе и с учетом рекомендаций преподавателя.

### **Пример оформления лабораторной работы**

#### Лабораторная работа №4

#### «Определение содержания кристаллизационной воды в кристаллогидратах»

*Цель работы:* определить содержание кристаллизационной воды в дигидрате хлорида бария.

*Аппаратура и реактивы* хлорид бария  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ; бюксы; сушильный шкаф, аналитические весы.

#### *Ход работы*

Содержание кристаллизационной воды определяют высушиванием кристаллогидрата до постоянной массы. Температура, при которой происходит удаление кристаллизационной воды, зависит от прочности связи ее с основным веществом. Так, щавелевую кислоту  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  сушат при температуре 110-112 °С; медный купорос  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  – при 140-150 °С; алюмокалиевые квасцы  $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  – около 230 °С; соду  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$  – около 270 °С; а глауберову соль  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  – при температуре выше 300 °С. Иногда гигроскопическая и кристаллизационная вода удаляются из вещества при одной и той же температуре; тогда для их отдельного определения применяют специальные методы.

Методика определения кристаллизационной воды на примере  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ :

Чистый бюкс с открытой крышкой помещают в сушильный шкаф при температуре 120-125 °С на 45 мин. Крышку бюкса перевернуть на ребро и поставить на горловину бюкса. Затем бюкс (вместе с крышкой, не закрывая крышку) с помощью тигельных щипцов помещают в эксикатор и спустя 15-20 мин, когда бюкс остынет, при помощи аналитических весов взвешивают.

Повторяют высушивание бюкса еще, пока последний результат взвешивания будет отличаться от предыдущего не более чем на 0,0002 г.

В подготовленный таким образом бюкс помещают 1 г воздушно-сухого хлорида бария  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , закрывают крышкой и взвешивают на аналитических весах.

Бюкс с навеской кристаллогидрата (с открытой крышкой) помещают в сушильный шкаф, поддерживая температуру 120-125 °С. Повторяют высушивание до доведения бюкса с его содержимым до постоянной массы.

Содержимое кристаллизационной воды в кристаллогидрате рассчитывают по формуле:

$$m(\text{H}_2\text{O}), \% = (m_1 - m_0)/G \cdot 100, \text{ где}$$

$m_1$  – масса прокаленного бюкса с навеской;

$m_0$  – масса пустого бюкса;

$G$  – навеска кристаллогидрата  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

Выполнение анализа проводят в двух параллельных пробах.

Лабораторная работа зачтена, если: лабораторная работа выполнена в соответствии с методическими рекомендациями; опыты проведены правильно и корректно; выводы соответствуют поставленным вопросам; работа оформлена в тетрадь.

Перед выполнением лабораторной работы проводится письменный и (или) устный

опрос по вопросам из раздела «Самостоятельная работа», которые являются частью подготовки к экзамену по дисциплине.

*Критерии оценивания:*

– оценка 5 «отлично» выставляется, если полно раскрыто содержание материала в объеме поставленного вопроса, четко и правильно даны определения и раскрыто содержание понятий, верно использованы научные термины, для доказательства излагаемого использованы различные умения, выводы из наблюдений и опытов, самостоятельно и правильно проведен подбор необходимого оборудования, ответ самостоятельный, использованы ранее приобретенные знания;

– оценка 4 «хорошо» выставляется, если раскрыто основное содержание материала, в основном даны правильно определения понятий и использованы научные термины, ответ самостоятельный, определения понятий неполные, допущены незначительные нарушения последовательности изложения, небольшие неточности при использовании научных терминов или в выводах и обобщениях;

– оценка 3 «удовлетворительно» выставляется, если основное содержание материала в объеме поставленного вопроса изложено фрагментарно, не всегда последовательно, определения понятий недостаточно четкие, не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений и опытов или допущены ошибки при их изложении, допущены ошибки и неточности в использовании научной терминологии, определении понятий;

– оценка 2 «неудовлетворительно» выставляется, если основное содержание материала в объеме поставленного вопроса не раскрыто, не даны ответы на вспомогательные вопросы преподавателя, допущены грубые ошибки в определении понятий, при использовании терминологии.

## **2. Тестирование**

*Тесты по теме «Понятие о физических и инструментальных методах анализа»*

1. Спектральные методы анализа
  - a) Хроматографический
  - b) Потенциометрический
  - c) Фотометрический
  - d) Полярографический
  - e) Пламенно – эмиссионный
  
2. Перевод вещества в атомарное состояние чаще всего осуществляется с использованием
  - a) Радиочастоты
  - b) Ультразвука
  - c) Высокого давления
  - d) Пламени
  
3. Какой физический показатель измеряет кондуктометр?
  - a) Оптическую плотность
  - b) Показатель преломления
  - c) Удельную электрическую проводимость
  - d) pH
  
4. Различают прямую кондуктометрию и кондуктометрическое титрование
  - a) Верно
  - b) Неверно
  
5. В каких единицах измеряется удельная электрическая проводимость?  
моль/л



- a) Н/м
  - b) См/м
  - c) л/моль
6. Кондуктометрия основана на...
- a) измерениях потенциала индикаторного электрода;
  - б) измерениях электропроводности раствора;
  - в) измерениях количества электричества;
  - г) измерениях сопротивления раствора
7. Источник возбуждения атомов в пламенной фотометрии
- a) Искра
  - б) Дуга
  - с) Пламя
  - d) Плазмотрон
8. В спектральных методах анализа величиной, пропорциональной количеству определяемого вещества, является
- a) Сила тока
  - б) Оптическая плотность
  - с) Напряженность поля
  - d) Электродный потенциал
9. Объекты анализа в методе фотоэлектроколориметрия
- a) Окрашенные коллоидные растворы
  - б) Безводные истинные растворы
  - с) Истинные окрашенные растворы
  - d) Бесцветные истинные растворы
10. В основе эмиссионного спектрального анализа лежит:
- a) способность молекул поглощать электромагнитное излучение;
  - б) способность атомов в возбужденном состоянии излучать энергию;
  - в) измерение показателя преломления веществ
11. Спектр испускания атомов даёт информацию, позволяющую вести:
- A) качественный и количественный анализ;
  - Б) только качественный анализ;
  - В) только количественный анализ
12. В основе рефрактометрического метода лежит
- a) способность растворов проводить электрический ток;
  - б) способность атомов и молекул поглощать электромагнитное излучение;
  - в) способность различных веществ по-разному преломлять проходящий свет.
13. В основе абсорбционного спектрального анализа лежит:
- a) закон сохранения массы и энергии;
  - б) закон Бугера – Ламберта - Бера;
  - в) закон эквивалентов
14. Фотоэлементы необходимы:
- a) для преобразования света в электромагнитное излучение;
  - б) для преобразования световой энергии в электрическую

15. На ФЭКе можно провести анализ веществ:

- а) окрашенных;
- б) неокрашенных;
- в) органических
- г) неокрашенных веществ, если их можно окрасить с помощью химической реакции

*Критерии оценивания теста:*

«Отлично» – 14-15 правильных ответов;

«Хорошо» – 12-13 правильных ответов;

«Удовлетворительно» – 8-11 правильных ответов;

«Неудовлетворительно» – менее 8 правильных ответов.

### 3. Доклад

*Темы для подготовки докладов-презентаций*

1. Общая характеристика и классификация методов количественного анализа.
2. Комплексообразование. Некоторые аналитически важные комплексы.
3. Экстракция. Практическое использование экстракции.
4. Сорбция и ее механизмы. Сорбенты, их классификация.
5. Управляемая кристаллизация.
6. Области применения хроматографии.
7. Осаждение и соосаждение.
8. Обзор объемных и весовых методов анализа.
9. Методы разделения и концентрирования вещества.
10. Оборудование в химическом анализе.
11. Кислотно - основное титрование.
12. Окислительно - восстановительное титрование.
13. Титрование по методу осаждения.
14. Комплексонометрическое титрование.
15. Источники и приемники света. Измерение интенсивности излучений в фотометрических приборах.
16. Косвенные методы количественного люминесцентного анализа.
17. Основы радиоактивного анализа. Количественный радиоактивный анализ.
18. Прямые методы количественного люминесцентного анализа. Сортовой анализ.
19. Фотометрия как аналитический метод. Метрологические характеристики метода.
20. Виды хроматографии.

Каждый доклад сопровождается презентацией выполненной в Microsoft Office PowerPoint. Продолжительность доклада-презентации от 10 до 15 минут.

*Критерии оценки доклада:*

–Соответствие содержания теме

–Глубина проработки материала

–Правильность и полнота использования источников

–Соответствие оформления презентации

### 4. Задачи

*Примерное содержание индивидуальных заданий*

1. Из 2,5 г  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  приготовили 500 мл раствора. Рассчитать для этого раствора: а) молярную концентрацию, б) нормальность, в) титр.
2. Сколько ионов водорода содержится в 1 мл раствора, рН которого равен 13?
3. Произведение растворимости бромида серебра  $\text{AgBr}$  равно  $3,6 \cdot 10^{-13}$ . Сколько граммов и сколько молей серебра в виде ионов содержится в 1 литре насыщенного раствора этой соли?
4. Какой объем раствора соляной кислоты с массовой долей  $\text{HCl}$  37,23 % и плотностью 1,19 г / мл требуется для приготовления 20 л 0,1 М раствора этой кислоты?
5. Определить массу  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в 250 мл раствора, если на титрование 25 мл этого раствора с индикатором метиловым оранжевым израсходовано 20,2 мл раствора  $\text{HCl}$  с концентрацией 0,101 моль/л.
6. Во сколько раз нужно увеличить или уменьшить концентрацию ионов водорода в растворе, чтобы рН его увеличился на единицу?
7. Произведение растворимости сульфата серебра  $\text{Ag}_2\text{SO}_4$  равно  $7 \cdot 10^{-5}$ . Найдите растворимость соли и выразите ее в молях на литр и в граммах на литр.
8. Определите молярную концентрацию эквивалента (нормальную концентрацию) хлорида кальция, если в 0,5 л раствора содержится 33,3 г  $\text{CaCl}_2$ .
9. Вычислите нормальность и молярную концентрацию раствора, в котором массовая доля  $\text{CaCO}_3$  равна 5 %. Плотность раствора равна 1,12 г / мл
10. Как изменится рН чистой воды, если к литру ее прибавить 0,004 моль  $\text{NaOH}$ ?
11. Произведение растворимости карбоната кальция равно  $1,7 \cdot 10^{-8}$ . Сколько граммов  $\text{CaCO}_3$  содержится в литре насыщенного раствора?
12. Определите титр 0,01 н раствора  $\text{KOH}$ .
13. Какой объем раствора соляной кислоты с массовой долей  $\text{HCl}$  37,23 % и плотностью 1,19 г / мл требуется для приготовления 20 л 0,1 М раствора этой кислоты?
14. Какой объем 0,1 н раствора щелочи надо прибавить к 10 миллилитрам 0,5 н раствора кислоты, чтобы довести его рН до 9?
15. Для растворения 1 г иодида свинца  $\text{PbI}_2$  при  $18^\circ\text{C}$  требуется 1470 мл воды. Найдите произведение растворимости этой соли.
16. Определите титр 0,1 н раствора  $\text{KOH}$ .
17. Рассчитать рН в 0,025 М растворе хлороводородной кислоты.
18. Два литра раствора серной кислоты с массовой долей  $\text{H}_2\text{SO}_4$  60%, плотностью 1,5 г/мл упарили до 2 кг. Вычислить массовую долю кислоты в полученном растворе.
19. Какой объем серной кислоты с массовой долей 72% и плотностью 1,64 г/мл надо взять для приготовления 10 л раствора этой кислоты с массовой долей 6% и плотностью 1,04 г/мл?
20. Произведение растворимости карбоната кальция равно  $1,7 \cdot 10^{-8}$ . Сколько граммов  $\text{CaCO}_3$  содержится в литре насыщенного раствора?

*Оценка умений решать расчетные задачи*

Оценка «5»: в логическом рассуждении и решении нет ошибок, задача решена рациональным способом.

Оценка «4»: в логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок, но задача решена нерациональным способом или допущено не более двух несущественных ошибок.

Оценка «3»: в логическом рассуждении нет существенных ошибок, но допущена существенная ошибка в математических расчетах.

Оценка «2»: имеются существенные ошибки в логическом рассуждении и в решении.

## 6.2. Оценочные средства и критерии оценивания для промежуточной аттестации

### Вопросы к экзамену

1. Характеристика количественных методов анализа. Классификация количественных методов анализа. Значение количественных методов анализа в современной науке, промышленности и технике.
2. Сущность объемного анализа. Техника химического эксперимента в объемном анализе. Вычисления в объемном анализе.
3. Методы нейтрализации или методы кислотного-основного титрования. Кислотно-основные индикаторы. Примеры практического применения.
4. Методы окислительно-восстановительного титрования. Способы определения конечной точки титрования.
5. Перманганатометрия. Иодометрия.
6. Понятие о других методах окисления-восстановления: броматометрия, цериметрия, ванадатометрия, титанометрия, хроматометрия.
7. Общая характеристика и классификация методов осаждения и комплексообразования. Применение теории осаждения к объемному анализу.
8. Способы определения конечной точки титрования; индикаторы. Примеры практического применения методов осаждения и комплексообразования.
9. Аргентометрия. Роданометрия. Меркуриметрия.
10. Комплексонометрия.
11. Сущность весового анализа. Классификация методов весового анализа. Расчеты в весовом анализе.
12. Техника весового анализа. Правила обращения с аналитическими весами.
13. Понятие о физических и инструментальных методах анализа. Классификация методов анализа.
14. Электрохимические, оптические, хроматографические, радиометрические методы количественного анализа.
15. Электровесовые методы анализа.
16. Объемные электрохимические методы анализа.
17. Математическая обработка результатов анализа. Систематические и случайные погрешности. Абсолютные и относительные погрешности.
18. Методы разделения, выделения и концентрирования отдельных компонентов анализируемых смесей.
19. Определение следов элементов. Метод осаждения малорастворимых соединений. Метод отгонки летучих соединений. Метод флотации.
20. Хроматографические методы разделения. Метод экстрагирования.

### Пример экзаменационного билета

ФГБОУ ВО « Смоленский государственный университет»  
Естественно-географический факультет  
Кафедра экологии и химии  
«Количественные методы анализа в химии»

Билет № 3

1. Хроматографические методы разделения. Метод экстрагирования.
2. Техника весового анализа. Правила обращения с аналитическими весами.

Заведующий кафедрой, профессор

Гильденков М.Ю.

## ***Критерии оценивания уровня освоения дисциплины***

Традиционная («балльная») оценка знаний студентов производится по следующим критериям:

- оценка (балл) 5 «отлично» выставляется, если полно раскрыто содержание материала в объеме программы, четко и правильно даны определения и раскрыто содержание понятий, верно использованы научные термины, для доказательства излагаемого использованы различные умения, выводы из наблюдений и опытов, самостоятельно и правильно проведен подбор необходимого оборудования, наглядных пособий и объектов, ответ самостоятельный, использованы ранее приобретенные знания;

- оценка 4 «хорошо» выставляется, если раскрыто основное содержание материала, в основном даны правильно определения понятий и использованы научные термины, ответ самостоятельный, определения понятии неполные, допущены незначительные нарушения последовательности изложения, небольшие неточности при использовании научных терминов или в выводах и обобщениях;

- оценка 3 «удовлетворительно» выставляется, если усвоено основное содержание учебного материала, но изложено фрагментарно, не всегда последовательно, определения понятий недостаточно четкие, не использованы в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений и опытов или допущены ошибки при их изложении, допущены ошибки и неточности в использовании научной терминологии, определении понятий;

- оценка 2 «неудовлетворительно» выставляется, если основное содержание учебного материала не раскрыто, не даны ответы на вспомогательные вопросы преподавателя, допущены грубые ошибки в определении понятий, при использовании терминологии.

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

### Основная литература

### Основная литература

1. Александрова, Э. А. Аналитическая химия в 2 книгах. Книга 2. Физико-химические методы анализа: учебник и практикум для вузов /Э. А. Александрова, Н. Г. Гайдукова. — 3-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 344 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09460-2. — URL: <https://urait.ru/bcode/489415>

2. Никитина, Н. Г. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: учебник и практикум для вузов /Н. Г. Никитина, А. Г. Борисов, Т. И. Хаханина; под редакцией Н. Г. Никитиной. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 394 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00427-4. — URL: <https://urait.ru/bcode/488614>

3. Физико-химические методы анализа: учебное пособие для вузов /В. Н. Казин [и др.]; под редакцией Е. М. Плисса. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 201 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-14964-7. — URL: <https://urait.ru/bcode/495720>

### Дополнительная литература

1. Электрохимические методы анализа. Лабораторный практикум: учебное пособие для вузов /Л. К. Неудачина, Ю. С. Петрова, Н. В. Лакиза, Е. Л. Лебедева. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 133 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10912-2. — URL : <https://urait.ru/bcode/493515>

2. Конюхов, В. Ю. Методы исследования материалов и процессов: учебное пособие

для вузов /В. Ю. Конюхов, И. А. Гоголадзе, З. В. Мурга. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 179 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13938-9. — URL: <https://urait.ru/bcode/508744>

3. Антипова, Л. В. Биотехнология пищи: физические методы: учебное пособие для вузов /Л. В. Антипова, С. С. Антипов, С. А. Титов. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 210 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-13162-8. — URL: <https://urait.ru/bcode/496227>

4. Цвет, М. С. Хроматографический адсорбционный анализ /М. С. Цвет. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 206 с. — (Антология мысли). — ISBN 978-5-534-04218-4. — URL: <https://urait.ru/bcode/492717>

5. Гаршин, А. П. Химические термины. Словарь: учебное пособие для вузов /А. П. Гаршин, В. В. Морковкин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 452 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04639-7. — Текст: электронный //Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/492823>

6. Козлова Л.Т. Аналитическая химия: практ. рук. по количественному анализу для студ. вузов по спец. "Биология с доп. спец. химия" и "Экология" /Л. Т. Козлова; Федер. агентство по образованию, Смол. гос. ун-т. — 3-е изд., перераб. и доп. — Смоленск: СмолГУ, 2008. — 110 с.

#### Перечень ресурсов «Интернет»

1. Портал фундаментального химического образования в России  
[www.chem.msu.ru](http://www.chem.msu.ru)
2. Сайт химического факультета МГУ  
<http://www.chem.msu.ru/rus/journals/chemlife/welcome.html>
3. Портал научно-популярной химической информации  
[www.alhimik.ru](http://www.alhimik.ru);
4. Популярная библиотека химических элементов  
<http://n-t.students.ru/ri/ps/>
5. Научный химический журнал - Вестник Московского Университета, серия «Химия»  
<http://www.chem.msu.ru/rus/vmgu/welcome.html>
6. Журнал «Успехи химии»  
<http://rcr.ioc.ac.ru/ukh.html>
7. Электронная периодическая таблица  
<http://www.college.ru/chemistry/applets/ptable.html>
8. Научная электронная библиотека. Поиск по рефератам и полнотекстовым статьям, опубликованным в российских и зарубежных научно-технических журналах. Каталог журналов.  
<http://elibrary.ru> –
9. - Химическая информационная сеть. Информация о химических факультетах, вузах, ассоциациях. Электронная библиотека. Базы данных по химии. Сведения о конференциях, семинарах, конкурсах, олимпиадах  
<http://chemnet.ru>
10. Российский химико-аналитический портал  
<http://www.anchem.ru/>

## 8. Материально-техническое обеспечение

### *Учебная аудитория № 4*

Столы лабораторные с подводом воды 2 шт. (24 учебных посадочных места), стол и стул для преподавателя и лаборанта – по 2 шт.

Боковой стол для подготовки и временного хранения оборудования и принадлежностей.  
Электрифицировано 24 учебных посадочных места.  
Шкафы лабораторные 6 шт.  
Сушильный шкаф 1 шт.  
Вытяжной шкаф 2 шт.  
Сейф 1 шт.  
Весы технические ВЛТЭ-500 1шт.  
Весы аналитические ГООМЕТР 4 шт.  
Муфельная печь 1 шт.  
Центрифуга «Элекон»-р-10-01 1 шт.  
Рефрактометр ИРФ-454 Б2 М 1 шт.  
Поляриметр портативный П-161МУХЛ 4.2 1шт.  
Фотоколориметр ФЭК 1 шт.  
рН-метр-ионометр «Эксперт»-001 1 шт.  
Дистиллятор ДЭ-4-02 «ЭМО» 1 шт.  
Лаборантская комната

Помещение для самостоятельной работы - уч. корпус № 1, ауд. 26: учебная мебель (30 посадочных мест), компьютерный класс с выходом в сеть Интернет (17 компьютеров), принтер HP Deskjet 1280, сканер EPSONGT1500 A3.

### **9. Программное обеспечение**

Microsoft Open License (Windows XP, 7, 8, 10, Server, Office 2003-2016), лицензия 66975477 от 03.06.2016 (бессрочно).

Обучающимся обеспечен доступ к ЭБС «Юрайт», ЭБС «IPRbooks», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета, а также доступ к современным профессиональным базам данных и информационным справочным системам.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН  
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 03B6A3C600B7ADA9B742A1E041DE7D81B0  
Владелец: Артеменков Михаил Николаевич  
Действителен: с 04.10.2021 до 07.10.2022