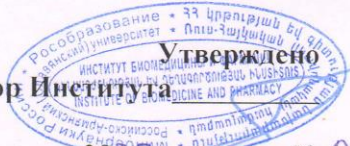


**ГОУ ВПО Российско-Армянский (Славянский)
университет**

Директор Института



«07» июля 2025, протокол № 21

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины: Аналитическая химия

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

Направление подготовки: 30.05.01 Медицинская биохимия

Наименование образовательной программы: 30.05.01 Медицинская биохимия

1. АННОТАЦИЯ

1.1. Краткое описание содержания данной дисциплины: Аналитическая химия — наука, развивающая теоретические основы химического анализа веществ и материалов и разрабатывающая методы идентификации, обнаружения, разделения и определения химических элементов и их соединений, а также методы установления химического состава веществ. Проведение химического анализа в настоящее время заключается в получении информации о составе и природе вещества.

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

Общий объем составляет 4 академических кредита, 144 академических часов. Итоговый контроль — экзамен.

1.3. Взаимосвязь дисциплины с другими дисциплинами учебного плана специальности (направления). Данная учебная дисциплина включена в раздел "Б1.О.08 Дисциплины (модули)" основной образовательной программы 30.05.01 «Медицинская биохимия» и относится к базовой (общепрофессиональной) части. Осваивается на 1 курсе (2 семестр). Для изучения дисциплины "Аналитическая химия" необходимы компетенции, сформированные у обучающихся в результате освоения дисциплин на предыдущем уровне образования. Разделы курса связаны междисциплинарными связями с дисциплиной "Неорганическая химия".

1.4. Результаты освоения программы дисциплины:

Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

Код компетенции	Наименование компетенции	Код индикатора достижения компетенций	Наименование индикатора достижений компетенций
ОПК-1	Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	ОПК-1.1	Знать основные естественнонаучные понятия, законы, фундаментальные основы математических дисциплин и компьютерных наук, основы прикладной математики

		ОПК-1.2	Уметь ставить и решать стандартные и инновационные задачи профессиональной деятельности
		ОПК-1.3	Владеть методами математического и компьютерного моделирования, необходимыми при решении указанных задач

2. УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА

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

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

Виды учебной работы	Всего, в акад. часах	Распределение по семестрам
		2 сем
1	2	3
1. Общая трудоемкость изучения дисциплины по семестрам, в т. ч.:	144	144
1.1. Аудиторные занятия, в т. ч.:	80	80
1.1.1. Лекции	32	32
1.1.2. Лабораторные работы	32	32
1.1.3. Практические работы	16	16
1.2. Самостоятельная работа, в т. ч.:	50	50
Итоговый контроль (Экзамен, Зачет, диф. зачет - указать)	14 экз	14 экз

2.3. Содержание дисциплины

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

Разделы и темы дисциплины	Всего (ак. часов)	Лекции(ак. часов)	Лабор. (ак. часов)	Практ. (ак. часов)
1	2=3+4+5	3	4	5
Введение	6	2	2	2
Раздел 1. Классификация методов анализа.	20	8	8	4
Тема 1.1. Виды анализа.	5	2	2	1
Понятие о химических реактивах, техника пользования ими. Посуда и приборы, методы применяемые в качественном анализе /Фильтрование. Перегонка. Кристаллизация/. Оборудование, правила работы и техники безопасности в лаборатории органической химии.	5	2	2	1
Тема 1.2. Метод и методика анализа.	5	2	2	1
<i>Аналитическая классификация катионов.</i> Первая аналитическая группа катионов. NH_4^+ , Li^+ , Na^+ , K^+ , Rb^+ , Cs^+ , Fr^+ , Mg^{2+}				
Опыты по реакциям катионов 1-ой аналитической группы	5	2	2	1
Раздел 2. Метрологические основы химического	12	3	6	3
Тема 2.1. (Основные стадии химического анализа.)	5	2	2	1
Тема 2.2. Абсолютные (безэталонные) и относительные	4	2	2	
Ход анализа при определении катионов	1			1
Тема 2.3. Основные характеристики метода анализа.	5	2	2	1
Раздел 3. Типы химических реакций и процессов в аналитической химии.	26	10	10	6
Вторая аналитическая группа катионов Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+} ,	5	2	2	1
Анализ катионов Ca^{2+} , Sr^{2+} , Ba^{2+}				
Тема 3.1. Основные типы химических реакций в				
Систематический ход анализа смеси катионов первой и второй аналитических групп	2.5	1	1	0.5
Тема 3.2. Используемые в аналитической химии	2.5	1	1	0.5
Третья аналитическая группа катионов				
Тема 3.3. Кислотно-основные реакции.	3	1	1	1
Определение катионов 1-ой подгруппы третьей				
Определение катионов 2-ой подгруппы третьей				
Тема 3.4. Реакции комплексообразования.	3	1	1	1
Четвертая аналитическая группа катионов				
Четвертая аналитическая группа катионов – 1-ая				
Тема 3.5.Окислительно-восстановительные реакции.	5	2	2	1
Четвертая аналитическая группа катионов – 2-ая				
Тема 3.6. Процессы осаждения и соосаждения.	5	2	2	1
Пятая аналитическая группа катионов				

Раздел 4. Методы обнаружения и идентификации.	5	4	4	1
Обнаружение катионов пятой аналитической группы	4.5	2	2	0.5
Анализ некоторых анионов. Обнаружение Cl^- , Br^- , I^- , SCN^- , NO_3^- , NO_2^- .	4.5	2	2	0.5
Обнаружение анионов второй аналитической группы SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$, SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , PO_4^{3-} , CrO_4^{2-} ,				
Раздел 5. Методы выделения, разделения и	5	2	2	1
Тема 5.1. Основные методы разделения и	5	2	2	1
ИТОГО	52	32	32	16

2.3.2. Краткое содержание разделов дисциплины в виде тематического плана

ВВЕДЕНИЕ

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

Раздел 1. КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ АНАЛИЗА.

Тема 1.1. Виды анализа.

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

Тема 1.2. Метод и методика анализа.

Раздел 2. МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Тема 2.1. Основные стадии химического анализа.

Тема 2.2. Абсолютные (безэталоные) и относительные методы анализа.

- Относительная и систематическая погрешность, промах, предел обнаружения.

Тема 2.3. Основные характеристики метода анализа.

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

Раздел 3. ТИПЫ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ И ПРОЦЕССОВ В АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Тема 3.1. Основные типы химических реакций в аналитической химии.

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

Тема 3.2. Используемые в аналитической химии процессы.

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

Тема 3.3. Кислотно-основные реакции.

- Теория Аррениуса.

- Современные представления о кислотах и основаниях.
- Теория Льюиса.
- Теория Бренстеда - Лоури.
- Равновесие в системе кислота - сопряженное основание и растворитель.
- Константы кислотности и основности.
- Сила кислот и оснований.
- Роль растворителя в протолитических реакциях: апротонные, протофильные и амфипротные растворители.
- Константа автопротолиза.
- Нивелирующий и дифференцирующий эффекты растворителей.
- Буферные растворы и их свойства.

Тема 3.4. Реакции комплексообразования.

- Типы комплексных соединений, используемых в аналитической химии.
- Классификация комплексных соединений
 - а) по характеру взаимодействия металл-лиганд,
 - б) по однородности лиганда и центрального иона (комплексообразователя):
 - в) внутрисферные комплексы и ионные ассоциаты (внешнесферные комплексы и ионные пары),
 - г) однороднолигандные и смешанолигандные,
 - д) полиядерные (гетерополиядерные и гомополиядерные).
- Классификация комплексных соединений по термодинамической и кинетической устойчивости.
- Теоретические основы взаимодействия органических реагентов с неорганическими ионами.
- Теория аналогий взаимодействия ионов металлов с неорганическими реагентами типа H_2O , NH_3 и H_2S и кислород-, азот-, серосодержащими органическими реагентами.
- Хелаты, внутрикомплексные соединения.

Тема 3.5. Окислительно-восстановительные реакции.

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

Тема 3.6. Процессы осаждения и соосаждения.

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

Раздел 4. МЕТОДЫ ОБНАРУЖЕНИЯ И ИДЕНТИФИКАЦИИ

Тема 4.1. Методы обнаружения и идентификации

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

Раздел 5. МЕТОДЫ ВЫДЕЛЕНИЯ, РАЗДЕЛЕНИЯ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ

Тема 5.1. Основные методы разделения и концентрирования.

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

2.3.3. Краткое содержание семинарских/практических занятий/лабораторного практикума

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

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

2.3.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Важнейшим компонентом для усвоения предмета “Аналитическая химия ” является наличие химических реактивов, лабораторного оборудования, лабораторной посуды для демонстрации опытов, обнаружения самими студентами ионов, проведения качественного и количественного анализа. Лаборатория Химии оснащена необходимым оборудованием, в ней имеются необходимые реактивы и стеклянная посуда для реализации программы по предмету “Аналитическая химия ” в полном объеме в соответствии с требованиями, предъявляемыми по требованиям учебного процесса.

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

2.4. Модульная структура дисциплины с распределением весов по формам контролей

Формы контролей	Вес формы (форм) текущего контроля в результирующей оценке текущего контроля (по модулям)		Вес формы промежуточного контроля в итоговой оценке промежуточного контроля		Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей		Вес итоговой оценки промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей (семестровой оценке)		Веса результирующей оценки промежуточных контролей и оценки итогового контроля в результирующей оценке итогового контроля
	M1 ¹	M2	M1	M2	M1	M2			
Вид учебной работы/контроля									
Контрольная работа <i>(при наличии)</i>			1	1					
Устный опрос <i>(при наличии)</i>	0.5	0.5							
Тест <i>(при наличии)</i>									
Лабораторные работы <i>(при наличии)</i>	0.5	0.5							
Письменные домашние задания <i>(при наличии)</i>									
Реферат <i>(при наличии)</i>									
Эссе <i>(при наличии)</i>									
Проект <i>(при наличии)</i>									
<i>Другие формы (при наличии)</i>									
Веса результирующих оценок текущих контролей в итоговых оценках промежуточных контролей					0.5	0.5			
Веса оценок промежуточных контролей в итоговых оценках промежуточных контролей					0.5	0.5			
Вес итоговой оценки 1-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							0.5		
Вес итоговой оценки 2-го промежуточного контроля в результирующей оценке промежуточных контролей							0.5		
Вес результирующей оценки промежуточных контролей в результирующей оценке итогового контроля								0.5	

¹ Учебный Модуль

Вес итогового контроля (Экзамен/зачет) в результатирующей оценке итогового контроля								0.5
	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$	$\Sigma = 1$

3. Теоретический блок *(указываются материалы, необходимые для освоения учебной программы дисциплины)*

3.1. Материалы по теоретической части курса

3.1.1. Учебник(и);

а) Базовый учебник*

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

б) Основная литература

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

б) Дополнительная литература

1. Пиккеринг У.Ф. Современная аналитическая химия. М: Химия, 1977. 558 с.
2. Лайтинен Г.А., Харрис В.Е. Химический анализ. 2-е изд., пере-раб. М.: Химия, 1979. 624 с.
3. Гуляницкий А. Реакции кислот и оснований в аналитической химии. М.: Мир, 1975. 239 с.
4. Хольцбехер З. и др. Органические реагенты в неорганическом анализе. М.: Мир, 1979. 752 с.
5. Золотов Ю.А. Аналитическая химия: проблемы и достижения. М.: Наука, 1992. 288 с.
6. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Задачи и упражнения по аналитической химии. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1984. 215 с.

4. Фонды оценочных средств *(указываются материалы, необходимые для проверки уровня знаний в соответствии с содержанием учебной программы дисциплины).*

4.1. Планы практических и семинарских занятий

Качественный анализ

Неделя	Тема	Самостоятельная работа / задание
1	Сульфидная классификация катионов. Аналитический сигнал; чувствительность химической реакции. 1-я аналитическая группа катионов. Частные реакции K^+ , Na^+ , NH_4^+ ионов.	Соответствующие разделы из прив. списка лит-ры
2	2-я аналитическая группа катионов. Частные реакции Mg^{+2} , Ba^{+2} , Sr^{+2} , Ca^{+2} ионов.	То же
3	3-я аналитическая группа катионов. Частные реакции Al^{+3} , Cr^{+3} , Fe^{+3} ионов (подгруппа алюминия).	"— "
4	3-я аналитическая группа катионов (подгруппа марганца). Частные реакции Mn^{+2} , Fe^{+2} , Zn^{+2} ионов. Частные реакции Co^{+2} , Ni^{+2} ионов.	"— "
5	4-я аналитическая группа катионов (подгруппа меди). Частные реакции Cu^{+2} , Hg^{+2} , Bi^{+3} , Cd^{+2} ионов.	"— "
6	Общая характеристика катионов 5-ой аналитической группы. Частные реакции Ag^+ , Pb^{+2} , Hg_2^{+2} . Анализ смеси катионов 5-ой аналитической группы.	"— "
7	Классификация анионов. 1-я группа анионов. Частные реакции SO_4^{-2} , SO_3^{-2} , $S_2O_3^{-2}$, CO_3^{-2} , $C_2O_4^{-2}$ ионов.	"— "
8	2-я группа анионов. Частные реакции Cl^- , Br^- , I^- , SCN^- , S^{2-} ионов.	"— "
9	Решение типовых задач.	"— "
Количественный анализ		
10	Приготовление раствора соляной кислоты и установление его нормальности по титрованию натрия. Определение временной жесткости воды.	"— "
11	Приготовление и стандартизация рабочего раствора $KMnO_4$. Определение Fe^{+2} , H_2O_2 , NO_2^- перманганатометрическим методом.	"— "
12	Иодометрическое титрование. Определение окислителей и восстановителей.	"— "
13	Приготовление и стандартизация рабочего раствора $Na_2S_2O_3$. Иодометрическое определение H_2O_2 и Cu^{+2} . Иодометрическое определение аналгина.	"— "
14	Комплексонометрия. Индикаторы комплексонометрии. Определение общей жесткости воды.	"— "

15	Решение типовых задач.	"_ "
----	------------------------	------

4.2. Планы лабораторных работ и практикумов

№	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ
1	2	3
1.	Раздел I. Метрологические основы химического анализа	• Понятие о химических реактивах, техника пользования ими. • Посуда и приборы, методы применяемые в качественном анализе /Фильтрование. Перегонка. Кристаллизация/. • Оборудование, правила работы и техники безопасности в лаборатории органической химии. • Аналитическая классификация катионов. • Первая аналитическая группа катионов. NH_4^+, Li^+, Na^+, K^+, Rb^+, Cs^+, Fr^+, Mg^{2+} • Вторая аналитическая группа катионов Ca^{2+}, Sr^{2+}, Ba^{2+}, Ra^{2+}
2.	Раздел II. Типы химических реакций и процессов в аналитической химии	• Систематический ход анализа смеси катионов первой и второй аналитических групп • Третья аналитическая группа катионов • Четвертая аналитическая группа катионов (Hg^{2+}, Cu^{2+}, Bi^{3+}, Cd^{2+}, Pd^{2+}, Sn^{2+}, Sn^{IV}, As^{III}, As^V, Sb^{III}, Sb^V, Au^{3+}, Ge^{IV}, Re^{IV}, Ir^{IV}, Pt^{IV}) Осаждаемые сероводородом катионы: <i>1-я подгруппа:</i> реакции катионов первой подгруппы (подгруппа меди) Hg^{2+}, Cu^{2+}, Bi^{3+}, Cd^{2+}, Pd^{2+}. <i>2-я подгруппа:</i> Sn^{2+}, Sn^{IV}, As^{III}, As^V, Sb^{III}, Sb^V, Au^{3+}, Ge^{IV}, Re^{IV}, Ir^{IV}, Pt^{IV}. <i>3-я подгруппа:</i> Ag^+, $[\text{Hg}_2]^{2+}$, Pb^{2+}, Cu^+, Au^+, Tl^+ • Общие реакции катионов четвертой аналитической группы

3.	Раздел III. Методы обнаружения и идентификации	пятая аналитическая группа катионов (группа серебра) • <i>Пятая аналитическая группа катионов.</i> Ag^+, $[Hg_2]^{2+}$, Pb^{2+}, Cu^+, Au^+, Tl^+ • Систематический ход анализа смеси катионов пятой аналитической группы. • <i>Анализ некоторых анионов.</i> Обнаружение Cl^-, Br^-, I^-, SCN^-, NO_3^-, NO_2^-. <i>Обнаружение некоторых анионов второй аналитической группы</i> F^-, SO_3^{2-}, $S_2O_3^{2-}$, SO_4^{2-}, CO_3^{2-}, PO_4^{3-}, CrO_4^{2-}, AsO_3^{3-}, AsO_4^{3-}, BO_3^{3-}, SiO_3^{2-}, $C_2O_4^{2-}$, VO_3^-, MoO_4^{2-}, WO_4^{2-}, $(GeO_3^{2-}, IO_3^-, IO_4^-, C_4H_4O_6^{2-}, SiF_6^{2-}, SeO_3^{2-}, SeO_4^{2-}, TeO_3^{2-}, TeO_4^{2-})$
4.	Раздел IV. Методы выделения, разделения и концентрирования	• Методы осаждения и соосаждения. • Методы экстракции.
5.	Раздел V. Хроматографические методы анализа	• Тонкослойная плоскостная хроматография.

4.3. Материалы по практической части курса

4.3.1. Учебники

1. Аналитическая химия. Методы идентификации и определения веществ. Учебник для вузов, 2-е изд., стер. Лань, 2020.
2. G.D. Christian, P.K. Dasgupta, K.A. Schug, Analytical Chemistry, 7th ed., John Wiley & Sons Inc., 2014, p. 826.
3. М.Отто. Современные методы аналитической химии. М., Техносфера, 2008, 544 с.
4. Г.Кристиан. Аналитическая химия в 2 томах. М., БИНОМ, Лаборатория знаний. 2009.
5. Т.И.Хаханина, Н.Г.Никитина «Аналитическая химия», учебник и практикум, 3-е издание, М., «Юрайт», 2016.
6. R.Kellner, J.-M.Mermet, M.Otto, H.M.Widmer (Eds). Analytical Chemistry, Weinheim, VCH, 1995.
7. В.Д.Пономарев «Аналитическая химия», ч. 1, Качественный анализ, М., «Высшая школа», 1982.
8. В.Д.Пономарев «Аналитическая химия», ч. 2, Количественный анализ, М., «Высшая школа», 1982.
9. Основы аналитической химии. Практическое руководство. Учебное пособие для вузов. Под ред. Ю.А.Золотова. М.; Высшая школа, 2001. 463 с.

10. R.Kellner, J.-M. 3. Mermet, M.Otto, H.M.Widmer (Eds). Analytical Chemistry, Weinheim, VCH, 1995.
11. В.П.Васильев. Аналитическая химия. В 2 ч. – М.: Высшая школа, 1989.
12. Д.Скуг, Д.Уэст. Основы аналитической химии, в 2-х томах, М., Мир, 1979.
13. В.Н.Алексеев. Курс качественного химического полумикроанализа. М., Химия, 1973.
14. В.Н.Алексеев. Количественный анализ. М., Химия, 1972.
15. Ю.Ю.Лурье. Справочник по аналитической химии. М., Химия, 1989.

4.3.2. Задачники (практикумы);

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

4.4. Вопросы и задания для самостоятельной работы студентов

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

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

Вариант теста

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

“А”

1. H_2S
2. NaOH
3. NH_4OH экв.
4. NH_4OH изб.
5. KCl
6. KI
7. $\text{HCON} + \text{NH}_4\text{OH}$
8. K_2CrO_4
9. $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ изб.

“Б”

1. Образование серебряного зеркала
2. Белый осадок
3. Кирпично-красный осадок
4. Бесцветный раствор
5. Черный осадок
6. Бледно-желтый осадок
7. Синий раствор
8. Оранжевое окрашивание раствора

2. Каким реактивом можно обнаружить ионы свинца в присутствии ионов висмута?.

1) KOH 2) NH_4OH 3) $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ 4) $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 5) H_2SO_4

3. Найдите в группе “Б” эффект реакции с гидроокисью аммония для ионов группы “А”.

“А”

1. Pb^{2+}

2. Hg^{2+}

3. Cu^{2+}

4. Cd^{2+}
5. Ag^+
6. Hg^{2+}
7. Bi^{3+}

“Б”

1. Белый осадок, нерастворимый в избытке реактива

4. Какие соединения свинца хорошо растворимы в воде?

- 1) PbSO_4
- 2) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$
- 3) $\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$
- 4) $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$
- 5) $\text{Pb}(\text{OH})_2$
- 6) Na_2PbO_2
- 7) PbCl_2
- 8) PbS
- 9) PbBr_2
- 10) PbCrO_4
- 11) PbI_2

2. Белый осадок, растворимый в избытке реактива
3. Белый осадок, нерастворимый в HNO_3
4. Черный осадок, нерастворимый в избытке реактива
5. Осадок не образуется
6. Зеленовато-голубой осадок, растворимый в избытке реактива

РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

Пример 1. Вычислите pH 0,05 М раствора KOH.

Решение

KOH – сильный электролит;

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

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

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

Решение

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

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

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

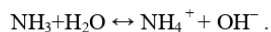
$$\text{тогда } [\text{H}^+] = \sqrt{1,4 \cdot 10^{-5} \cdot 0,5} = 2,6 \cdot 10^{-3};$$

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

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

Решение

В водном растворе аммиака имеет место равновесие:



Поскольку $K_{\text{осн}} < 10^{-2}$, полагаем, что равновесная концентрация недиссоциированного основания равна его общей концентрации: $c(\text{NH}_4\text{OH}) = 0,01 \text{ моль/дм}^3$. Для слабых оснований $[\text{OH}^-]$ вычисляют по формуле:

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

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

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

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

Пример 4. К 80 см^3 $0,1 \text{ М}$ раствора CH_3COOH прибавили 20 см^3 $0,2 \text{ М}$ раствора CH_3COONa . Рассчитайте pH полученного раствора, если $K_{\text{кисл}} = 1,78 \cdot 10^{-5}$.

Решение

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

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

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

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

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

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

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

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

4.6. Перечень экзаменационных вопросов

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

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

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

4.7. Образцы экзаменационных билетов

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

Кафедра общей и фармацевтической химии
_____ учебный год

по специальности 30.05.01 «Медицинская биохимия» дисциплина: «Аналитическая химия»

Билет № _____

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

Зав. кафедрой общей и фармацевтической химии

Григорян А.М.

4.8. Образцы экзаменационных практических заданий

1. Рассчитайте, какой объем 1,0 М раствора нитрата серебра необходимо взять для приготовления 300 мл 0,1 М раствора. Рассчитайте массу навески натрия хлорида, необходимую для приготовления 250 мл 0,1 М раствора. $M(1/1 \text{ NaCl}) = 58,45$ г/моль. Рассчитайте титр и молярную концентрацию эквивалента раствора натрия хлорида, если для приготовления 250 мл его раствора было взято 1,4699 г сухого вещества. Рассчитайте титр и молярную концентрацию эквивалента раствора нитрата серебра, если на титрование 25 мл его было израсходовано 24,1 мл натрия хлорида (концентрация рассчитана выше). $M(1/1 \text{ AgNO}_3) = 169,87$ г/моль. Рассчитайте титр раствора нитрата серебра по натрию хлориду. Рассчитайте массу натрия хлорида в колбе объемом 100 мл, если на титрование 10 мл его раствора было затрачено 9,1 мл нитрата серебра (концентрация рассчитана выше). Назовите метод, титрант, индикатор, напишите уравнения реакций.

2. Навеску препарата новокаина массой 1,3890 г растворили в воде и получили 100,00 см³ раствора. На нитритометрическое титрование 20,00 см³ этого раствора израсходовали 10,00 см³ стандартного раствора нитрата натрия с молярной концентрацией 0,1010 моль/дм³. Рассчитайте молярную концентрацию приготовленного раствора новокаина, его титр, массу новокаина и массовую долю новокаина в препарате. Молярная масса новокаина равна 272,78 г/моль.
3. При argentометрическом определении хлорид-ионов на титрование 20,00 см³ раствора хлорида натрия затрачено 18,00 см³ стандартизованного раствора нитрата серебра с молярной концентрацией 0,0459 моль/дм³. Рассчитайте молярную концентрацию, титр раствора хлорида натрия и массу хлорида натрия в растворе.
4. При комплексонометрическом анализе раствора хлорида кальция для инъекций к 10,00 см³ раствора прибавили 90,00 см³ воды и получили 100,00 см³ исходного анализируемого раствора. На прямое титрование 10,00 см³ исходного анализируемого раствора в среде аммиачного буфера израсходовали 8,67 см³ стандартного 0,05000 моль/дм³ раствора ЭДТА. Определите массу кальция в исходном растворе и массу CaCl₂·6H₂O в 1 см³ раствора для инъекций.
5. Для определения аммиака в соли аммония методом заместительного (косвенного) титрования из анализируемого раствора объемом 100,00 см³, содержащего соль аммония, отобрали аликвоту 10,00 см³ и прибавили к ней избыток раствора формальдегида. Кислоту, образовавшуюся при реакции формальдегида с катионами аммония: $4\text{NH}_4^+ + 6\text{H}_2\text{CO} = (\text{CH}_2)_6\text{N}_4 + 4\text{H}^+ + 6\text{H}_2\text{O}$ оттитровали титрованным раствором гидроксида натрия объемом 9,00 см³ с концентрацией 0,1000 моль/дм³. Рассчитайте массу аммиака в анализируемом растворе.
6. Для определения меди (II) методом заместительного (косвенного) титрования из анализируемого раствора соли меди (II) объемом 100,00 см³ отобрали аликвотную часть 15,00 см³, прибавили к ней разбавленную серную кислоту и избыток раствора иодида калия. Йод, выделившийся при реакции с медью (II), оттитровали титрованным раствором тиосульфата натрия объемом 6 см³ с концентрацией 0,0500 моль/дм³. Рассчитайте молярную концентрацию эквивалента, титр и массу меди (II) в анализируемом растворе.
7. Для определения бромид-ионов методом обратного argentометрического титрования приготовили 50,00 см³ раствора бромида калия. К 15,00 см³ данного раствора прибавили 20,00 см³ титрованного раствора нитрата серебра с концентрацией 0,05000 моль/дм³. Избыток катионов серебра, не вступивших в реакцию с бромид-ионами, оттитровали 4,50 см³

титрованного раствора тиоцианата аммония с концентрацией $52,005110 \text{ моль/дм}^3$. Рассчитайте молярную концентрацию, титр и массу бромида калия в исходном анализируемом растворе.

8. При определении алюминия в лекарственном препарате алюмаг (маалокс) методом обратного комплексонометрического титрования навеску препарата массой $1,0000 \text{ г}$ перевели в солянокислый раствор объемом 200 см^3 . Для проведения анализа отобрали аликвоту $25,00 \text{ см}^3$ полученного раствора, разбавили водой, прибавили $25,00 \text{ см}^3$ стандартного $0,05000 \text{ моль/дм}^3$ раствора, ЭДТА и ацетатный буфер ($\text{pH}=4,5$). Раствор нагрели, после охлаждения прибавили ацетон, дитизон (индикатор) и оттитровали избыток ЭДТА титрованным $0,05000 \text{ моль/дм}^3$ раствором сульфата цинка ZnSO_4 до перехода окраски раствора из зеленой в розовую. На титрование израсходовали $16,83 \text{ см}^3$ раствора ZnSO_4 . Определите массу и массовую долю алюминия в анализируемом препарате.

9. Навеску исследуемого образца массой $0,3961 \text{ г}$, в которой может находиться одно из веществ: NaOH , Na_2CO_3 , NaHCO_3 или одна из смесей $\text{NaOH}+\text{Na}_2\text{CO}_3$, $\text{Na}_2\text{CO}_3+\text{NaHCO}_3$, растворили в воде и оттитровали титрованным раствором HCl с $C(1/\text{HCl})=0,09561 \text{ моль/дм}^3$ последовательно с двумя индикаторами: фенолфталеином и метиловым оранжевым соответственно следующими объемами кислоты: $17,20 \text{ см}^3$ и $29,40 \text{ см}^3$. Определите состав исследуемого образца и рассчитайте массовую долю вещества или компонентов в нем.

4.9. Банк тестовых заданий для самоконтроля

4.10. Методики решения и ответы к образцам тестовых заданий

5. Методический блок

5.1. Методика преподавания

В соответствии с современными требованиями учебный курс по аналитической химии включает лекции и лабораторные занятия. Преподавание дисциплины предполагает формирование у студентов представлений о двух взаимодополняющих подходах к оценке системного и практического подходов в проведении анализа. Аналитическая химия лежит в основе не только химии, но и многих областей знаний, а также практических дисциплин, связанных с биологией, медициной, фармацевцией. Аналитическая химия как наука является методологическим фундаментом медицины и фармации, а также научной основой

диагностики болезней и прогнозирования функциональной активности организма человека. Применение в медицине лекарств невозможно без точного знания их структуры, состава, наличия примесей, степени чистоты. Применение в лабораториях классических методов анализа и современных физико-химических и инструментальных методов требует от выпускников медицинских и биологических подразделений ВУЗ-ов умения проводить анализ, интерпретировать полученные результаты, наличия представлений необходимости анализа и его современных методах.

Чтение курса «Аналитическая химия» начинается с введения, затем дается представление о типах реакций, применяемых в аналитической химии, методах анализа, способах очистки, разделения, инструментальных методах анализа. Для лучшего усвоения материала лекция сопровождается показом демонстрационного материала (таблицы, рисунки, графики, схемы), а также показом коротких видеороликов.

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

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

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

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

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