

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ
Директор института ХТИ
В.И. Павленко
« 17 » мая 2018 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

«Аналитическая химия»

направление подготовки:

18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики»

Направленность программы (профиль, специализация):

**Ядерная и радиационная безопасность на объектах
использования ядерной энергетики**

Квалификация (степень)

Инженер

Форма обучения

очная

Институт: Химико-технологический институт

Кафедра: Теоретической и прикладной химии

Белгород – 2018


Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики» (уровень специалитета) утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «17» октября 2016 г. №1291;
- Плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова по направлению подготовки (специальности) 18.05.02 «Химическая технология материалов современной энергетики», профиль (специализация) 18.05.02-06 Ядерная и радиационная безопасность на объектах использования ядерной энергетики. введенного в действие в 2018 году.

Составитель: к.т.н., доцент  В.А. Полуэктова

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой


«Теоретическая и прикладная химия»

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор  В.И. Павленко

« 14 » мая 2018 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » мая 2018 г., протокол № 11

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор  В.И. Павленко

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » мая 2018 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доцент  Л.А. Порожнюк

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции			Требования к результатам обучения
№	Код компетенции	Компетенция	
Общепрофессиональные			
2	ОПК-1	Способность использовать математические, естественнонаучные и инженерные знания для решения задач своей профессиональной деятельности.	<p>В результате освоения дисциплины обучающийся должен</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none">- основные понятия, законы, природу и сущность явлений и процессов, лежащих в основе химических методов анализа; основные положения, лежащие в основе выбора метода анализа и схемы анализа. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">- выполнять основные химические операции; выбирать метод анализа для заданной аналитической задачи и оценивать возможность каждого метода анализа; работать на аналитических установках и приборах; выполнять количественный анализ химическими методами; рассчитывать концентрации растворов различных соединений, строить кривые титрования; интерпретировать результаты анализа. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none">- методиками проведения исследований с помощью химических методов, методами обработки результатов, приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных фондов и Интернет-

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Математика
2	Физика
3	Органическая химия
4	Общая и неорганическая химия

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины (модуля)
1	Физико-химические методы анализа
2	Общая химическая технология
3	Физическая и коллоидная химия
4	Методы аналитического контроля в производстве материалов современной энергетики
5	Основы научных исследований

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3	Семестр № 4
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	90	90
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	68	34	34
лекции	34	17	17
лабораторные	34	17	17
практические	0	0	0
Самостоятельная работа студентов, в том числе:	112	56	56
Курсовой проект	-	-	-
Курсовая работа	-	-	-
Расчетно-графич. задание	-	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-	-
<i>Другие виды самостоятельной работы</i>	76	56	20
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	36	3	36 (Экзамен)

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 2 Семестр 3

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час.			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Введение в аналитическую химию.					
	Предмет аналитической химии. Классификация методов анализа. Качественный анализ. Методы количественного анализа. Равновесие в гомогенных системах: закон действующих масс, границы применимости. Константа равновесия. Теория сильных электролитов: ионная сила, активность, коэффициент активности, формула Дебая-Хюккеля.	6	-	1	18
2. Основы титриметрии.					
	Основы титриметрии. Способы выражения концентрации раствора: молярная, нормальная, титр, титр по определяемому веществу, поправочный коэффициент	5	-	6	19
3. Кислотно-основное титрование (метод нейтрализации).					
	Сущность метода нейтрализации. Кривые титрования. Выбор формул для расчет рН. Кислотно-основные индикаторы, выбор индикатора.	6		10	19
ИТОГО:		17	-	17	56

Курс 2 Семестр 4

Наименование раздела
(краткое содержание)

Объем на тематический раздел по видам
учебной нагрузки, час.

		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
3. Окислительно-восстановительное титрование (метод редоксиметрии).					
	Классификация методов редоксиметрии. Сущность перманганатометрии, иодометрии, хроматометрии. Кривые титрования, редокс индикаторы.	6	-	5	6
4. Комплексонометрия.					
	Основы комплексонометрия. Комплексоны. Способы титрования в комплексонометрии. Металлоиндикаторы.	6	-	3	7
5. Основы гравиметрического анализа.					
	Теоретические основы осаждения. Основы гравиметрического анализа	5	-	9	7
ИТОГО:		17	-	17	20

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий (учебным планом не предусмотрены)

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов
семестр №3			
1	Введение в аналитическую химию.	Вводное занятие	1
2	Основы титриметрии.	Приготовление титрованного раствора щелочи и установка его титра	6
3	Кислотно-основное титрование (метод нейтрализации)	Определение щелочи и соды при совместном присутствии (титрование с двумя индикаторами)	4
		Определение содержания аммиака в солях аммония способом обратного титрования	6
ИТОГО:			17
семестр №4			
4	Окислительно-восстановительное титрование (метод редоксиметрии).	Иодометрическое определение Fe ₂ O ₃ в силикатных материалах	5

5	Комплексонометрия.	Определение ионов кальция и магния методом комплексонометрии	3
6	Основы гравиметрического анализа.	Гравиметрическое определение сульфат-ионов	9
ИТОГО:			17
ИТОГО			34

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1. Перечень типовых вопросов (типовых заданий)

Задания для проведения текущего контроля

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	2	3
3 семестр		
1	Введение в аналитическую химию.	1. Общая характеристика и классификация методов количественного анализа, его значение. 6. Закон действующих масс в аналитической химии, границы применимости. 7. Константа равновесия в кажущейся и термодинамической формах. 8. Константа диссоциации как частный случай константы равновесия (на конкретных примерах с использованием справочных данных).
2	Основы титриметрии.	9. Основы теории сильных электролитов. 10. Активность и коэффициент активности, ионная сила раствора: вычисление, связь с коэффициентом активности (формула Дебая - Хюккеля). 11. Сущность титриметрического анализа. 12. Требования к реакциям, применяемым в титриметрии, их типы. 13. Молярная масса эквивалента вещества: понятие и вычисление. Зависимость величины эквивалента от характера реакции, в которую вступает вещество. 14. Закон эквивалентов и правило пропорциональности. 15. Точка эквивалентности и конечная точка титрования, методы установления. 16. Способы выражения концентрации растворов: молярность, нормальность, титр стандартного раствора, титр по определяемому веществу; их вычисление. 17. Точность определений в объемном анализе. Роль поправочного коэффициента в расчетах. Стандартные растворы. 18. Способы титрования: их сущность, примеры. 19. Приготовление титрованного раствора щелочи по точной навеске и установка его титра методом

		<p>пипетирования и методом отдельных навесок.</p> <p>20. Расчеты в титриметрическом анализе: расчет навески, содержания определяемого вещества в зависимости от способа титрования.</p>
3	Кислотно-основное титрование (метод нейтрализации).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Общая характеристика метода нейтрализации, рабочие растворы и определяемые вещества. 2. Кислотно-основные индикаторы. Строение метилоранжа и фенолфталеина, причины изменения их окраски. 3. Основные характеристики кислотно-основных индикаторов: интервал перехода и показатель титрования, связь с константой диссоциации индикатора. 4. Механизм действия кислотно-основных индикаторов. Ионно-хромофорная теория индикаторов. 5. Выбор индикаторов по ΔpH, pT и кривой титрования с использованием справочных таблиц. 6. Ионное произведение воды. Понятия pH, pOH, pK. 7. Буферные растворы и их роль в анализе. Механизм действия, буферная емкость, примеры буферных растворов. 8. Общая характеристика кривых кислотно-основного титрования. 9. Построение и анализ кривых титрования с выбором индикаторов: <ol style="list-style-type: none"> а) сильной кислоты сильным основанием; б) сильного основания сильной кислотой; в) слабой кислоты сильным основанием; г) слабого основания сильной кислотой. 10. Индикаторные ошибки в кислотно-основном титровании, их типы. 11. Вычисление pH водных растворов слабых кислот, вывод формулы. 12. Вычисление pH водных растворов слабых оснований, вывод формулы. 13. Вычисление pH кислотного буферного раствора, вывод формулы. 14. Вычисление pH основного буферного раствора, вывод формулы. 15. Вычисление pH солей, гидролизующихся по аниону; вывод формулы. 16. Вычисление pH солей, гидролизующихся по катиону; вывод формулы.
4 семестр		
4	Окислительно-восстановительное титрование (метод редоксиметрии).	<ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация методов редоксиметрии, их краткая характеристика. 2. Основы окислительно-восстановительного взаимодействия. Электронно-ионный метод подбора коэффициентов в окислительно-восстановительных реакциях (на примерах). 3. Окислительно-восстановительный потенциал, его вычисление. Уравнение Нернста. Нормальный редокс-

		<p>потенциал.</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Кривые титрования в перманганатометрии, расчет редокс-потенциала в различные моменты титрования. 5. Способы фиксирования точки эквивалентности в окислительно-восстановительных методах. 6. Редокс-индикаторы: характеристика, механизм действия, примеры. Интервал перехода редокс-индикаторов. 7. Основы перманганатометрии: характеристика метода, рабочие растворы и определяемые вещества, условия проведения анализа. 8. Основы иодометрии: характеристика, рабочие растворы и определяемые вещества, условия проведения. 9. Определение молярной массы эквивалентов окислителей (KMnO_4 в разной среде, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, KBrO_3, I_2) и восстановителей ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; KI; FeSO_4; $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). 10. Автокаталитические реакции в перманганатометрии (на примере взаимодействия с оксалат-ионами). 11. Приготовление, стандартизация и условия хранения перманганата калия. 12. Достоинства и недостатки перманганатометрии. 13. Приготовление и стандартизация рабочих растворов в иодометрии, химизм, условия их хранения. 14. Достоинства и недостатки иодометрии. 15. Использование косвенного и обратного способа титрования на примерах: а) в перманганатометрии; б) иодометрии
5	Комплексонометрия.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сущность метода комплексонометрии. Типы комплексонов и их строение. 2. Внутрикомплексные соединения и их строение. Понятие об ионнокоординационной связи. 3. Определение общей жесткости воды комплексонометрическим методом. Химизм комплексонометрического титрования. 4. Приготовление и стандартизация раствора комплексона III (трилона Б). Роль среды в комплексонометрических определениях. 5. Металлоиндикаторы. Эриохром черный Т, его строение и механизм действия. 6. Диссоциация комплексных соединений. Константа нестойкости и константа устойчивости.

6	Основы гравиметрического анализа.	<p>7. Общая характеристика гравиметрического анализа. Основные операции весовых определений (на конкретном примере).</p> <p>8. Расчет навески анализируемого вещества.</p> <p>9. Выбор осадителя, расчет его объема для оптимального осаждения.</p> <p>10. Оптимальные условия осаждения кристаллических и аморфных осадков.</p> <p>11. Осаждаемая и весовая формы, их получение и требования, предъявляемые к ним.</p> <p>12. Фильтрация и промывание осадков. Выбор промывной жидкости и фильтров. Декантация.</p> <p>13. Применение з.д.м. к системе "осадок - раствор". Произведение растворимости (ПР) и произведение активности (ПА).</p> <p>14. Вычисление растворимости по ПР (и наоборот) различных типов малорастворимых соединений.</p> <p>15. Действие разноименных ионов на растворимость. Солевой эффект (с выводом)</p> <p>16. Вычисление результатов весовых определений. Фактор пересчета в гравиметрии, его вычисление.</p> <p>17. Условие образования осадка (на примере). Насыщенные, ненасыщенные и пересыщенные растворы</p> <p>18. Главнейшие источники ошибок в гравиметрии и возможные меры их устранения. Адсорбция и окклюзия, изоморфное осаждение и образование химических соединений.</p>
---	-----------------------------------	---

Вопросы для проведения промежуточной аттестации

3 семестр, зачет

Теоретические вопросы

1. Предмет и задачи аналитической химии. Химический анализ и его значение.
2. Общая характеристика и классификация методов анализа.
3. Основные этапы анализа. Аналитический сигнал.
4. Закон действующих масс в аналитической химии, границы применимости.
5. Константа равновесия в кажущейся и термодинамической формах.
6. Константа диссоциации как частный случай константы равновесия (на конкретных примерах с использованием справочных данных).
7. Активность и коэффициент активности, ионная сила раствора: вычисление, связь с коэффициентом активности (формула Дебая - Хюккеля).
8. Сущность титриметрического анализа.
9. Требования к реакциям, применяемым в титриметрии, их типы.
10. Молярная масса эквивалента вещества: понятие и вычисление. Зависимость величины эквивалента от характера реакции, в которую вступает вещество.
11. Закон эквивалентов и правило пропорциональности.
12. Точка эквивалентности и конечная точка титрования, методы установления.
13. Способы выражения концентрации растворов: молярность, нормальность, титр стандартного раствора, титр по определяемому веществу; их вычисление.
14. Точность определений в объемном анализе. Роль поправочного коэффициента в расчетах. Стандартные растворы.
15. Способы титрования: их сущность, примеры.
16. Приготовление титрованного раствора щелочи по точной навеске и установка его титра методом пипетирования и методом отдельных навесок.
17. Расчеты в титриметрическом анализе: расчет навески, содержания определяемого вещества в зависимости от способа титрования.
18. Общая характеристика метода нейтрализации, рабочие растворы и определяемые вещества.
19. Кисотно-основные индикаторы, причины изменения их окраски.
20. Основные характеристики кислотно-основных индикаторов: интервал перехода и показатель титрования, связь с константой диссоциации индикатора.
21. Механизм действия кислотно-основных индикаторов. Ионно-хромовая теория

индикаторов.

22. Выбор индикаторов по ΔpH , pT и кривой титрования с использованием справочных таблиц.
23. Ионное произведение воды. Понятия pH , pOH , pK .
24. Буферные растворы и их роль в анализе. Механизм действия, буферная емкость, примеры буферных растворов.
25. Общая характеристика кривых кислотно-основного титрования.
26. Построение и анализ кривой титрования слабой кислоты сильным основанием с выбором индикатора.
27. Построение и анализ кривой титрования слабого основания сильной кислотой с выбором индикатора.
28. Индикаторные ошибки в кислотно-основном титровании, их типы.
29. Вычисление pH водных растворов слабых кислот, вывод формулы.
30. Вычисление pH водных растворов слабых оснований, вывод формулы.
31. Вычисление pH кислотного буферного раствора, вывод формулы.
32. Вычисление pH основного буферного раствора, вывод формулы.
33. Вычисление pH солей, гидролизующихся по аниону; вывод формулы.
34. Вычисление pH солей, гидролизующихся по катиону; вывод формулы.

Практические вопросы

1. Навеска мрамора 0,5668 г растворена в 30,00 мл HCl ($T = 0,02871$). На титрование избытка HCl израсходовано 14,10 мл 0,8818 н $NaOH$. Определить массовое содержание примесей в образце (в %).
2. Навеску 0,5500 г $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$ растворили в 500 мл, затем отобрали 50 мл добавили 20,00 мл раствора KOH , а избыток последнего оттитровали 15,14 мл 0,1 н раствора HCl . Найти титр KOH .
3. К 25,00 мл раствора KOH неизвестной концентрации прибавлено 50,00 мл раствора H_2SO_4 ($K=0,9500$, 0,1 н). На титрование избытка кислоты израсходовано 28,90 мл раствора $NaOH$ ($K = 0,8570$, 0,1 н). Какова нормальность раствора KOH ?
4. К 20,00 мл раствора HCl неизвестной концентрации прилито 25,00 мл раствора KOH ($K=0,8000$, 0,1 н). Для обратного титрования избытка щелочи пришлось израсходовать 1,55 мл раствора H_2SO_4 ($A=1,200$, 0,1 н). Определить $A(HCl)$ к 0,1 н.
5. Навеску 1,5 г технического $(NH_4)_2SO_4$ растворили в мерной колбе вместимостью 250 мл; 25,00 мл этого раствора прокипятили с концентрированной щелочью. Выделившейся при этом аммиак поглощен 40,00 мл 0,1040 н. раствора серной кислоты, а на обратное титрование израсходовано 25,00 мл 0,0970 М раствора $NaOH$. Вычислить массовую долю аммиака в навеске $(NH_4)_2SO_4$.
6. На титрование 10 мл 0,1 н. раствора щавелевой кислоты пошло 9,80 мл раствора $KMnO_4$. Вычислите нормальность и титр раствора $KMnO_4$.
7. Для 0,1005 н. раствора $KMnO_4$ используемого для титрования в кислой среде, найти: а) молярную концентрацию; б) титр по железу.
8. На титрование раствора щавелевой кислоты израсходовано 20,15 мл раствора перманганата калия с титром по щавелевой кислоте, равным 0,003320 г/мл. Рассчитайте массу щавелевой кислоты.
9. Навеску известняка массой 0,2041 г растворили в соляной кислоте и осадили кальций, израсходовав 50 мл 0,1 н. раствора щавелевой кислоты. Осадок оксалата кальция отфильтровали. На титрование фильтрата израсходовали 26,50 мл 0,05 н. раствора $KMnO_4$. Рассчитайте массовую долю кальция в анализируемом известняке.
10. Определить титр раствора йода, если 20 мл его оттитрованы 21,55 мл раствора тиосульфата натрия с концентрацией 0,1 моль-экв/л.

4 семестр, экзамен

Теоретические вопросы

1. Предмет и задачи аналитической химии. Химический анализ и его значение.

2. Общая характеристика и классификация методов анализа.
3. Основные этапы анализа. Аналитический сигнал.
4. Закон действующих масс в аналитической химии, границы применимости.
5. Константа равновесия в кажущейся и термодинамической формах.
6. Константа диссоциации как частный случай константы равновесия (на конкретных примерах с использованием справочных данных).
7. Активность и коэффициент активности, ионная сила раствора: вычисление, связь с коэффициентом активности (формула Дебая - Хюккеля).
8. Сущность титриметрического анализа.
9. Требования к реакциям, применяемым в титриметрии, их типы.
10. Молярная масса эквивалента вещества: понятие и вычисление. Зависимость величины эквивалента от характера реакции, в которую вступает вещество.
11. Закон эквивалентов и правило пропорциональности.
12. Точка эквивалентности и конечная точка титрования, методы установления.
13. Способы выражения концентрации растворов: молярность, нормальность, титр стандартного раствора, титр по определяемому веществу; их вычисление.
14. Точность определений в объемном анализе. Роль поправочного коэффициента в расчетах. Стандартные растворы.
15. Способы титрования: их сущность, примеры.
16. Приготовление титрованного раствора щелочи по точной навеске и установка его титра методом пипетирования и методом отдельных навесок.
17. Расчеты в титриметрическом анализе: расчет навески, содержания определяемого вещества в зависимости от способа титрования.
18. Общая характеристика метода нейтрализации, рабочие растворы и определяемые вещества.
19. Кислотно-основные индикаторы, причины изменения их окраски.
20. Основные характеристики кислотно-основных индикаторов: интервал перехода и показатель титрования, связь с константой диссоциации индикатора.
21. Механизм действия кислотно-основных индикаторов. Ионно-хромофорная теория индикаторов.
22. Выбор индикаторов по ΔpH , pT и кривой титрования с использованием справочных таблиц.
23. Ионное произведение воды. Понятия pH , pOH , pK .
24. Буферные растворы и их роль в анализе. Механизм действия, буферная емкость, примеры буферных растворов.
25. Общая характеристика кривых кислотно-основного титрования.
26. Построение и анализ кривой титрования слабой кислоты сильным основанием с выбором индикатора.
27. Построение и анализ кривой титрования слабого основания сильной кислотой с выбором индикатора.
28. Индикаторные ошибки в кислотно-основном титровании, их типы.
29. Вычисление pH водных растворов слабых кислот, вывод формулы.
30. Вычисление pH водных растворов слабых оснований, вывод формулы.
31. Вычисление pH кислотного буферного раствора, вывод формулы.
32. Вычисление pH основного буферного раствора, вывод формулы.
33. Вычисление pH солей, гидролизующихся по аниону; вывод формулы.
34. Вычисление pH солей, гидролизующихся по катиону; вывод формулы.
35. Классификация методов редоксиметрии, их краткая характеристика.
36. Окислительно-восстановительный потенциал, его вычисление. Уравнение Нернста. Нормальный редокс-потенциал.
37. Кривые титрования в перманганатометрии, расчет редокс-потенциала в различные моменты титрования.
38. Способы фиксирования точки эквивалентности в окислительно-восстановительных методах.
39. Редокс-индикаторы: характеристика, механизм действия, примеры. Интервал перехода редокс-индикаторов.
40. Основы перманганатометрии: характеристика метода, рабочие растворы и определяемые вещества, условия проведения анализа.

41. Основы иодометрии: характеристика, рабочие растворы и определяемые вещества, условия проведения.
42. Автокаталитические реакции в перманганатометрии (на примере взаимодействия с оксалат-ионами).
43. Использование косвенного и обратного способа титрования в перманганатометрии.
44. Использование косвенного и обратного способа титрования в иодометрии.
45. Сущность метода комплексонометрии. Типы комплексонов и их строение.
46. Определение общей жесткости воды комплексонометрическим методом. Химизм комплексонометрического титрования.
47. Металлоиндикаторы. Эриохром черный Т, его строение и механизм действия.
48. Общая характеристика гравиметрического анализа. Основные операции весовых определений (на конкретном примере).
49. Расчет навески анализируемого вещества.
50. Выбор осадителя, расчет его объема для оптимального осаждения.
51. Оптимальные условия осаждения кристаллических и аморфных осадков.
52. Осаждаемая и весовая формы, их получение и требования, предъявляемые к ним.
53. Фильтрация и промывание осадков. Выбор промывной жидкости и фильтров. Декантация.
54. Применение з.д.м. к системе "осадок - раствор". Произведение растворимости (ПР) и произведение активности (ПА).
55. Вычисление растворимости по ПР (и наоборот) различных типов малорастворимых соединений.
56. Действие разноименных ионов на растворимость. Солевой эффект (с выводом).
57. Вычисление результатов весовых определений. Фактор пересчета в гравиметрии, его вычисление.
58. Условие образования осадка (на примере). Насыщенные, ненасыщенные и пересыщенные растворы

Практические вопросы

1. Навеска мрамора 0,5668 г растворена в 30,00 мл HCl ($T = 0,02871$). На титрование избытка HCl израсходовано 14,10 мл 0,8818 н NaOH. Определить массовое содержание примесей в образце (в %).
2. Навеску 0,5500 г $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ растворили в 500 мл, затем отобрали 50 мл добавили 20,00 мл раствора KOH, а избыток последнего оттитровали 15,14 мл 0,1 н раствора HCl. Найти титр KOH.
3. К 25,00 мл раствора KOH неизвестной концентрации прибавлено 50,00 мл раствора H_2SO_4 ($K = 0,9500$, 0,1 н). На титрование избытка кислоты израсходовано 28,90 мл раствора NaOH ($K = 0,8570$, 0,1 н). Какова нормальность раствора KOH?
4. К 20,00 мл раствора HCl неизвестной концентрации прилито 25,00 мл раствора KOH ($K = 0,8000$, 0,1 н). Для обратного титрования избытка щелочи пришлось израсходовать 1,55 мл раствора H_2SO_4 ($K = 1,200$, 0,1 н). Определить $K(\text{HCl})$ к 0,1 н.
5. Навеску 1,5 г технического $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ растворили в мерной колбе вместимостью 250 мл; 25,00 мл этого раствора прокипятили с концентрированной щелочью. Выделившейся при этом аммиак поглощен 40,00 мл 0,1040 н. раствора серной кислоты, а на обратное титрование израсходовано 25,00 мл 0,0970 М раствора NaOH. Вычислить массовую долю аммиака в навеске $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.
6. На титрование 10 мл 0,1 н. раствора щавелевой кислоты пошло 9,80 мл раствора KMnO_4 . Вычислите нормальность и титр раствора KMnO_4 .
7. Для 0,1005 н. раствора KMnO_4 используемого для титрования в кислой среде, найти: а) молярную концентрацию; б) титр по железу.
8. На титрование раствора щавелевой кислоты израсходовано 20,15 мл раствора перманганата калия с титром по щавелевой кислоте, равным 0,003320 г/мл. Рассчитайте массу щавелевой кислоты.
9. Навеску известняка массой 0,2041 г растворили в соляной кислоте и осадили кальций, израсходовав 50 мл 0,1 н. раствора щавелевой кислоты. Осадок оксалата кальция

отфильтровали. На титрование фильтрата израсходовали 26,50 мл 0,05 н. раствора KMnO_4 . Рассчитайте массовую долю кальция в анализируемом известняке.

10. Определить титр раствора йода, если 20 мл его оттитрованы 21,55 мл раствора тиосульфата натрия с концентрацией 0,1 моль-экв/л.
11. Рассчитайте навеску тиосульфата натрия ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), необходимую для приготовления 250 мл раствора с концентрацией: а) 0,05 моль-экв/л; б) с $Z_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}} = 0,01000$ г/сМ³
12. К подкисленному серной кислотой раствору иодида калия добавили 20,00 мл 0,1085 н. раствора KMnO_4 . На титрование выделившегося йода пошло 23,45 мл раствора тиосульфата натрия. Вычислить молярную концентрацию раствора тиосульфата $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$.
13. Сколько железа содержалось в глине, если на титрование выделившегося после прибавления в холе анализа иодида калия идет 10,00 мл 0,05 моль-экв/л раствора тиосульфата натрия, а для анализа взята навеска массой 0,5000 г?
14. Рассчитайте нормальность тиосульфата натрия, если его титр равен 0,002484 г/мл.
15. Навеска кристаллического йода 1,2287 г, очищенного возгонкой, раствора в колбе вместимостью 250 мл. Рассчитайте нормальную концентрацию раствора и его титр по тиосульфату натрия.
16. Раствор CaCl_2 , рН которого доведен до 12, оттитрован 20,50 см³ 0,045 М раствора ЭДТА в присутствии мурексида. Рассчитать массу кальция в растворе.
17. Чему равно содержание кальция в 500 мл насыщенного раствора, если $\text{PR}_{\text{CaF}_2} = 4,0 \cdot 10^{-11}$?
18. Сколько граммов ЭДТА $\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ потребуется для приготовления 500мл 0,020 М раствора?
19. Рассчитать массовую долю карбонатов кальция и магния в известняке, если навеска его 0,9866 г. В результате анализа получено 0,3755 г CaO и 0,4105 $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$?
20. При гравиметрическом определении свинца из 2,0000 г сплава получено 0,6048 г PbSO_4 . Вычислить массовую долю свинца в сплаве.

5.2. Перечень тем курсовых проектов, курсовых работ, их краткое содержание и объем.

Курсовые проекты и курсовые работы при изучении дисциплины не предусмотрены учебным планом.

5.3. Перечень индивидуальных домашних заданий, расчетно-графических заданий.

Индивидуальные домашние и расчетно-графических заданий не предусмотрены

5.4. Перечень контрольных работ

Контрольные работы не предусмотрены.

6. ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

6.1. Перечень основной литературы

1. Дробницкая, Н. В. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Химические методы анализа: конспект лекций: учебное пособие / Н.В. Дробницкая. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2008. - 166 с.
2. Дробницкая, Н. В. Аналитическая химия (химические методы анализа): учебное пособие

- Белгород: изд-во БГТУ, 2015. -179 с.
3. Полуэктова, В. А. Лабораторный практикум по качественному и количественному анализу : учеб. пособие для студентов направления подготовки бакалавриата 18.03.01 / В. А. Полуэктова, Л. В. Денисова. - Белгород : Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2015. - 263 с.
 4. Дробницкая Н.В., Щеголева Т.Н. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Химические методы анализа (количественный анализ). Тестовые задания для защиты лабораторных работ. Б., БГТУ им. В.Г. Шухова, 2009.
 5. Справочное руководство по аналитической химии и физико-химическим методам анализа: Учеб. пособие / И. В. Тикунова, Н. В. Дробницкая, А. И. Артеменко и др. М.: Высш. Шк., 2009. - 413 с.

6.2. Перечень дополнительной литературы

1. Васильев, В. П. Аналитическая химия. Кн.1. Титриметрические и гравиметрический методы анализа. - М.: Дрофа, 2007.
2. Васильев, В. П. Аналитическая химия. Кн.2. Физико-химические методы анализа. - М.: Дрофа, 2005.
3. Васильев, В.П. Аналитическая химия. Сборник вопросов, упражнений и задач / В. П. Васильев, Л. А. Кочергина, Т. Д. Орлова. - М.: Дрофа, 2003.
4. Poluektova, V. A. Analytical chemistry and physycal-chemical methods of analysis : учебное пособие / Белгород: Изд-во БГТУ, 2010.
5. Слюсарь, А. А Аналитическая химия и физико-химические методы анализа. Ч. 2. Физико-химические методы анализа: Учеб. пособие / О. А. Слюсарь, В. А. Полуэктова - Белгород: БГТУ им. В.Г. Шухова, 2008. - 150 с.
6. Валова (Копылова), В. Д. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: практикум / В. Д. Валова (Копылова), Е. И. Паршина. - М.: Дашков и К, 2015. -199 с. <http://www.iprbookshop.ru/10905>.
7. Трифонова, А. Н. Аналитическая химия: учебное пособие / А. Н. Трифонова, Мельситова И.В. М.: Вышэйшая школа, 2013. - 161 с. <http://www.iprbookshop.ru/24051>.
8. Кукина, О.Б. Аналитическая химия: учебное пособие / О. Б. Кукина, О. В. Слепцова, Е. А. Хорохордина, О. Б. Рудаков В.: Воронежский государственный архитектурностроительный университет, ЭБС АСВ, 2014.- 162 с. <http://www.iprbookshop.ru/30833>.

6.3. Перечень интернет ресурсов

1. Научно-техническая библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова <http://ntb.bstu.ru/>
2. Электронно-библиотечная система IPRbooks <http://www.iprbookshop.ru/>
3. Каталог ссылок на файлы с электронными книгами <http://www.y10k.ru/books/>
4. Российский химико-аналитический портал <http://www.anchem.ru/literature/>
5. Портал Химического факультета МГУ <http://www.chem.msu.su/rus>
6. Электронные химические библиотеки <http://djvu-inf.narod.ru/nclib.htm>
7. Российский научный журнал «Успехи химии» <http://www.uspkhim.ru/>

6.4. Перечень лицензионного программного обеспечения

1. Microsoft Windows 7 and Windows Server 2008 R2 Service Pack, договор № №63-14к от 02.07.2014.
2. Microsoft Office Professional 2013, договор № 31401445414 от 25.09.2014
3. Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows, лицензия № 17E0170707130320867250
4. GoogleChrome Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения.
5. MozillaFirefox Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения.

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Реализация программы учебной дисциплины требует наличия специально оборудованных кабинетов и лабораторий.

Организация лекционных занятий проводится на базе специализированной аудитории 325ЛК, оснащенной компьютеризированным комплексом рабочего места преподавателя, презентационной техникой, имеется комплект электронных презентаций.

Лабораторные занятия ведутся в специализированной учебной лаборатории №413 кафедры теоретической и прикладной химии, оборудованной в соответствии с требованиями, предъявляемыми к учебным химическим лабораториям. В лабораториях имеются необходимые химическая посуда и химреактивы, приборы и оборудование:

- в лаборатории аналитической химии 413 ЛК имеются водяные и песчаные бани, электроплитки; аналитические весы марок ВЛКТ-500, ВЛП-200, ВЛА-200, электронные химико-аналитические весы ВК-600; сушильные шкафы СНОЛ - 2 комплекта; муфельная печь - 2; термокамера ЛУ; центрифуга ЦЛМ; дистиллятор АЭ-15.
- имеется компьютерный класс 327ЛК и соответствующее программное обеспечение для экспресс-контроля теоретических знаний в форме тестирования.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение №1

Методические указания для обучающегося по освоению дисциплины

В настоящее время аналитическая химия пользуется многочисленными и разнообразными методами анализа. После изучения дисциплины студент должен знать природу и сущность явлений, процессов, лежащих в основе химических методов анализа; специфичность аналитического сигнала и особенности его измерения в различных методах анализа; основные положения учета погрешностей на всех стадиях выполнения анализа и расчета результатов анализа с учетом метрологических характеристик; основные положения, лежащие в основе выбора метода анализа и схемы анализа.

После изучения дисциплины студент должен уметь выполнять основные химические операции; выбирать метод анализа для заданной аналитической задачи и оценивать возможность каждого метода анализа; использовать основные химические законы и количественные соотношения химии для решения профессиональных задач; использовать средства современной вычислительной техники при изучении теоретических основ и проведении лабораторного эксперимента; выполнять количественный анализ химическими методами; строить кривые титрования; проводить статистическую обработку результатов аналитических определений; интерпретировать результаты анализа.

После изучения дисциплины студент должен владеть методами проведения химического анализа и метрологической оценки его результатов; методиками анализа, научиться проводить анализ и обработку полученных экспериментальных данных, оценивать погрешности эксперимента и творчески применять полученные в вузе теоретические знания и практические навыки при изучении специальных дисциплин, а также в народном хозяйстве для контроля качества сырья и готовой продукции; приемами поиска необходимых данных с использованием библиотечных фондов и Интернет-ресурсов.

Исходный этап изучения курса «Аналитическая химия» предполагает ознакомление с *Рабочей программой*, характеризующей границы и содержание учебного материала, который подлежит освоению.

Формы контроля знаний студентов предполагают текущий и промежуточный контроль. Текущий контроль знаний проводится в форме систематических опросов, периодического тестирования, решений задач. К выполнению лабораторных работ допускаются после получения допуска к работе. К защите каждой работы студент решает задачи по соответствующей теме и изучает теоретический материал. Защита проходит в форме устной беседы. Формой промежуточного контроля 3 семестра является зачет, 4 семестра - экзамен.

3 семестр

Введение в аналитическую химию. Первый раздел, посвящен предмету аналитической химии, рассмотрению классификации методов анализа качественного и количественного анализа. Задачей этого раздела является формирование у учащихся знаний о существующих методах анализа, основных этапы анализа, выборе метода анализа. Изучение данного раздела необходимо для успешного освоения всех последующих модулей. В лекционном материале рассмотрены основные химические законы и понятия необходимые для понимания сущности химических методов анализа.

Основы титриметрии Студенты должны знать отличие титриметрии от гравиметрии, классификацию и сущность титриметрических методов анализа, уяснить технику использования титриметрических методов анализа и способы титрования: прямое, обратное, косвенное. Также в лекционном материале изложены требования к реакциям, используемым в титриметрии, даны понятия точки эквивалентности и конечной точки титрования и многое другое. Освоив материал данного раздела, студенты должны уметь использовать расчетные формулы для расчета навески, концентрации, результатов определения в зависимости от способа титрования, должны научиться проводить расчеты при решении практических задач.

Кислотно-основное титрование (метод нейтрализации). Этот раздел посвящен кислотно-основному титрованию. В лекционном материале даётся общая характеристика метода нейтрализации, используемые рабочие растворы и определяемые вещества. Понятия и расчет

pH, pOH, pK. Буферные растворы и их роль в анализе. Механизм действия, буферная емкость, примеры буферных растворов. Примеры кислотно-основных индикаторов, их основные характеристики и механизм действия, причины изменения их окраски. Общая характеристика кривых кислотно-основного титрования. Построение и анализ кривой титрования слабой кислоты сильным основанием с выбором индикатора. Освоив материал данного раздела, студенты должны понимать сущность и возможности использования в анализе метода нейтрализации, научиться готовить рабочие растворы в алкали- и ацидиметрии, устанавливать их титр различными способами с применением основных кислотно-основных индикаторов.

4 семестр

Окислительно-восстановительное титрование (метод редоксиметрии). При изучении данного раздела рассматривается классификация методов редоксиметрии и их краткая характеристика. Окислительно-восстановительный потенциал, его вычисление, уравнение Нернста, нормальный редокс-потенциал. Кривые титрования и способы фиксирования точки эквивалентности в окислительно-восстановительных методах. Редокс-индикаторы: характеристика, механизм действия, примеры. Интервал перехода редокс-индикаторов. Основы перманганатометрии: характеристика метода, рабочие растворы и определяемые вещества, условия проведения анализа. Автокаталитические реакции в перманганатометрии (на примере взаимодействия с оксалат-ионами). Основы иодометрии: характеристика, рабочие растворы и определяемые вещества, условия проведения.

Освоив материал данного раздела, студенты должны знать классификацию и теоретические основы окислительно-восстановительного титрования, уметь использовать уравнение Нернста для расчета редокс-потенциала любой окислительно-восстановительной системы и научиться проводить расчеты при решении практических задач с использованием окислительно-восстановительных методов, уметь использовать методы редоксиметрии в анализе строительных материалов.

Комплексометрия. При изучении данного раздела объясняется сущность метода комплексометрии, приводятся типы комплексонов и их строение. Рассматривается методика определения общей жесткости воды комплексометрическим методом, химизм комплексометрического титрования, металлоиндикаторы на примере эриохрома черного Т, его строение и механизм действия. Освоив материал данного раздела, студенты должны знать строение важнейших комплексонов, их приготовление и стандартизацию, сущность и химизм комплексометрического титрования, роль среды и фиксирование точки эквивалентности в комплексометрии, строение и механизм действия важнейших металлоиндикаторов.

Основы гравиметрического анализа. В лекционном материале дается общая характеристика гравиметрического анализа. Основные операции весовых определений (на конкретном примере): расчет навески анализируемого вещества, выбор осадителя, расчет его объема для оптимального осаждения. Оптимальные условия осаждения кристаллических и аморфных осадков. Осаждаемая и весовая формы, их получение и требования, предъявляемые к ним. Фильтрование и промывание осадков. Выбор промывной жидкости и фильтров. Декантация. Применение з.д.м. к системе "осадок - раствор". Произведение растворимости (ПР) и произведение активности (ПА). Вычисление растворимости по ПР (и наоборот) различных типов малорастворимых соединений. Действие разноименных ионов на растворимость. Солевой эффект (с выводом). Вычисление результатов весовых определений. Фактор пересчета в гравиметрии, его вычисление. Условие образования осадка (на примере). Насыщенные, ненасыщенные и пересыщенные растворы.

Студенты должны также знать правило произведения растворимости и произведения активностей для гетерогенных систем и научиться использовать это правило в химическом анализе в методах осаждения и гравиметрии, уметь вычислять по величине ПР растворимость малорастворимых соединений, знать и уметь использовать в анализе влияние одно- и разноименных ионов на растворимость различных соединений, понимать основы гравиметрического анализа и его отличие от титриметрии, знать условия получения, фильтрования и промывания осадков разной структуры и использовать теоретические знания для решения практических задач.

УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа без изменений утверждена на 2019/2020 учебный год

Протокол № 15 заседания кафедры от «11» июня 2019 г.

Заведующий кафедрой ТиПХ, д.т.н, профессор *В.И. Павленко* Павленко В.И.

Директор ХТИ *В.И. Павленко* Павленко В.И.

8. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 2020/2021 учебный год без изменений.

Протокол № 9 заседания кафедры ТиПХ от «14» мая 2020 г.

Заведующий кафедрой ТиПХ
д.т.н, профессор



Павленко В.И.

Директор института



Павленко В.И.