

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический универси-  
тет»  
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

УТВЕРЖДАЮ



Заместитель директора по УР  
Н.И. Никифорова  
«14» 04 2021 г.

### ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине (модулю)

Б1.О.20 «Аналитическая химия»

(код и наименование дисциплины (модуля))

18.03.01 Химическая технология

(код и наименование направления подготовки/специальности)

«Химическая технология органических веществ»

«Химическая технология высокомолекулярных соединений»

«Химическая технология природных энергоносителей и углеродных  
материалов»

(наименование профиля/специализации)

бакалавр


квалификация

Форма обучения: очная, очно-заочная, заочная

Нижнекамск, 2021

Составитель ФОС:


Доцент кафедры биотехнологии



И.В. Кожевникова

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры биотехнологии, протокол от 22 марта 2021 г. №7.

Зав. кафедрой биотехнологии



Г.С. Сагдеева

### СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания кафедры НХС, реализующей подготовку основной образовательной программы, от 24.03.21 № 8

Зав. кафедрой НХС



Т.Б. Минигалиев

Ответственный за ООП, разработчик



А.И. Новожилова

**Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием этапов формирования в процессе освоения дисциплины**

Компетенция:

ОПК-5 Способен осуществлять экспериментальные исследования и испытания по заданной методике, проводить наблюдения и измерения с учетом требований техники безопасности, обрабатывать и интерпретировать экспериментальные данные.

Индикаторы достижения компетенции:

**5.1.** Знает теоретические основы и принципы химических и физико-химических методов анализа, методы идентификации математических описаний технологических процессов на основе экспериментальных данных;

**5.2.** Умеет выбирать методику анализа для поставленной задачи и выполнить экспериментально, применять методы вычислительной математики и математической статистики для обработки результатов эксперимента;

**5.3.** Владеет навыками математической статистики, проведения химического анализа и метрологической обработки результатов активных и пассивных экспериментов

<b>Индикаторы достижения компетенции</b>	<b>Этапы формирования в процессе освоения дисциплины</b>				<b>Наименование оценочного средства</b>
	<b>Лекции</b>	<b>Практические занятия, лабораторный практикум</b>	<b>Лабораторные занятия</b>	<b>Курсовой проект (работа)</b>	
ОПК-5.1	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5	Не предусмотрены	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 5	Не предусмотрены	Лабораторная работа. Тест. РГР. Коллоквиум. Контрольная работа. Зачет.
ОПК-5.2	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5	Не предусмотрены	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 5	Не предусмотрены	Лабораторная работа. Тест. РГР. Коллоквиум. Контрольная работа. Зачет.
ОПК-5.	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5	Не предусмотрены	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 5	Не предусмотрены	Лабораторная работа. Тест. РГР. Коллоквиум. Контрольная работа. Зачет.

## *Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)*

### *Очная форма*

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов (базовый уровень)</i>	<i>Max, баллов (повышенный уровень)</i>
<i>Лабораторная работа.</i>	<i>5</i>	<i>5*1,8=9</i>	<i>5*3=15</i>
<i>Тест.</i>	<i>1</i>	<i>6</i>	<i>10</i>
<i>Контрольная работа.</i>	<i>2</i>	<i>2*3=6</i>	<i>2*5=10</i>
<i>Расчетно-графическая работа.</i>	<i>1</i>	<i>6</i>	<i>10</i>
<i>Сдача коллоквиумов</i>	<i>3</i>	<i>3*3=9</i>	<i>3*5=15</i>
<i>Зачет</i>		<i>24</i>	<i>40</i>
<i>Итого</i>		<i>60</i>	<i>100</i>

### *Очно-заочная форма*

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов (базовый уровень)</i>	<i>Max, баллов (повышенный уровень)</i>
<i>Лабораторная работа.</i>	<i>3</i>	<i>3*3=9</i>	<i>3*5=15</i>
<i>Тест.</i>	<i>1</i>	<i>6</i>	<i>10</i>
<i>Контрольная работа.</i>	<i>1</i>	<i>6</i>	<i>10</i>
<i>Расчетно-графическая работа.</i>	<i>1</i>	<i>6</i>	<i>10</i>
<i>Сдача коллоквиумов</i>	<i>3</i>	<i>3*3=9</i>	<i>3*5=15</i>
<i>Зачет</i>		<i>24</i>	<i>40</i>
<i>Итого</i>		<i>60</i>	<i>100</i>

### *Заочная форма*

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов (базовый уровень)</i>	<i>Max, баллов (повышенный уровень)</i>
<i>Лабораторная работа.</i>	<i>3</i>	<i>3*3=9</i>	<i>3*5=15</i>
<i>Тест.</i>	<i>1</i>	<i>6</i>	<i>10</i>
<i>Сдача коллоквиумов</i>	<i>3</i>	<i>3*3=9</i>	<i>3*5=15</i>
<i>Контрольная работа</i>	<i>1</i>	<i>12</i>	<i>20</i>
<i>Зачет</i>		<i>24</i>	<i>40</i>
<i>Итого</i>		<i>60</i>	<i>100</i>

### *Шкала оценивания*

Цифровое выражение	Выражение в баллах:	Словесное выражение	Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля:	
			экзамен / зачет с оценкой	зачет
5	87 - 100	Отлично (зачтено)	Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий	Оценка «зачтено» выставляется студенту, если ответы на вопросы по темам дисциплины последовательны, логически изложены, допускаются незначительные недочеты в ответе студента, такие как отсутствие самостоятельного вывода, речевые ошибки и пр
4	74 - 86	Хорошо (зачтено)	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.	
3	60 - 73	Удовлетворительно (зачтено)	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	
2	Ниже 60	Неудовлетворительно (не зачтено)	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному	Оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент не знает основных понятий темы дисциплины, не отвечает на дополнительные и наводящие вопросы преподавателя.

## Краткая характеристика оценочных средств

по дисциплине Б1.О.20 Аналитическая химия

№п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	2	3	4
1	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.	Комплект заданий для выполнения контрольных работ
2	Расчетно-графическая работа	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для расчета кривой титрования.	Комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы
3	Лабораторная работа	Это вид учебной работы, целью которой является изучение (исследование, измерение) характеристик лабораторного объекта. Цель лабораторных занятий: освоение изучаемой учебной дисциплины; приобретение навыков практического применения знаний учебной дисциплины (дисциплин) с использованием технических средств и (или) оборудования	Темы лабораторных работ, контрольные вопросы по теме лабораторной работы, вопросы к коллоквиуму
4	Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.	Вопросы по разделам дисциплины
5	Итоговый тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Комплект заданий для выполнения итогового теста

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

*Факультет- технологический*  
*Кафедра - Биотехнологии*

Учебным планом по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» для обучающихся предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Аналитическая химия».

Лабораторные занятия по дисциплине проводятся в специально оборудованных лабораториях с применением необходимых средств обучения: лабораторного оборудования, образцов для исследований, методических пособий. Цель проведения лабораторных работ - практическое освоение теоретических положений лекционного материала, а также выработка студентами определенных умений и навыков самостоятельного экспериментирования.

**Лабораторная работа №1. Установка титра соляной кислоты методом пипетирования**

1. Какая реакция является основной в методе нейтрализации?
2. Что такое рабочий (стандартный, титрованный) раствор? Какие концентрации рабочих растворов обычно используют в методе нейтрализации?
3. Дайте определение понятий: молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента, титр, титр по определяемому веществу.
4. Какое практическое значение имеют кривые титрования? Что такое скачок титрования, когда он начинается и заканчивается? От чего зависит величина скачка титрования?

**Лабораторная работа №2. Определение массовой концентрации NaOH и Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> при их совместном присутствии**

1. Перечислите способы определения точки эквивалентности. Ответьте, в какой области pH лежит точка эквивалентности при титровании раствора: а) сильной кислоты сильным основанием; б) слабой кислоты сильным основанием; в) слабого основания сильной кислотой?
2. Какие вещества называются кислотно-основными индикаторами? Какие соединения используются в качестве кислотно-основных индикаторов?
3. Что называется интервалом перехода окраски индикатора? Что такое показатель титрования индикатора? Сформулируйте правило выбора индикатора.
4. Какие вещества и как можно определить методом нейтрализации с помощью индикаторов метиловый оранжевый и фенолфталеин?

**Лабораторная работа №3. Стандартизация раствора перманганата калия**

1. Окислительно-восстановительные реакции (редокс процессы). Примеры окислительно-восстановительных реакций, используемых в аналитической химии.
2. Влияние различных факторов на величину редокс потенциала, на скорость и направление окислительно-восстановительных реакций. Уравнение Нернста.
3. Равновесие в редокс процессах. Константа равновесия редокс реакций – количественная характеристика направления и полноты протекания процесса. Связь между константой равновесия и ЭДС редокс реакций.
4. Сущность редокс методов и их классификация. Понятие об оксидиметрии и редуктометрии.
5. Кривые титрования в окислительно-восстановительных методах. Критерии воз-

возможности использования редокс методов.

6. Методы установления Т.Э. в редокс методах. Редокс индикаторы. Специфические индикаторы. Безиндикаторное титрование при наличии окраски одного из компонентов редокс реакции.

7. Перманганатометрия. Стандартизация раствора перманганата калия. Уравнения реакций. Преимущества и недостатки метода. Применение метода.

#### **Лабораторная работа №4. Определение массовой концентрации магния**

1. Аминополикарбоновые кислоты как титранты комплексометрического титрования.

2. Механизм комплексообразования с участием комплексона III.

3. Условия комплексометрического титрования. Кривые комплексометрического титрования.

#### **Лабораторная работа №5. Определение общей жесткости воды**

1. Способы фиксации Т.Э. в комплексометрическом титровании.

2. Определение  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  при их совместном присутствии.

3. Жесткость воды. Виды и способы определения.

Материалы лабораторных работ приведены в методическом указании, разработанном на кафедре биотехнологии:

Кожевникова И.В., Ахметова Т.И. «Аналитическая химия. Количественный анализ»: Нижнекамск - НХТИ, 2017. 42 с.

### **Критерии оценки лабораторных работ**

Студенты очного отделения выполняют 5 лабораторных работ. При подготовке к лабораторной работе по дисциплине «Аналитическая химия» в 3 семестре студент должен выполнить следующие виды работ:

<b>Виды работ</b>	<b>Минимальный балл</b>	<b>Максимальный балл</b>
Самостоятельная проработка теоретического материала к лабораторной работе	0,3	0,5
Ознакомление с установкой, прибором, методикой выполнения лабораторной работы	0,3	0,5
Выполнение необходимого эксперимента	0,4	0,67
Обработка результатов исследования, построение графиков	0,4	0,67
Анализ результатов исследования и вывод по работе	0,4	0,67
<b>ИТОГО:</b>	<b>1,8</b>	<b>3</b>

Таким образом, каждая лабораторная работа оценивается минимум в 1,8 баллов, максимум в 3 балла. После выполнения всех работ рассчитывается итоговый балл по данному оценочному средству, как сумма баллов по всем лабораторным работам.



**Студенты очно-заочного и заочного отделения** выполняют 3 лабораторных работы. При подготовке к лабораторной работе по дисциплине «Аналитическая химия» в 3 семестре студент должен выполнить следующие виды работ:

<b>Виды работ</b>	<b>Минимальный балл</b>	<b>Максимальный балл</b>
Самостоятельная проработка теоретического материала к лабораторной работе	0,6	1
Ознакомление с установкой, прибором, методикой выполнения лабораторной работы	0,6	1
Выполнение необходимого эксперимента	0,6	1
Обработка результатов исследования, построение графиков	0,6	1
Анализ результатов исследования и вывод по работе	0,6	1
<b>ИТОГО:</b>	<b>3</b>	<b>5</b>

Таким образом, каждая лабораторная работа оценивается минимум в 3 балла, максимум в 5 баллов. После выполнения всех работ рассчитывается итоговый балл по данному оценочному средству, как сумма баллов по всем лабораторным работам.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
*Факультет- технологический*  
*Кафедра - Химии*  
Направление 18.03.01 «Химическая технология»  
Профиль/программа:  
«Химическая технология органических веществ»  
«Химическая технология высокомолекулярных соединений»  
«Химическая технология переработки полимеров и эластомеров»  
«Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»  
Семестр 3

**Список вопросов к дифференцированному зачету  
по дисциплине Б1.О.20 Аналитическая химия**

**1 вопрос**

1. Предмет и задачи аналитической химии. Качественный и количественный анализ. Классификация методов аналитической химии. Роль аналитической химии в решении различных народнохозяйственных задач.
2. Закон действующих масс. Константа химического равновесия и ее физический смысл. Применение закона действующих масс в аналитической химии.
3. Слабые электролиты и их классификация. Степень и константа диссоциации слабых электролитов. Закон разбавления Оствальда. Автопротолиз воды. pH и pOH.
4. Сильные электролиты, их классификация. Активность, коэффициент активности и ионная сила раствора. Расчет pH растворов кислот и оснований.
5. Буферные растворы, их классификация. Основные свойства буферных растворов. Буферная емкость. Расчет pH буферных растворов. Применение буферных растворов в химическом анализе.
6. Равновесие в растворах гидролизующихся солей. Типы гидролиза. Методы подавления и усиления гидролиза. Степень и константа гидролиза. Расчет pH растворов солей.
7. Сущность и классификация титриметрических методов анализа. Требования к реакциям, используемым в титриметрии. Методы титрования: прямое, обратное и по замещению. Примеры.
8. Вычисления массы определяемого вещества в титриметрическом анализе (по молярной концентрации эквивалента и титру стандартного раствора). Принцип эквивалентности в титриметрии. Молярная масса эквивалента вещества в обменных и редокс реакциях.
9. Концентрации растворов и способы их выражения: процентная (массовая доля), массовая (титр), молярная, молярная концентрация эквивалента (нормальная). Взаимосвязь между способами выражения концентраций в титриметрии.
10. Сущность процесса кислотно-основного титрования. Графическое представление процесса титрования (кривые титрования). Точка эквивалентности и конечная точка титрования. Скачок титрования вблизи Т.Э., правило выбора индикатора.
11. Кривые титрования растворов сильных однопротонных кислот, типа хлороводородной, растворами сильных оснований, и наоборот. Скачок титрования и его характеристика. Выбор индикатора по скачку титрования. Критерий возможности титрования сильных кислот сильным основанием, и наоборот.
12. Кривые титрования растворов слабых однопротонных кислот, типа уксусной, растворами сильных оснований. Скачок титрования и его характеристика. Выбор индикатора.

тора по скачку титрования. Критерий возможности титрования слабых кислот сильным основанием.

13. Кривые титрования растворов слабых оснований, типа гидроксида аммония, растворами сильных кислот. Скачок титрования и его характеристика. Выбор индикатора по скачку титрования. Критерий возможности титрования слабых оснований сильной кислотой.

14. Индикаторы кислотно-основного титрования – рН индикаторы. Ионно-хромовая теория кислотно-основных индикаторов. Интервал перехода окраски индикатора и показатель титрования (рТ) как середина этого интервала. Индикаторная ошибка титрования.

15. Окислительно-восстановительные реакции (редокс процессы). Типы редокс реакций. Примеры окислительно-восстановительных реакций, используемых в аналитической химии.

16. Влияние различных факторов на величину редокс потенциала, на скорость и направление окислительно-восстановительных реакций. Уравнение Нернста-Петерса.

17. Сущность редокс методов и их классификация. Понятие об оксидиметрии и редуктометрии. Выбор объектов определения на основе реальных редокс потенциалов.

18. Кривые титрования в окислительно-восстановительных методах и выводы из них. Критерии возможности использования редокс методов.

19. Методы установления Т.Э. в редокс методах. Редокс индикаторы. Специфические индикаторы. Безиндикаторное титрование при наличии окраски одного из компонентов редокс реакции.

20. Перманганатометрия. Стандартизация раствора перманганата калия. Преимущества и недостатки метода. Применение метода.

21. Иодометрия. Стандартизация раствора тиосульфата натрия. Преимущества и недостатки метода. Применение метода.

22. Комплексные соединения в аналитической химии. Типы комплексных соединений. Аминопикариновые кислоты как титранты.

23. Комплексонометрическое титрование. Механизм комплексообразования с участием комплекса III (трилон Б) Кривые комплексонометрического титрования, индикаторы и механизм их действия.

## 2 вопрос

1. Определить  $\omega(\text{Fe})$  в железной проволоке, если после растворения 0,1400 г ее в серной кислоте на титрование ушло 24,85 см<sup>3</sup> раствора перманганата калия с  $T = 0,003161$  г/см<sup>3</sup>.

2. Какова молярная концентрация эквивалента раствора гидроксида калия, если на титрование 20,00 см<sup>3</sup> этого раствора потребовалось 20,00 см<sup>3</sup> раствора HCl с  $T(\text{HCl}/\text{NaOH}) = 0,003874$  г/см<sup>3</sup>.

3. На титрование хлорида калия расходуется 24,20 см<sup>3</sup> раствора AgNO<sub>3</sub> с  $T = 0,124300$  г/см<sup>3</sup>. Сколько граммов KCl содержится в образце и какова молярная концентрация эквивалента этого раствора?

4. Из 1,4505 г NaCl марки х.ч. приготовлен раствор в мерной колбе емкостью 500,00 см<sup>3</sup>. На титрование 25,00 см<sup>3</sup> этого раствора расходуется 24,80 см<sup>3</sup> раствора AgNO<sub>3</sub>. Вычислите молярную концентрацию эквивалента и титр раствора AgNO<sub>3</sub>.

5. Для нейтрализации раствора, содержащего 0,5000 г технической соды потребовалось 10,04 см<sup>3</sup> раствора соляной кислоты с  $T = 0,003646$  г/см<sup>3</sup>. Сколько процентов Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> содержится в образце?

6. Определить  $\omega(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$  в образце, если его навеска 3,3900 г растворена в воде и объем раствора доведен до 500,00 см<sup>3</sup>. На титрование 25,00 см<sup>3</sup> раствора расходуется 23,52 см<sup>3</sup> раствора KMnO<sub>4</sub> с молярной концентрацией эквивалента 0,1124 моль/дм<sup>3</sup>.

7. В мерной колбе емкостью 200,00 см<sup>3</sup> приготовлен раствор из навески 1,2640 г Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>. Определить количество в см<sup>3</sup> раствора KMnO<sub>4</sub>, израсходованного на титрование 20,00 см<sup>3</sup> раствора Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, если молярная концентрация эквивалента KMnO<sub>4</sub> составляет 0,0417 моль/дм<sup>3</sup>.

8. На титрование 20,00 см<sup>3</sup> раствора гидроксида натрия с T(NaOH/ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) = 0,004904 г/см<sup>3</sup> расходуется 20,00 см<sup>3</sup> раствора соляной кислоты. Вычислите молярную концентрацию эквивалента раствора HCl.

9. К 100 см<sup>3</sup> раствора HCOOH с молярной концентрацией 0,2 моль/дм<sup>3</sup> прибавили 100 см<sup>3</sup> раствора гидроксида калия с молярной концентрацией 0,2 моль/дм<sup>3</sup>. Вычислить pH полученного раствора.

10. В мерной колбе на 500,00 см<sup>3</sup> растворено неизвестное количество NaOH. На титрование 25,00 см<sup>3</sup> этого раствора израсходовано 22,50 см<sup>3</sup> раствора соляной кислоты с T = 0,003646 г/см<sup>3</sup>. Вычислить массу гидроксида натрия, содержащегося в мерной колбе.

11. Напишите химические реакции, вычислите титр и молярную концентрацию эквивалента раствора серной кислоты, если на титрование 19,20 см<sup>3</sup> раствора H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> израсходовано 20,00 см<sup>3</sup> раствора Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>·10H<sub>2</sub>O с молярной концентрацией эквивалента 0,1000 моль/дм<sup>3</sup>.

12. Сколько граммов карбоната натрия надо взять для приготовления 200,00 см<sup>3</sup> раствора с молярной концентрацией эквивалента 0,1000 моль/дм<sup>3</sup>? Определите pH этого раствора.

13. Чему равна молярная концентрация и титр раствора HCl, если в 1,00 дм<sup>3</sup> содержится 5,8500 г этой кислоты? Определите pH этого раствора.

14. На титрование раствора, полученного растворением 3,1580 г KOH, расходуется 24,45 см<sup>3</sup> раствора HCl с молярной концентрацией эквивалента 1,9655 моль/дм<sup>3</sup>. Вычислите массовую долю KOH в образце.

15. К 25,00 см<sup>3</sup> раствора уксусной кислоты с молярной концентрацией эквивалента 0,2000 моль/дм<sup>3</sup> прибавлено 24,00 см<sup>3</sup> раствора KOH с молярной концентрацией эквивалента 0,2 моль/дм<sup>3</sup>. Определите pH полученного раствора.

16. К 25,00 см<sup>3</sup> раствора уксусной кислоты с молярной концентрацией эквивалента 0,2000 моль/дм<sup>3</sup> прибавлено 24,00 см<sup>3</sup> раствора KOH с молярной концентрацией эквивалента 0,2000 моль/дм<sup>3</sup>. Определите pH полученного раствора.

17. К 50 см<sup>3</sup> раствора HCOOH с молярной концентрацией 0,2 моль/дм<sup>3</sup> прибавили 100 см<sup>3</sup> раствора гидроксида калия с молярной концентрацией 0,2 моль/дм<sup>3</sup>. Вычислить pH полученного раствора.

18. Определить ω(H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O) в образце, если его навеска 3,3900 г растворена в воде и объем раствора доведен до 500,00 см<sup>3</sup>. На титрование 25,00 см<sup>3</sup> раствора расходуется 23,52 см<sup>3</sup> раствора KMnO<sub>4</sub> с молярной концентрацией эквивалента 0,1124 моль/дм<sup>3</sup>.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
 Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) федерального  
 государственного бюджетного образовательного учреждения  
 высшего образования  
 «Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
*Факультет- технологический*  
*Кафедра - Химии*  
 Направление 18.03.01 «Химическая технология»  
 Профиль/программа:  
 «Химическая технология органических веществ»  
 «Химическая технология высокомолекулярных соединений»  
 «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»  
 Семестр 3  
 Форма обучения — очная, очно-заочная, заочная.

**Критерии оценки дифференцированного зачета по дисциплине**

***Б1.О.20 «Аналитическая химия»***

Оценка	Описание
Отлично (36-40 баллов)	Демонстрирует полное понимание поставленного вопроса. Дает полный развернутый ответ на основной вопрос. Дает логически обоснованный и правильный ответ на дополнительный вопрос. <b>Оценка «отлично»</b> выставляется студенту, если он исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал рекомендуемой литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач. Самостоятельно, логически стройно и последовательно излагает учебный материал, демонстрируя умение анализировать различные научные взгляды, аргументировано отстаивать собственную позицию. Обладает культурой речи.
Хорошо (30-35 баллов)	Дает достаточно полный ответ, с нарушением последовательности изложения. Отвечает на дополнительный вопрос, но обосновать не может. <b>Оценка «хорошо»</b> выставляется студенту, если он по существу излагает материал, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов, самостоятельно и последовательно излагает учебный материал, предпринимает попытки анализировать различные научные взгляды и обосновать собственную позицию, при этом допускает незначительные ошибки; умеет связывать теоретические положения с практической деятельностью; отличается развитой речью.
Удовлетворительно (24-29 баллов)	Дает неполный ответ на основной вопрос. Не дает ответа на дополнительный вопрос. <b>Оценка «удовлетворительно»</b> выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, предпринимает попытки анализировать различные научные взгляды, обосновать собственную позицию по требованию преподавателя, с трудом умеет установить связь теоретических положений с практикой.
Не удовлетворительно (менее 24 баллов)	Нет ответа. <b>Оценка «неудовлетворительно»</b> выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями отвечает на вопросы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
*Факультет- технологический*  
*Кафедра - Химии*  
Направление 18.03.01 «Химическая технология»  
Профиль/программа:  
«Химическая технология органических веществ»  
«Химическая технология высокомолекулярных соединений»  
«Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»

Семестр 3

**Комплект тестовых заданий**  
по дисциплине Б1.О.20 «Аналитическая химия»

**Вариант 1**

1. Каков порядок выполнения качественного и количественного анализов?  
А) очередность анализов не имеет значения;  
Б) количественный анализ предшествует качественному;  
В) качественный анализ предшествует количественному;  
Г) качественный и количественный анализы выполняются одновременно.
2. В титриметрическом анализе используют реакции, которые протекают  
А) медленно;  
Б) в строгом соответствии со стехиометрическими коэффициентами;  
В) обратимо;  
Г) при стандартных условиях
3. В методе нейтрализации в качестве титрантов используют  
А)  $\text{KMnO}_4$ ;  
Б) трилон Б,  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ;  
В)  $\text{HCl}$ ;  
Г)  $\text{KOH}$ .
4. Обнаружение ионов аммония в водном растворе производится  
А) разбавленной серной кислотой;  
Б) концентрированной серной кислотой;  
В) реактивом Несслера;  
Г) пероксидом водорода.
5. Для приготовления 700 г раствора с массовой долей иодида калия 5 % необходимо растворить \_\_\_\_ граммов соли.  
А) 84;  
Б) 50;  
В) 35;  
Г) 90.
6. В каких координатах строят кривую кислотно-основного титрования?  
А)  $\text{pH}$  – объем титранта;  
Б) Концентрация определяемого вещества – концентрация титранта;  
В) Концентрация титранта – объем титранта;  
Г) Концентрация ионов гидроксида – объем титранта.
7. Определить молярную концентрацию эквивалента  $\text{KOH}$  ( $\text{моль/дм}^3$ ), если на титрование  $15,00 \text{ см}^3$  его израсходовали  $18,70 \text{ см}^3$  раствора  $\text{HCl}$  с  $T(\text{HCl}) = 0,002894 \text{ г/см}^3$ .  
А) 0,9900

- Б) 0,0099
- В) 0,0990
- Г) 0,0010

8. Какой индикатор следует использовать при титровании, если расчетное значение pH в момент токи эквивалентности равен 7?

- А) фенолфталеин;
- Б) метиловый красный;
- В) метиловый оранжевый;
- Г) дифениламин.

9. Сколько молекул восстановителя участвуют в реакции, протекающей по уравнению?



- А) 5
- Б) 2
- В) 6
- Г) 3

10. Какой объем (см<sup>3</sup>) раствора перманганата калия, с титром T = 0,001320 г/см<sup>3</sup>, потребуется на окисление 20 см<sup>3</sup> раствора щавелевой кислоты с молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм<sup>3</sup> в кислой среде?

- А) 47,85;
- Б) 10,53;
- В) 15,07;
- Г) 25,20.

11. В конечной точке меркурометрического титрования хлорида натрия происходит:

- А) Образование тиоцианатного комплекса Fe (III) и появление красной окраски;
- Б) Разрушение тиоцианатного комплекса Fe (III) и исчезновение красной окраски;
- В) Выпадение окрашенного осадка хромата ртути (I);
- Г) Изменение цвета раствора, обусловленного окраской титранта.

12. Присутствие каких солей обуславливает жесткость воды?

- А) Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Mg(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>;
- Б) KCl, NaCl;
- В) Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>;
- Г) Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.

13. Определите молярную концентрацию эквивалента раствора хлорида цинка (моль/дм<sup>3</sup>), если на титрование 25 см<sup>3</sup> его израсходовано 12,5 см<sup>3</sup> раствора трилона Б с молярной концентрацией эквивалента 0,02 моль/дм<sup>3</sup> 0,02 моль/дм<sup>3</sup>:

- А) 0,0200;
- Б) 0,1000;
- В) 0,0010;
- Г) 0,0100.

## Вариант 2

1. В основе титриметрического анализа лежит определение

- А) точки эквивалентности;
- Б) веса осадка;
- В) окраски индикатора;
- Г) pH раствора.

2. Для точного измерения объемов растворов предназначены

- А) мерные стаканы;
- Б) мерные колбы;
- В) мерные цилиндры;
- Г) пипетки.

3. Для анализа дана соль белого цвета, хорошо растворимая в воде. Соль окрашивает пламя газовой горелки в желтый цвет. При действии на соль концентрированной серной кислоты выделяется зеленоватый газ с удушающим запахом. Раствор соли с цинкуранилацетатом образует желтые кристаллы тетраэдрической формы, а с раствором серебра нитрата – белый творожистый осадок, растворимый в насыщенном растворе аммония карбоната. Определите состав соли.
- А) KBr;  
 Б) Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>;  
 В) Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>;  
 Г) NaCl.
4. Определите молярную концентрацию эквивалента и титр раствора гидроксида бария, если на титрование 25 см<sup>3</sup> этого раствора ушло 15 см<sup>3</sup> раствора соляной кислоты с молярной концентрацией эквивалента 0,2 моль/дм<sup>3</sup>.
- А) 0,2000 моль/дм<sup>3</sup> и 0,02035 г/см<sup>3</sup>;  
 Б) 0,1200 моль/дм<sup>3</sup> и 0,01026 г/см<sup>3</sup>;  
 В) 0,3001 моль/дм<sup>3</sup> и 0,03021 г/см<sup>3</sup>;  
 Г) 0,02654 моль/дм<sup>3</sup> и 0,0235 г/см<sup>3</sup>.
5. В основе гравиметрического метода лежит
- А) перевод осаждаемого вещества в осадок;  
 Б) нахождение эквивалентной точки;  
 В) определение объема титранта;  
 Г) определение состава весовой формы.
6. Молярная масса эквивалента серной кислоты в реакции  $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$  выражается в виде:
- А)  $M(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{SO}_4)$ ;  
 Б)  $M(\frac{1}{1} \text{H}_2\text{SO}_4)$ ;  
 В)  $M(2\text{H}_2\text{SO}_4)$ ;  
 Г)  $M(\frac{1}{3} \text{H}_2\text{SO}_4)$ .
7. Для нейтрализации 40 см<sup>3</sup> раствора уксусной кислоты с молярной концентрацией 0,5 моль/дм<sup>3</sup> требуется раствор, содержащий \_\_\_\_ моль гидроксида натрия.
- А) 0,01;  
 Б) 0,02;  
 В) 0,04;  
 Г) 0,03.
8. Какой индикатор следует использовать при титровании, если расчетное значение pH в момент токи эквивалентности равен 9?
- А) фенолфталеин;  
 Б) метиловый красный;  
 В) метиловый оранжевый;  
 Г) дифениламин.
9. Сколько электронов принимает KMnO<sub>4</sub> при титровании в кислой среде?
- А) 3;  
 Б) 2;  
 В) 1;  
 Г) 5.
10. Какая редокс-пара обладает наиболее сильными восстановительными свойствами?
- А) Fe<sup>3+</sup>/Fe<sup>2+</sup> E<sup>0</sup> = + 0,77 В;  
 Б) Cl<sub>2</sub>/2Cl<sup>-</sup> E<sup>0</sup> = + 1,36 В;  
 В) Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup>/2Cr<sup>3+</sup> E<sup>0</sup> = + 1,33 В;



Г)  $\text{MnO}_2/\text{Mn}^{+2} E^0 = +1,23 \text{ В}$ .

11. Для определения хлорид-ионов в растворе, величина pH которого равна 2, может быть использован следующий титриметрический метод анализа:

- А) Аргентометрия (метод Мора);
- Б) Аргентометрия (индикатор - эозин);
- В) Аргентометрия (индикатор - флуоресцеин)
- Г) Меркуриметрия (индикатор – нитропруссид натрия).

12. Укажите правильное химическое название трилона Б:

- А) аминоксусная кислота;
- Б) нитрилотриуксусная кислота;
- В) этилендиаминтетрауксусная кислота;
- Г) динатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты.

13. Какова общая жесткость природной воды ( $^0\text{Ж}$ ), если на титрование 50 см<sup>3</sup> ее израсходовано 5,00 см<sup>3</sup> раствора трилона Б с молярной концентрацией эквивалента 0,02 моль/дм<sup>3</sup>?

- А) 3,0;
- Б) 2,0;
- В) 4,0;
- Г) 5,0.

### Вариант 3

1. Перманганатометрия относится к методам

- А) нейтрализации;
- Б) окисления-восстановления;
- В) осаждения;
- Г) комплексонометрии.

2. Укажите требования, предъявляемые в титриметрическом анализе к первичным стандартным веществам

- А) отсутствие кристаллизационной воды;
- Б) устойчивость на свету и на воздухе;
- В) небольшая молярная масса эквивалента;
- Г) подходящие химические свойства.

3. Реагентом на ионы  $\text{Fe}^{3+}$  является вещество, формула которого

- А)  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ;
- Б)  $\text{NH}_4\text{CNS}$ ;
- В)  $\text{KOH}$ ;
- Г)  $\text{NaCl}$ .

4. Определите молярную концентрацию эквивалента и титр раствора, в 500 см<sup>3</sup> которого содержится 10,6 г карбоната натрия.

- А) 0,4 моль/дм<sup>3</sup> и 0,02120 г/см<sup>3</sup>;
- Б) 0,2 моль/дм<sup>3</sup> и 0,01060 г/см<sup>3</sup>;
- В) 0,1 моль/дм<sup>3</sup> и 0,005300 г/см<sup>3</sup>;
- Г) 0,04 моль/дм<sup>3</sup> и 0,00212 г/см<sup>3</sup>.

5. Выберите осаждаемую форму для гравиметрического определения железа (III)

- А)  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ;
- Б)  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ;
- В)  $\text{Fe}_2(\text{CO}_3)_2$ ;
- Г)  $\text{FeCl}_3$ .

6. Молярная масса эквивалента серной кислоты в реакции

$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaOH} = \text{NaHSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$  выражается в виде:

- А)  $M(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{SO}_4)$ ;

- Б)  $\cdot M\left(\frac{1}{1}H_2SO_4\right)$ ;  
 В)  $\cdot M(2H_2SO_4)$ ;  
 Г)  $\cdot M\left(\frac{1}{3}H_2SO_4\right)$ .

7. Сколько грамм KOH содержится в растворе, если на его титрование израсходовано 24,45 см<sup>3</sup> раствора HCl с молярной концентрацией эквивалента 1,9655 моль/дм<sup>3</sup>?

- А) 2,6960;  
 Б) 0,2696;  
 В) 0,0269;  
 Г) 1,9655.

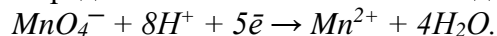
8. Какой индикатор следует использовать при титровании, если расчетное значение pH в момент токи эквивалентности равен 4?

- А) фенолфталеин;  
 Б) метиловый красный;  
 В) метиловый оранжевый;  
 Г) дифениламин.

9. Вычислите молярную концентрацию эквивалента раствора KMnO<sub>4</sub>, если на титрование 20 см<sup>3</sup> этого раствора израсходовано 25 см<sup>3</sup> раствора щавелевой кислоты с молярной концентрацией эквивалента 0,05 моль/дм<sup>3</sup>.

- А) 0,0625;  
 Б) 0,0600;  
 В) 0,0400;  
 Г) 0,0400.

10. При титровании в кислой среде  $MnO_4^-$  восстанавливается до  $Mn^{2+}$ :



Уравнение Нернста для этой системы имеет вид:

А)  $E_{MnO_4^- / Mn^{2+}} = E_{MnO_4^- / Mn^{2+}}^0 + \frac{0,059}{5} \lg \frac{[Mn^{2+}]}{[MnO_4^-] \cdot [H^+]^8};$

Б)  $E_{MnO_4^- / Mn^{2+}} = E_{MnO_4^- / Mn^{2+}}^0 + \frac{0,059}{5} \lg \frac{[MnO_4^-]}{[Mn^{2+}]};$

В)  $E_{MnO_4^- / Mn^{2+}} = E_{MnO_4^- / Mn^{2+}}^0 + \frac{0,059}{5} \lg \frac{[MnO_4^-] \cdot [H^+]^8}{[Mn^{2+}]};$

Г)  $E_{MnO_4^- / Mn^{2+}} = E_{MnO_4^- / Mn^{2+}}^0 + \frac{0,059}{2} \lg \frac{[MnO_4^-]}{[Mn^{2+}]}.$

11. Для достижения оптимальной величины pH при argentометрическом определении иодидов в присутствии эозина используют:

- А) уксусную кислоту;  
 Б) аммиак;  
 В) гидроксид натрия;  
 Г) азотную кислоту.

12. Какую буферную смесь используют при комплексонометрическом определении кальция и магния?

- А) ацетатную;  
 Б) хлоридно-аммиачную; \_\_\_\_\_

В) бикарбонатную;

Г) фосфатную.

13. Какова общая жесткость природной воды ( $^{\circ}\text{Ж}$ ), если на титрование  $100\text{ см}^3$  ее израсходовано  $8,50\text{ см}^3$  раствора трилона Б с молярной концентрацией эквивалента  $0,03\text{ моль/дм}^3$ ?

А) 3,1;

Б) 2,6;

В) 4,3;

Г) 5,0.

#### Вариант 4

1. Раствор  $\text{HCl}$  можно приготовить

А) по точной навеске;

Б) по приблизительной навеске;

В) из фиксанала;

Г) разбавлением концентрированного раствора

2. К химическим методам разделения, выделения определяемого вещества относятся

А) осаждение;

Б) дистилляция;

В) сублимация;

Г) возгонка.

3. Признаком протекания качественной реакции окисления  $\text{Cr(III)} \rightarrow \text{Cr(VI)}$  в щелочной среде является изменение окраски

А) зеленая  $\rightarrow$  желтая;

Б) фиолетовая  $\rightarrow$  зеленая;

В) синяя  $\rightarrow$  оранжевая;

Г) желтая  $\rightarrow$  красная.

4. На нейтрализацию некоторого объема гидроксида натрия ушло  $20\text{ см}^3$  раствора азотной кислоты с молярной концентрацией эквивалента  $0,01\text{ моль/дм}^3$ . Определите массу гидроксида натрия в растворе.

А) 0,0800 г

Б) 0,0080 г

В) 0,0040 г

Г) 0,0020 г

5. Перед заполнением бюретки раствором титранта для анализа ее ополаскивают

А) минимум два раза дистиллированной водой;

Б) минимум два раза рабочим раствором;

В) минимум по два раза дистиллированной водой и рабочим раствором;

Г) ополаскивать не обязательно.

6. Какую навеску (г) х.ч. безводного карбоната натрия нужно взять, чтобы на его титрование до  $\text{CO}_2$  израсходовать  $20,00\text{ см}^3$  раствора  $\text{HCl}$  с молярной концентрацией эквивалента  $0,1000\text{ моль/дм}^3$ ?

А) 0,1000

Б) 0,1060

В) 0,0053

Г) 1,0600

7. Чему равна молярная концентрация эквивалента  $\text{KOH}$  ( $\text{моль/дм}^3$ ), если на титрование  $18,00\text{ см}^3$  этого раствора израсходовано  $20,50\text{ см}^3$  раствора  $\text{HCl}$  с титром  $0,003646\text{ г/см}^3$ ?

А) 0,1000

Б) 0,1500

В) 0,2000

Г) 0,1139

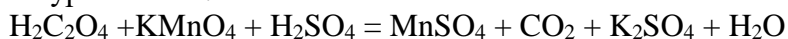
8. Какой индикатор можно использовать для установления точки эквивалентности при кислотно-основном титровании?

- А) метиловый красный;
- Б) крахмал;
- В) дифениламин;
- Г) фенолфталеин.

9. Вычислите массу навески перманганата калия (г), необходимую для приготовления 500 см<sup>3</sup> раствора с молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм<sup>3</sup> для титрования в кислой среде?

- А) 15,8405;
- Б) 0,1585;
- В) 3,1610;
- Г) 1,5805.

10. Сколько молекул окислителя участвуют в реакции, протекающей по уравнению?



- А) 5
- Б) 2
- В) 6
- Г) 3

11. В конечной точке меркуриметрического титрования хлорида натрия с дифенилкарбазоном:

- А) Раствор обесцвечивается;
- Б) Выпадает белый мелкокристаллический осадок;
- В) Окраска раствора изменяется из желтой в синюю;
- Г) Окраска раствора изменяется из синей в желтую.

В конечной точке меркуриметрического титрования хлорида натрия с дифенилкарбазоном:

- А) Раствор обесцвечивается;
- Б) Выпадает белый мелкокристаллический осадок;
- В) Окраска раствора изменяется из желтой в синюю;
- Г) Окраска раствора изменяется из синей в желтую.

12. Соответствие между формулами комплексонов и их названиями

Формулы комплексонов		Названия комплексонов
1)	$\begin{array}{c} \text{NaOOCCH}_2\text{C} \diagdown \\ \text{HOOCCH}_2\text{C} \diagup \end{array} \text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N} \begin{array}{c} \diagup \text{CH}_2\text{COOH} \\ \diagdown \text{CH}_2\text{COONa} \end{array}$	А) Нитрилотриуксусная кислота (НТУ), комплексон I
2)	$\begin{array}{c} \diagup \text{CH}_2\text{COOH} \\ \text{N}-\text{CH}_2\text{COOH} \\ \diagdown \text{CH}_2\text{COOH} \end{array}$	Б) Этилендиаминтетрауксусная кислота (ЭДТА), комплексон II
3)	$\begin{array}{c} \text{HOOCCH}_2\text{C} \diagdown \\ \text{HOOCCH}_2\text{C} \diagup \end{array} \text{N}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{N} \begin{array}{c} \diagup \text{CH}_2\text{COOH} \\ \diagdown \text{CH}_2\text{COOH} \end{array}$	В) Динатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты (Трилон Б), комплексон III

13. Какова общая жесткость природной воды (<sup>0</sup>Ж), если на титрование 50 см<sup>3</sup> ее израсходовано 5,40 см<sup>3</sup> раствора трилона Б с молярной концентрацией эквивалента 0,05 моль/дм<sup>3</sup>?

- А) 3,5;
- Б) 6,0;

- В) 4,0;  
Г) 5,4.

### Критерии оценки тестов

Каждый правильный ответ на вопрос в тесте – 1 балл.

Каждый неправильный ответ – 0 баллов.

Решение задачи: оценивается ход решения и правильность численного ответа. Задача оценивается в соответствии с уровнем сложности.

Набранное количество баллов приводится к максимальному в процентном выражении, т.е. студент набрал 24 балла из 28 возможных. Это составляет 86%. Перевод процентов теста в четырехбалльную систему следующая:

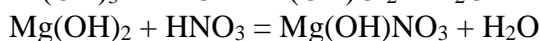
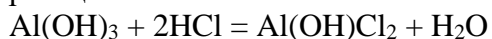
Проценты	< 61	61 – 72	73 – 86	87 – 100
Баллы	<3	3,05 – 3,6	3,65 – 4,3	4,35 – 5
Оценка	Тест не сдан	3	4	5

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
*Факультет- технологический*  
*Кафедра - Биотехнологии*  
Направление 18.03.01 «Химическая технология»  
Профиль/программа:  
«Химическая технология органических веществ»  
«Химическая технология высокомолекулярных соединений»  
«Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»  
Семестр 3

**Комплект контрольных работ**  
по дисциплине Б1.О.20 «Аналитическая химия»

**Контрольная работа №1**  
**«Способы выражения концентраций и расчеты ан+ и рН в гомогенных системах»**  
**Вариант №1**

1 Чему равны молярные массы эквивалентов кислот и оснований в уравнениях реакций:



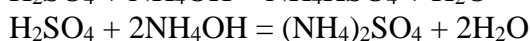
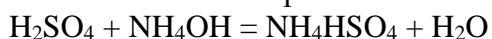
2 Какова молярная концентрация и молярная концентрация эквивалента раствора едкого натра, если в 500,00 см<sup>3</sup> растворено 20,0000 г? Определите рН этого раствора.

3 Определить молярную концентрацию эквивалента КОН, если на титрование 15,00 см<sup>3</sup> его израсходовали 18,70 см<sup>3</sup> раствора НСl с Т(НСl) = 0,002894 г/см<sup>3</sup>.

4 К 20,00 см<sup>3</sup> раствора уксусной кислоты с молярной концентрацией эквивалента 0,2000 моль/дм<sup>3</sup> прибавлено 10,00 см<sup>3</sup> раствора NaOH с молярной концентрацией эквивалента 0,2000 моль/дм<sup>3</sup>. На сколько единиц изменился рН раствора?

**Вариант №2**

1 Вычислить молярные массы эквивалентов H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и NH<sub>4</sub>OH в реакциях:



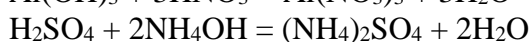
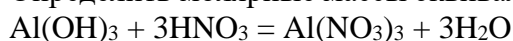
2 В 2,00 дм<sup>3</sup> раствора содержится 58,5000 г NaCl. Определить молярную концентрацию, молярную концентрацию эквивалента и титр этого раствора. Определите рН этого раствора.

3 В мерной колбе на 500,00 см<sup>3</sup> растворено неизвестное количество NaOH. На титрование 25,00 см<sup>3</sup> этого раствора расходуется 22,50 см<sup>3</sup> раствора НСl с Т = 0,003646 г/см<sup>3</sup>. Вычислите массу NaOH в 500,00 см<sup>3</sup>.

4 К 25,00 см<sup>3</sup> раствора аммиака с молярной концентрацией эквивалента 0,1000 моль/дм<sup>3</sup> прибавлено 10,00 см<sup>3</sup> раствора НСl с молярной концентрацией эквивалента 0,1000 моль/дм<sup>3</sup>. На сколько единиц изменился рН раствора?

**Вариант №3**

1 Определить молярные массы эквивалентов кислот и оснований в реакциях:



2 Чему равна молярная концентрация и титр раствора NaCl, если в 1,00 дм<sup>3</sup> содержится 5,8500 г этой соли? Определите рН этого раствора.

3 На титрование 2,5680 г технической соды израсходовано 23,86 см<sup>3</sup> НСl с Т = 0,007846 г/см<sup>3</sup>. Вычислить массовую долю карбоната натрия в исходной навеске.

- 4 К 20,00 см<sup>3</sup> раствора бензойной кислоты (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COOH) с молярной концентрацией эквивалента 0,2000 моль/дм<sup>3</sup> прибавлено 20,00 см<sup>3</sup> раствора NaOH с молярной концентрацией эквивалента 0,1000 моль/дм<sup>3</sup>. На сколько единиц изменился pH раствора?

#### Вариант №4

- 1 Определить молярные массы эквивалентов кислот и оснований в реакциях:  
 $\text{Al(OH)}_3 + 2\text{HNO}_3 = \text{Al(OH)(NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$   
 $\text{Mg(OH)}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{MgSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 2 В 250,00 см<sup>3</sup> раствора содержится 1,4000 г KOH. Определите молярную концентрацию, молярную концентрацию эквивалента и титр этого раствора. Определите pH этого раствора.
- 3 На титрование раствора, полученного растворением 3,1580 г KOH, расходуется 24,45 см<sup>3</sup> раствора HCl с молярной концентрацией эквивалента 1,9655 моль/л. Вычислите массовую долю KOH в образце.
- 4 К 25,00 см<sup>3</sup> раствора уксусной кислоты с молярной концентрацией эквивалента 0,2000 моль/дм<sup>3</sup> прибавлено 20,00 см<sup>3</sup> раствора KOH с молярной концентрацией эквивалента 0,2000 моль/дм<sup>3</sup>. На сколько единиц изменился pH раствора?

#### Вариант №5

- 1 Определить молярные массы эквивалентов кислот и оснований в реакциях:  
 $\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{HPO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$   
 $\text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{KOH} = \text{K}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$
- 2 Чему равна молярная концентрация и титр раствора HCl, если в 1,00 дм<sup>3</sup> содержится 5,8500 г этой кислоты? Определите pH этого раствора.
- 3 Какую навеску х.ч. безводного карбоната натрия нужно взять, чтобы на его титрование до CO<sub>2</sub> израсходовать 20,00 см<sup>3</sup> раствора HCl с молярной концентрацией эквивалента 0,1000 моль/дм<sup>3</sup>?
- 4 К 20,00 см<sup>3</sup> раствора муравьиной кислоты с молярной концентрацией эквивалента 0,1000 моль/дм<sup>3</sup> прибавлено 10,00 см<sup>3</sup> раствора NaOH с молярной концентрацией эквивалента 0,2000 моль/дм<sup>3</sup>. На сколько единиц изменился pH раствора?

#### Вариант №6

- 1 Определить молярные массы эквивалентов кислот и оснований в реакциях:  
 $\text{Al(OH)}_3 + \text{HCl} = \text{Al(OH)}_2\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$   
 $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{KOH} = \text{KH}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- 2 Сколько граммов карбоната натрия надо взять для приготовления 200,00 см<sup>3</sup> раствора с молярной концентрацией эквивалента 0,1000 моль/дм<sup>3</sup>? Определите pH этого раствора.
- 3 Какую навеску Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> нужно взять, чтобы на его титрование требовалось 20 см<sup>3</sup> H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> с молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм<sup>3</sup>.
- 4 К 20,00 см<sup>3</sup> раствора гидроксида натрия с молярной концентрацией эквивалента 0,2000 моль/дм<sup>3</sup> прибавлено 20,00 см<sup>3</sup> раствора муравьиной кислоты с молярной концентрацией эквивалента 0,1000 моль/дм<sup>3</sup>. На сколько единиц изменился pH раствора?

#### Вариант №7

- 1 Определить молярные массы эквивалентов кислот и оснований в реакциях:  
 $\text{Al(OH)}_3 + 3\text{HNO}_3 = \text{Al(NO}_3)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$   
 $\text{Mg(OH)}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{MgSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 2 Сколько граммов серной кислоты содержится в 500,00 см<sup>3</sup> раствора с молярной концентрацией эквивалента 0,1000 моль/дм<sup>3</sup>? Определите молярную концентрацию и титр такого раствора. Определите pH этого раствора.

- 3 Вычислить  $\omega(\text{NH}_4\text{Cl})$ , если навеска 1,1225 г этой соли растворена в 200 см<sup>3</sup> и на титрование 20,00 см<sup>3</sup> полученного раствора израсходовано 22,45 см<sup>3</sup> раствора NaOH с молярной концентрацией эквивалента 0,0908 моль/дм<sup>3</sup>.
- 4 К 25,00 см<sup>3</sup> раствора аммиака с молярной концентрацией эквивалента 0,2000 моль/дм<sup>3</sup> прибавлено 20,00 см<sup>3</sup> раствора HCl с молярной концентрацией эквивалента 0,2000 моль/дм<sup>3</sup>. На сколько единиц изменился pH раствора?

#### Вариант №8

- 1 Определить молярные массы эквивалентов кислот и оснований в реакциях:  
 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{HCl} = \text{CaCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$   
 $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{KOH} = \text{KH}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- 2 В 1,00 дм<sup>3</sup> раствора содержится 50,0000 г K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Определить молярную концентрацию, молярную концентрацию эквивалента и титр этого раствора. Определите pH этого раствора.
- 3 На титрование раствора, полученного растворением 3,1580 г KOH, расходуется 24,45 см<sup>3</sup> раствора HCl с молярной концентрацией эквивалента 1,9655 моль/дм<sup>3</sup>. Вычислите массовую долю KOH в образце.
- 4 К 25,00 см<sup>3</sup> раствора аммиака с молярной концентрацией эквивалента 0,1000 моль/дм<sup>3</sup> прибавлено 15,00 см<sup>3</sup> раствора HCl с молярной концентрацией эквивалента 0,2000 моль/дм<sup>3</sup>. На сколько единиц изменился pH раствора?

#### Вариант №9

- 1 Определить молярные массы эквивалентов веществ, участвующих в реакциях:  
 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{HCl} = \text{CaOHCl} + \text{H}_2\text{O}$   
 $\text{K}_3\text{PO}_4 + 2\text{HCl} = \text{KH}_2\text{PO}_4 + 2\text{KCl}$
- 2 Чему равна молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента и титр раствора CaCl<sub>2</sub>, если в 1,00 дм<sup>3</sup> содержится 4,9300 г этой соли? Определите pH этого раствора.
- 3 На титрование 20,00 см<sup>3</sup> раствора гидроксида натрия расходуется 25,00 см<sup>3</sup> раствора соляной кислоты с  $T(\text{HCl}/\text{KOH}) = 0,004904$  г/см<sup>3</sup>. Вычислите молярную концентрацию эквивалента раствора NaOH.
- 4 К 20,00 см<sup>3</sup> раствора уксусной кислоты с молярной концентрацией эквивалента 0,2000 моль/дм<sup>3</sup> прибавлено 25,00 см<sup>3</sup> раствора KOH с молярной концентрацией эквивалента 0,1000 моль/дм<sup>3</sup>. На сколько единиц изменился pH раствора?

#### Вариант №10

- 1 Определить молярные массы эквивалентов веществ, участвующих в реакциях:  
 $\text{K}_3\text{PO}_4 + 2\text{HCl} = \text{KH}_2\text{PO}_4 + 2\text{KCl}$   
 $\text{Ca}(\text{OH})_2 + 2\text{HNO}_3 = \text{Ca}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 2 Сколько граммов сульфата натрия надо взять для приготовления 500,00 см<sup>3</sup> раствора с молярной концентрацией эквивалента 0,1000 моль/дм<sup>3</sup>? Какова молярная концентрация и титр этого раствора? Определите pH этого раствора.
- 3 На титрование раствора, содержащего 2,7560 г технического KOH, израсходовано 24,75 см<sup>3</sup> H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> с  $T(\text{H}_2\text{SO}_4/\text{NaOH}) = 0,068530$  г/см<sup>3</sup>. Вычислить  $\omega(\text{KOH})$  в образце.
- 4 К 20,00 см<sup>3</sup> раствора уксусной кислоты с молярной концентрацией эквивалента 0,2000 моль/дм<sup>3</sup> прибавлено 25,00 см<sup>3</sup> раствора KOH с молярной концентрацией эквивалента 0,2000 моль/дм<sup>3</sup>. На сколько единиц изменился pH раствора?

#### Вариант №11

- 1 Определить молярные массы эквивалентов кислот и оснований в реакциях:  
 $\text{Al}(\text{OH})_3 + 2\text{HNO}_3 = \text{Al}(\text{OH})(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$   
 $\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NaOH} = \text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- 2 Какова молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента и титр раствора щавелевой кислоты (H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O), если в 1000,00 см<sup>3</sup> содержится 10,0000 г этой кислоты? Определите pH этого раствора.



- 3 Определите молярную концентрацию эквивалента KOH, если на титрование 18,00 см<sup>3</sup> его израсходовано 20,50 см<sup>3</sup> раствора HCl с титром 0,003646 г/см<sup>3</sup>.
- 4 К 25,00 см<sup>3</sup> раствора аммиака с молярной концентрацией эквивалента 0,1000 моль/дм<sup>3</sup> прибавлено 10,00 см<sup>3</sup> раствора HCl с молярной концентрацией эквивалента 0,2500 моль/дм<sup>3</sup>. На сколько единиц изменился pH раствора?

#### Вариант №12

- 1 Определить молярные массы эквивалентов кислот и оснований в реакциях:  

$$\text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{KOH} = \text{K}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$$

$$\text{Ca(OH)}_2 + \text{HCl} = \text{CaOHCl} + \text{H}_2\text{O}$$
- 2 Сколько граммов гидроксида натрия надо взять для приготовления 1000,00 см<sup>3</sup> раствора с молярной концентрацией эквивалента 0,1000 моль/дм<sup>3</sup>? Какова молярная концентрация и титр этого раствора? Определите pH этого раствора.
- 3 Какую навеску х.ч. безводного карбоната натрия нужно взять, чтобы на его титрование до CO<sub>2</sub> израсходовать 25,00 см<sup>3</sup> раствора HCl с молярной концентрацией эквивалента 0,1000 моль/дм<sup>3</sup>?
- 4 К 20,00 см<sup>3</sup> раствора бензойной кислоты (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>COOH) с молярной концентрацией эквивалента 0,2000 моль/дм<sup>3</sup> прибавлено 15,00 см<sup>3</sup> раствора NaOH с молярной концентрацией эквивалент 0,2667 моль/дм<sup>3</sup>. На сколько единиц изменился pH раствора?

#### Вариант №13

- 1 Определить молярные массы эквивалентов кислот и оснований в реакциях:  

$$\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$$

$$\text{Al(OH)}_3 + \text{HCl} = \text{Al(OH)}_2\text{Cl} + \text{H}_2\text{O}$$
- 2 Сколько граммов хлорида кальция надо взять для приготовления 1000,00 см<sup>3</sup> раствора с молярной концентрацией эквивалента 0,1000 моль/дм<sup>3</sup>? Какова молярная концентрация и титр этого раствора? Определите pH этого раствора.
- 3 На титрование раствора, содержащего 3,1580 г технического KOH, израсходовано 24,75 см<sup>3</sup> HCl с T<sub>HCl/NaOH</sub> = 0,078620 г/см<sup>3</sup>. Вычислить ω(KOH) в образце.
- 4 К 20,00 см<sup>3</sup> раствора уксусной кислоты с молярной концентрацией эквивалента 0,2000 моль/дм<sup>3</sup> прибавлено 25,00 см<sup>3</sup> раствора KOH с молярной концентрацией эквивалента 0,1600 моль/дм<sup>3</sup>. На сколько единиц изменился pH раствора?

#### Вариант №14

- 1 Определить молярные массы эквивалентов кислот и оснований в реакциях:  

$$\text{H}_3\text{PO}_4 + 2\text{KOH} = \text{K}_2\text{HPO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$$

$$\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{NaOH} = \text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$$
- 2 Чему равна молярная концентрация и титр раствора KCl, если в 1,00 дм<sup>3</sup> содержится 3,1500 г этой соли? Определите pH этого раствора.
- 3 Какую навеску х.ч. безводного карбоната натрия нужно взять, чтобы на его титрование до CO<sub>2</sub> израсходовать 20,00 см<sup>3</sup> раствора H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> с молярной концентрацией эквивалента 0,1000 моль/дм<sup>3</sup>?
- 4 К 20,00 см<sup>3</sup> раствора муравьиной кислоты с молярной концентрацией эквивалента 0,1000 моль/дм<sup>3</sup> прибавлено 15,00 см<sup>3</sup> раствора NaOH с молярной концентрацией эквивалента 0,2000 моль/дм<sup>3</sup>. На сколько единиц изменился pH раствора?

#### Вариант №15

- 1 Определить молярные массы эквивалентов кислот, оснований и солей в реакциях:  

$$\text{Ca(OH)}_2 + 2\text{HNO}_3 = \text{Ca(NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$

$$\text{K}_2\text{CO}_3 + \text{HCl} = \text{KHCO}_3 + \text{KCl}$$
- 2 Сколько граммов сульфата натрия надо взять для приготовления 1000,00 см<sup>3</sup> раствора с молярной концентрацией эквивалента 0,0500 моль/дм<sup>3</sup>? Какова молярная концентрация и титр этого раствора? Определите pH этого раствора.

- 3 Определите молярную концентрацию эквивалента NaOH, если на титрование 15,00 см<sup>3</sup> его израсходовано 18,50 см<sup>3</sup> раствора HCl с титром 0,004652 г/см<sup>3</sup>.
- 4 К 30,00 см<sup>3</sup> раствора муравьиной кислоты с молярной концентрацией эквивалента 0,1000 моль/дм<sup>3</sup> прибавлено 10,00 см<sup>3</sup> раствора NaOH с молярной концентрацией эквивалента 0,2000 моль/дм<sup>3</sup>. На сколько единиц изменился pH раствора?

#### Вариант №16

- 1 Определить молярные массы эквивалентов кислот и оснований в реакциях:  

$$\text{H}_3\text{PO}_4 + \text{KOH} = \text{KH}_2\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{O}$$

$$\text{H}_3\text{PO}_4 + 3\text{KOH} = \text{K}_3\text{PO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$$
- 2 Чему равна молярная концентрация и титр раствора уксусной кислоты, если в 1,00 дм<sup>3</sup> содержится 5,8500 г этой кислоты? Определите pH этого раствора.
- 3 Какую навеску х.ч. безводного карбоната натрия нужно взять, чтобы на его титрование до CO<sub>2</sub> израсходовать 20,00 см<sup>3</sup> раствора HCl с титром 0,004582 г/см<sup>3</sup>?
- 4 К 20,00 см<sup>3</sup> раствора муравьиной кислоты с молярной концентрацией эквивалента 0,3000 моль/дм<sup>3</sup> прибавлено 10,00 см<sup>3</sup> раствора NaOH с молярной концентрацией эквивалента 0,2000 моль/дм<sup>3</sup>. На сколько единиц изменился pH раствора?

#### Вариант №17

- 1 Определить молярные массы эквивалентов кислот и оснований в реакциях:  

$$2\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$$

$$\text{Al}(\text{OH})_3 + 2\text{HCl} = \text{Al}(\text{OH})\text{Cl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$
- 2 Сколько граммов уксусной кислоты содержится в 1000,00 см<sup>3</sup> раствора с молярной концентрацией эквивалента 0,1000 моль/дм<sup>3</sup>? Какова молярная концентрация и титр этого раствора? Определите pH этого раствора.
- 3 На титрование раствора, содержащего 2,5460 г технического KOH, израсходовано 24,75 см<sup>3</sup> H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> с T = 0,078620 г/см<sup>3</sup>. Вычислить ω(KOH) в образце.
- 4 К 20,00 см<sup>3</sup> раствора муравьиной кислоты с молярной концентрацией эквивалента 0,3000 моль/дм<sup>3</sup> прибавлено 25,00 см<sup>3</sup> раствора KOH с молярной концентрацией эквивалента 0,1600 моль/дм<sup>3</sup>. На сколько единиц изменился pH раствора?

#### Вариант №18

- 1 Определить молярные массы эквивалентов веществ, участвующих в реакциях:  

$$\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{HCl} = \text{MgOHCl} + \text{H}_2\text{O}$$

$$\text{K}_3\text{PO}_4 + \text{HCl} = \text{K}_2\text{HPO}_4 + \text{KCl}$$
- 2 Чему равна молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента и титр раствора MgCl<sub>2</sub>, если в 1,00 дм<sup>3</sup> содержится 4,9300 г этой соли? Определите pH этого раствора.
- 3 На титрование 20,00 см<sup>3</sup> раствора гидроксида натрия расходуется 25,00 см<sup>3</sup> раствора соляной кислоты с T(HCl/KOH) = 0,004904 г/см<sup>3</sup>. Вычислите молярную концентрацию эквивалента раствора NaOH.
- 4 К 20,00 см<sup>3</sup> раствора уксусной кислоты с молярной концентрацией эквивалента 0,2000 моль/дм<sup>3</sup> прибавлено 20,00 см<sup>3</sup> раствора KOH с молярной концентрацией эквивалента 0,1000 моль/дм<sup>3</sup>. На сколько единиц изменился pH раствора?

#### Вариант №19

- 1 Определить молярные массы эквивалентов кислот и оснований в реакциях:  

$$\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{HNO}_3 = \text{Al}(\text{NO}_3)_3 + 3\text{H}_2\text{O}$$

$$\text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{MgSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$$
- 2 Сколько граммов азотной кислоты содержится в 500,00 см<sup>3</sup> раствора с молярной концентрацией эквивалента 0,1000 моль/дм<sup>3</sup>? Определите молярную концентрацию и титр такого раствора. Определите pH этого раствора.

- 3 Вычислить  $\omega(\text{CH}_3\text{COONa})$ , если навеска этой соли 3,5005 г растворена в 500 см<sup>3</sup> и на титрование 20,00 см<sup>3</sup> полученного раствора израсходовано 15,38 см<sup>3</sup> раствора HCl с молярной концентрацией эквивалента 0,1031 моль/дм<sup>3</sup>.
- 4 К 15,00 см<sup>3</sup> раствора аммиака с молярной концентрацией эквивалента 0,2000 моль/дм<sup>3</sup> прибавлено 20,00 см<sup>3</sup> раствора HCl с молярной концентрацией эквивалента 0,2000 моль/дм<sup>3</sup>. На сколько единиц изменился pH раствора?

#### Вариант №20

- 1 Определить молярные массы эквивалентов кислот и оснований в реакциях:  
 $\text{Al}(\text{OH})_3 + 2\text{HNO}_3 = \text{Al}(\text{OH})(\text{NO}_3)_2 + 2\text{H}_2\text{O}$   
 $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NH}_4\text{OH} = (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
- 2 Чему равна молярная концентрация и титр раствора KCl, если в 300 см<sup>3</sup> содержится 7,4800 г этой соли? Определите pH этого раствора.
- 3 На титрование 0,19845 г технической соды израсходовано 13,45 см<sup>3</sup> HCl с  $T = 0,008546$  г/см<sup>3</sup>. Вычислить массовую долю карбоната натрия в исходной навеске.
- 4 К 20,00 см<sup>3</sup> раствора бензойной кислоты ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$ ) с молярной концентрацией эквивалента 0,3000 моль/дм<sup>3</sup> прибавлено 30,00 см<sup>3</sup> раствора NaOH с молярной концентрацией эквивалента 0,2000 моль/дм<sup>3</sup>. На сколько единиц изменился pH раствора?

### Контрольная работа №2

#### Окислительно-восстановительное титрование

##### Вариант № 1

1. Составить ионно-электронные уравнения следующих редокс-реакций и рассчитать молярные массы эквивалентов окислителя и восстановителя:
  1.  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Br}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{NaBr} + \dots$
  2.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{FeSO}_4 + \dots \rightarrow \text{Cr}^{3+} + \text{Fe}^{3+} + \dots$
  3.  $\text{Zn} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + \text{NH}_4\text{NO}_3 + \dots$
2. Определить  $\omega(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$  в образце, если его навеска 3,3900 г растворена в воде и объем раствора доведен до 500,00 см<sup>3</sup>. На титрование 25,00 см<sup>3</sup> раствора расходуется 23,52 см<sup>3</sup> раствора  $\text{KMnO}_4$  с молярной концентрацией эквивалента 0,1124 моль/дм<sup>3</sup>.

##### Вариант № 2

1. Составить ионно-электронные уравнения следующих редокс-реакций и рассчитать молярные массы эквивалентов окислителя и восстановителя:
  1.  $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4 \dots \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2\uparrow + \dots$
  2.  $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Br}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{NaBr} + \dots$
  3.  $\text{KMnO}_4 + \text{HCl} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{MnCl}_2 + \dots$
2. В мерной колбе емкостью 250,00 см<sup>3</sup> приготовлен раствор из навески 1,2640 г  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ . Определить объем раствора  $\text{KMnO}_4$  с молярной концентрацией эквивалента 0,1500 моль/дм<sup>3</sup>, израсходованного на титрование 25,00 см<sup>3</sup> раствора  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ .

##### Вариант № 3

1. Составить ионно-электронные уравнения следующих редокс-реакций и рассчитать молярные массы эквивалентов окислителя и восстановителя:
  1.  $\text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{S} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \dots$
  2.  $\text{HNO}_3 + \text{C} \rightarrow \text{NO} + \text{CO}_2 + \dots$
  3.  $\text{MnO}_2 + \text{O}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \dots$
2. Чему равна массовая доля ионов  $\text{Fe}^{2+}$ , содержащихся в навеске 0,5000 г руды, если после растворения ее в серной кислоте на титрование израсходовали 24,85 см<sup>3</sup> раствора перманганата калия с  $T = 0,006322$  г/см<sup>3</sup>.

##### Вариант № 4

1. Составить ионно-электронные уравнения следующих редокс-реакций и рассчитать молярные массы эквивалентов окислителя и восстановителя:
  1.  $\text{FeSO}_4 + \text{Br}_2 \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{HBr}$

2.  $\text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{K}_2\text{S} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{S} + \text{MnO}_2\downarrow$
  3.  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{J}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6 + \text{NaJ}$
2. Какой объем раствора  $\text{KMnO}_4$  с молярной концентрацией эквивалента  $0,0977 \text{ моль/дм}^3$  потребуется на титрование  $25,00 \text{ см}^3$  раствора, в  $250,00 \text{ см}^3$  которого содержится  $1,6260 \text{ г}$   $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ?

#### **Вариант № 5**

1. Составить ионно-электронные уравнения следующих редокс-реакций и рассчитать молярные массы эквивалентов окислителя и восстановителя:
  1.  $\text{KMnO}_4 + \text{FeSO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{Fe}^{3+} + \dots$
  2.  $\text{KVO}_3 + \text{KJ} + \dots \rightarrow \text{VOSO}_4 + \text{J}_2 + \dots$
  3.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{FeCl}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{Cr}^{3+} + \text{Fe}^{3+}$
2. Сколько  $\text{см}^3$  раствора перманганата калия ( $T=0,001616 \text{ г/см}^3$ ) израсходуется на титрование  $25,00 \text{ см}^3$  раствора щавелевой кислоты, в  $250,00 \text{ см}^3$  которого содержится  $0,7564 \text{ г}$   $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ?

#### **Вариант № 6**

1. Составить ионно-электронные уравнения следующих редокс-реакций и рассчитать молярные массы эквивалентов окислителя и восстановителя:
  1.  $\text{H}_2\text{O}_2 + \text{SnS}\downarrow + \text{KOH} \rightarrow \text{SnO}_3^{2-} + \text{SO}_4^{2-} + \text{H}_2\text{O}$
  2.  $\text{Sn} + \text{HNO}_3 \dots \rightarrow \text{H}_2\text{SnO}_3\downarrow + \text{NO}_2\uparrow$
  3.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{FeSO}_4 \dots \rightarrow \text{Cr}^{3+} + \text{Fe}^{3+} + \dots$
2. В мерной колбе емкостью  $200,00 \text{ см}^3$  приготовлен раствор из  $1,6540 \text{ г}$   $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Сколько  $\text{см}^3$  раствора перманганата калия ( $T(\text{KMnO}_4/\text{Fe})=0,005616 \text{ г/см}^3$ ) потребуется на титрование  $20,00 \text{ см}^3$  полученного раствора щавелевой кислоты?

#### **Вариант № 7**

1. Составить ионно-электронные уравнения следующих редокс-реакций и рассчитать молярные массы эквивалентов окислителя и восстановителя:
  1.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{KJ} + \dots \rightarrow \text{Cr}^{3+} + \text{J}_2$
  2.  $\text{Au} + \text{HNO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{AuCl}_3 + \text{NO}\uparrow$
  3.  $\text{KMnO}_4 + \text{Na}_2\text{S} \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{SO}_4^{2-}$
2. В мерной колбе емкостью  $200,00 \text{ см}^3$  приготовлен раствор щавелевой кислоты. На титрование  $20,00 \text{ см}^3$  этого раствора расходуется  $18,25 \text{ см}^3$  раствора  $\text{KMnO}_4$  ( $T=0,001616 \text{ г/см}^3$ ). Сколько граммов  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  содержалось в растворе?

#### **Вариант № 8**

1. Составить ионно-электронные уравнения следующих редокс-реакций и рассчитать молярные массы эквивалентов окислителя и восстановителя:
  1.  $\text{C} + \text{HNO}_3 = \text{CO}_2 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
  2.  $\text{NaCl} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{Cl}_2 + \text{MnSO}_4 + \text{Na}_2\text{SO}_4$
  3.  $\text{As}_2\text{S}_5 + \text{HNO}_3 = \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}$
2. Какова молярная концентрация эквивалента раствора  $\text{FeSO}_4$ , если  $18,25 \text{ см}^3$  раствора  $\text{KMnO}_4$  с молярной концентрацией эквивалента  $0,1000 \text{ моль/дм}^3$  реагирует нацело с  $15,00 \text{ см}^3$  раствора  $\text{FeSO}_4$ ?

#### **Вариант № 9**

1. Составить ионно-электронные уравнения следующих редокс-реакций и рассчитать молярные массы эквивалентов окислителя и восстановителя:
  1.  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2 + \text{VOSO}_4 \rightarrow \text{Ce}^{3+} + \text{VO}_3^-$
  2.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{KJ} + \dots \rightarrow \text{Cr}^{3+} + \text{J}_2$
  3.  $\text{KBrO}_3 + \text{KBr} \rightarrow \text{Br}_2$
2. Определить  $\omega(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$  в образце, если его навеска  $3,3900 \text{ г}$  растворена в воде и объем раствора доведен до  $500,00 \text{ см}^3$ . На титрование  $25,00 \text{ см}^3$  раствора расходуется  $23,52 \text{ см}^3$  раствора  $\text{KMnO}_4$  с молярной концентрацией эквивалента  $0,1124 \text{ моль/дм}^3$ .

### Вариант № 10

1. Составить ионно-электронные уравнения следующих редокс-реакций и рассчитать молярные массы эквивалентов окислителя и восстановителя:

1.  $\text{Cu} + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{CuSO}_4 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
2.  $\text{As}_2\text{S}_3 + \text{HNO}_3 = \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO}$
3.  $\text{H}_2\text{S} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 = \text{S} + \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

2. Сколько см<sup>3</sup> раствора перманганата калия с молярной концентрацией эквивалента 1,0540 моль/дм<sup>3</sup> израсходуется на титрование 0,1600 г (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O, растворенного в 25,00 см<sup>3</sup> воды? Изменится ли необходимый на титрование объем раствора перманганата, если то же количество оксалата аммония будет растворено в другом объеме воды?

### Вариант № 11

1. Составить ионно-электронные уравнения следующих редокс-реакций и рассчитать молярные массы эквивалентов окислителя и восстановителя:

1.  $\text{KMnO}_4 + \text{HBr} \rightarrow \text{MnBr}_2 + \text{Br}_2 + \dots$
2.  $\text{CuS} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{CuSO}_4 + \text{NO} + \dots$
3.  $\text{MnO}_2 + \text{HCl} \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{Cl}_2\uparrow$

2 В мерной колбе емкостью 200,00 см<sup>3</sup> приготовлен раствор щавелевой кислоты. На титрование 20,00 см<sup>3</sup> этого раствора расходуется 18,25 см<sup>3</sup> раствора KMnO<sub>4</sub> (T=0,001616 г/см<sup>3</sup>). Сколько граммов H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O содержалось в растворе?

### Вариант № 12

1. Составить ионно-электронные уравнения следующих редокс-реакций и рассчитать молярные массы эквивалентов окислителя и восстановителя:

1.  $\text{HNO}_3 + \text{Sb} \rightarrow \text{HSbO}_3\downarrow + \text{NO}\uparrow$
2.  $\text{KMnO}_4 + \text{HCl} \rightarrow \text{MnO}_2\downarrow + \text{Cl}_2$
3.  $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2 + \text{VOSO}_4 \rightarrow \text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{VO}_3^-$

2. Сколько см<sup>3</sup> раствора перманганата калия (T=0,001616 г/см<sup>3</sup>) израсходуется на титрование 25,00 см<sup>3</sup> раствора щавелевой кислоты, в 250,00 см<sup>3</sup> которого содержится 0,7564 г H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O?

### Вариант № 13

1. Составить ионно-электронные уравнения следующих редокс-реакций и рассчитать молярные массы эквивалентов окислителя и восстановителя:

1.  $\text{As}_2\text{S}_3\downarrow + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{HAsO}_3\downarrow + \text{SO}_4^{2-} + \text{NO}_2\uparrow$
2.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + \text{KJ} \rightarrow \text{Cr}^{3+} + \text{J}_2$
3.  $\text{HNO}_3 + \text{Sn} \rightarrow \text{H}_2\text{SnO}_3\downarrow + \text{NO}_2\uparrow$

2. Какой объем раствора KMnO<sub>4</sub> с молярной концентрацией эквивалента 0,0977 моль/дм<sup>3</sup> потребуется на титрование 25,00 см<sup>3</sup> раствора, в 250,00 см<sup>3</sup> которого содержится 1,6260 г Na<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>?

### Вариант № 14

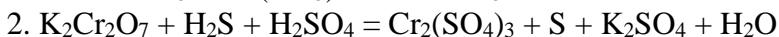
1. Составить ионно-электронные уравнения следующих редокс-реакций и рассчитать молярные массы эквивалентов окислителя и восстановителя:

1.  $\text{NH}_4\text{VO}_3 + \text{KJ} \rightarrow \text{VO}^{2+} + \text{J}_2$
2.  $\text{KMnO}_4 + \text{KNO}_2 \rightarrow \text{Mn}^{2+} + \text{NO}_3^-$
3.  $\text{HNO}_3 + \text{Sn} \rightarrow \text{H}_2\text{SnO}_3\downarrow + \text{NO}_2\uparrow$

2. Из навески 0,0746 г х.ч. бихромата калия приготовлен раствор и объем его доведен до метки в мерной колбе емкостью 500,00 см<sup>3</sup>. На титрование 25,00 см<sup>3</sup> этого раствора требуется 7,52 см<sup>3</sup> раствора тиосульфата натрия. Вычислите молярную концентрацию раствора Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·5H<sub>2</sub>O.

### **Вариант № 15**

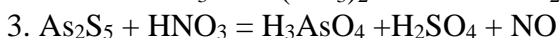
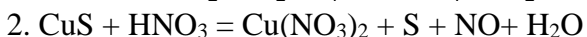
1. Составить ионно-электронные уравнения следующих редокс-реакций и рассчитать молярные массы эквивалентов окислителя и восстановителя:



2. Навеска образца железного купороса массой 7,1500 г растворена в воде. Объём раствора доведен до метки в мерной колбе вместимостью 250,00 см<sup>3</sup>. На титрование 25,00 см<sup>3</sup> этого раствора израсходовано 24,48 см<sup>3</sup> раствора перманганата калия с молярной концентрацией эквивалента 0,0986 моль/дм<sup>3</sup>. Рассчитайте массовую долю FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O в образце в процентах.

### **Вариант № 16**

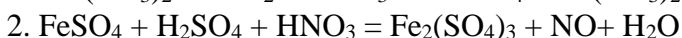
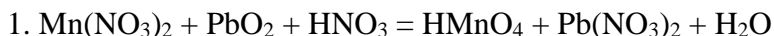
1. Составить ионно-электронные уравнения следующих редокс-реакций и рассчитать молярные массы эквивалентов окислителя и восстановителя:



2. Навеска хлорида железа массой 4,8900 г растворена в воде, и раствор доведен до метки в мерной колбе вместимостью 250,00 см<sup>3</sup>. Затем к 25,00 см<sup>3</sup> этого раствора в кислой среде добавлен иодид калия. Выделившийся при реакции йод оттитрован 32,10 см<sup>3</sup> раствора тиосульфата натрия с молярной концентрацией эквивалента 0,0923 моль/дм<sup>3</sup>. Рассчитайте массовую долю FeCl<sub>3</sub> в образце в процентах.

### **Вариант № 17**

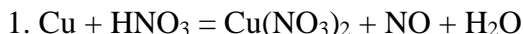
1. Составить ионно-электронные уравнения следующих редокс-реакций и рассчитать молярные массы эквивалентов окислителя и восстановителя:



2. Навеска железной проволоки массой 1,0130 г растворена в соляной кислоте без доступа воздуха. Полученный раствор количественно переведен в мерную колбу вместимостью 250,00 см<sup>3</sup> и объём его доведён до метки. Рассчитайте массовую долю железа в образце проволоки в процентах, если на титрование 25,00 см<sup>3</sup> полученного раствора израсходовано 17,81 см<sup>3</sup> раствора перманганата калия с молярной концентрацией эквивалента 0,1000 моль/дм<sup>3</sup>?

### **Вариант № 18**

1. Составить ионно-электронные уравнения следующих редокс-реакций и рассчитать молярные массы эквивалентов окислителя и восстановителя:



2. Объём раствора, в котором содержится 15,9900 г железного купороса, доведен до метки в мерной колбе вместимостью 500,00 см<sup>3</sup>. На титрование 25,00 см<sup>3</sup> этого раствора израсходовано 27,80 см<sup>3</sup> перманганата, с массовой концентрацией KMnO<sub>4</sub> 0,003218 г/см<sup>3</sup>. Рассчитайте массовую долю FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O в образце в процентах.

**Контрольная работа для студентов заочного отделения** представлена в методических указаниях:

- Гиниятуллин, Н.Г. Аналитическая химия и ФХМА.Ч.1: методические указания и задания для самостоятельной работы / Н.Г. Гиниятуллин, Т.И. Ахметова, И.В. Ковалевская.- Нижнекамск: НХТИ, 2011.- 73 с.

Вариант контрольной работы соответствует двум последним цифрам зачетной книжки.

### Критерии оценки контрольных работ

При оценке расчетно-графических работ целесообразно руководствоваться следующими критериями оценки знаний по Аналитической химии, учитывая допущенные студентами ошибки и недочеты.

**Грубыми** являются ошибки, свидетельствующие, что студент: не усвоил основные физические теории и законы или не умеет применять их при решении задач различных типов; не знает формул, графиков, схем или не умеет применять их к решениям задач; не знает единиц физических величин или не умеет пользоваться ими; к грубым ошибкам относятся также неправильно сформулированные вопросы задачи или неверные объяснения хода ее решения, незнание приемов решения задач, а также ошибки, свидетельствующие о неправильном понимании условия задачи или истолкования решения. Каждая грубая ошибка оценивается *минус 1 балл*.

**Негрубыми ошибками** являются неточность чертежа, графика, схемы; пропуск или неточное написание наименования единиц физических величин; выбор нерационального хода решения. Каждая негрубая ошибка оценивается *минус 0,75 балла*.

**К недочетам** относятся: нерациональные записи при вычислениях, нерациональные приемы вычислений, преобразований и решений задач; отдельные погрешности в формулировке ответа; отдельные ошибки вычислительного характера; небрежное выполнение записей, чертежей, схем, графиков. Каждый недочет оценивается *минус 0,5 балла*.

Студенты очного отделения самостоятельно выполняют 2 контрольных работы. Каждая работа оценивается следующими критериями:

**Оценка «5»** ставится за работу, если интервал баллов рейтинга студента  $4,5 \leq R \leq 5$  и студент выполнил работу полностью без ошибок и недочетов или при выполнении работы полностью без ошибок и недочетов, но при наличии не более одной не аккуратной записи.

**Оценка «4»** ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух-трех недочетов, если интервал баллов рейтинга студента  $3,75 \leq R < 4,5$ .

**Оценка «3»** ставится в том случае, если студент правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил: не более одной грубой ошибки и двух недочетов, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одну негрубую ошибку и три недочета, при этом интервал баллов рейтинга студента  $3 \leq R < 3,75$ .

**Оценка «2»** ставится, когда число ошибок и недочетов превосходит норму, при которой может быть выставлена оценка «3», или если правильно выполнено менее 2/3 всей работы и балл рейтинга студента составляет  $R < 3$ .

Студенты очно-заочного отделения самостоятельно выполняют 1 контрольную работу, она оценивается следующими критериями:

**Оценка «5»** ставится за работу, если интервал баллов рейтинга студента  $9 \leq R \leq 10$  и студент выполнил работу полностью без ошибок и недочетов или при выполнении работы полностью без ошибок и недочетов, но при наличии не более одной не аккуратной записи.

**Оценка «4»** ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух-трех недочетов, если интервал баллов рейтинга студента  $7,5 \leq R < 9$ .

**Оценка «3»** ставится в том случае, если студент правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил: не более одной грубой ошибки и двух недочетов, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одну негрубую ошибку и три недочета, при этом интервал баллов рейтинга студента  $6 \leq R < 7,5$ .

**Оценка «2»** ставится, когда число ошибок и недочетов превосходит норму, при которой может быть выставлена оценка «3», или если правильно выполнено менее 2/3 всей работы и балл рейтинга студента составляет  **$R < 6$** .

Студенты заочного отделения самостоятельно выполняют 1 контрольную работу, она оценивается следующими критериями:

**Оценка «5»** ставится за работу, если интервал баллов рейтинга студента  **$18 \leq R \leq 20$**  и студент выполнил работу полностью без ошибок и недочетов или при выполнении работы полностью без ошибок и недочетов, но при наличии не более одной не аккуратной записи.

**Оценка «4»** ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух-трех недочетов, если интервал баллов рейтинга студента  **$15 \leq R < 18$** .

**Оценка «3»** ставится в том случае, если студент правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил: не более одной грубой ошибки и двух недочетов, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одну негрубую ошибку и три недочета, при этом интервал баллов рейтинга студента  **$12 \leq R < 15$** .

**Оценка «2»** ставится, когда число ошибок и недочетов превосходит норму, при которой может быть выставлена оценка «3», или если правильно выполнено менее 2/3 всей работы и балл рейтинга студента составляет  **$R < 12$** .



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
*Факультет-технологический*  
*Кафедра - Химии*  
Направление 18.03.01 «Химическая технология»  
Профиль/программа:  
«Химическая технология органических веществ»  
«Химическая технология высокомолекулярных соединений»  
«Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»  
Семестр 3

**Задания для расчетно-графической работы  
по дисциплине Б1.Б.20 «Аналитическая химия»**

**Расчет и построение кривых титрования. Выбор индикатора**

**Вариант 1.**

Титруют 20,00 см<sup>3</sup> раствора HCl с молярной концентрацией 0,2000 моль/дм<sup>3</sup> раствором NaOH такой же концентрации. Рассчитайте и постройте кривую титрования с учетом разбавления раствора. Определите величину скачка ΔpH вблизи ТЭ для уровня ошибок η = ± 0,1 % и η = ± 1,0 %. Подберите индикатор для фиксирования КТТ.

**Вариант 2.**

Титруют 20,00 см<sup>3</sup> раствора NaOH с молярной концентрацией 0,2000 моль/дм<sup>3</sup> раствором HCl с молярной концентрацией 0,2000 моль/дм<sup>3</sup>. Рассчитайте и постройте кривую титрования с учетом разбавления раствора. Определите величину скачка ΔpH вблизи ТЭ для уровня ошибок η = ± 0,1 % и η = ± 1,0 %. Подберите индикатор для фиксирования КТТ.

**Вариант 3.**

Титруют 20,00 см<sup>3</sup> раствора CH<sub>3</sub>COOH с молярной концентрацией эквивалента 0,2000 моль/дм<sup>3</sup> раствором NaOH с молярной концентрацией эквивалента 0,2000 моль/дм<sup>3</sup>. Рассчитайте и постройте кривую титрования с учетом разбавления раствора. Определите величину скачка ΔpH вблизи ТЭ для уровня ошибок η = ± 0,1 % и η = ± 1,0 %. Подберите индикатор для фиксирования КТТ.

**Вариант 4.**

Титруют 20,00 см<sup>3</sup> раствора HCOOH с молярной концентрацией 0,2000 моль/дм<sup>3</sup> раствором NaOH с молярной концентрацией 0,2000 моль/дм<sup>3</sup>. Рассчитайте и постройте кривую титрования с учетом разбавления раствора. Определите величину скачка ΔpH вблизи ТЭ для уровня ошибок η = ± 0,1 % и η = ± 1,0 %. Подберите индикатор для фиксирования КТТ.

**Вариант 5.**

Титруют 20,00 см<sup>3</sup> раствора HCOOH с молярной концентрацией 0,2000 моль/дм<sup>3</sup> раствором КОН с молярной концентрацией 0,2000 моль/дм<sup>3</sup>. Рассчитайте и постройте кривую титрования с учетом разбавления раствора. Определите величину скачка ΔpH вблизи ТЭ для уровня ошибок η = ± 0,1 % и η = ± 1,0 %. Подберите индикатор для фиксирования КТТ.

**Вариант 6.**

Титруют 20,00 см<sup>3</sup> раствора NH<sub>4</sub>OH с молярной концентрацией 0,2000 моль/дм<sup>3</sup> раствором HCl с молярной концентрацией 0,2000 моль/дм<sup>3</sup>. Рассчитайте и постройте кривую титрования с учетом разбавления раствора. Определите величину скачка ΔpH вблизи ТЭ для уровня ошибок η = ± 0,1 % и η = ± 1,0 %. Подберите индикатор для фиксирования КТТ.

**Вариант 7.**

Титруют 25,00 см<sup>3</sup> раствора NH<sub>4</sub>OH с молярной концентрацией 0,1000 моль/дм<sup>3</sup> раствором HCl с молярной концентрацией 0,1000 моль/дм<sup>3</sup>. Рассчитайте и постройте кривую титрования с учетом разбавления раствора. Определите величину скачка ΔpH вблизи ТЭ для уровня ошибок η = ± 0,1 % и η = ± 1,0 %. Подберите индикатор для фиксирования КТТ.

**Вариант 8.**

Титруют 20,00 см<sup>3</sup> раствора аминокислоты с молярной концентрацией 0,2000 моль/дм<sup>3</sup> раствором КОН с молярной концентрацией 0,2000 моль/дм<sup>3</sup>. Рассчитайте и постройте кривую титрования с учетом разбавления раствора. Определите величину скачка ΔpH вблизи ТЭ для уровня ошибок η = ± 0,1 % и η = ± 1,0 %. Подберите индикатор для фиксирования КТТ.

**Вариант 9.**

Титруют 20,00 см<sup>3</sup> раствора бензойной кислоты с молярной концентрацией 0,1000 моль/дм<sup>3</sup> раствором NaOH с молярной концентрацией 0,1000 моль/дм<sup>3</sup>. Рассчитайте и постройте кривую титрования с учетом разбавления раствора. Определите величину скачка ΔpH вблизи ТЭ для уровня ошибок η = ± 0,1 % и η = ± 1,0 %. Подберите индикатор для фиксирования КТТ.

**Вариант 10.**

Титруют 20,00 см<sup>3</sup> раствора *n*-масляной кислоты (CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>COOH) с молярной концентрацией 0,2000 моль/дм<sup>3</sup> раствором NaOH с молярной концентрацией 0,2000 моль/дм<sup>3</sup>. Рассчитайте и постройте кривую титрования с учетом разбавления раствора. Определите величину скачка ΔpH вблизи ТЭ для уровня ошибок η = ± 0,1 % и η = ± 1,0 %. Подберите индикатор для фиксирования КТТ.

**Вариант 11**

Титруют 20,00 см<sup>3</sup> раствора KMnO<sub>4</sub> с молярной концентрацией 0,1000 моль/дм<sup>3</sup> в среде H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ([H<sup>+</sup>] = 1 моль/дм<sup>3</sup>) раствором FeSO<sub>4</sub> с молярной концентрацией 0,1000 моль/дм<sup>3</sup>. Рассчитайте и постройте кривую титрования с учетом разбавления раствора. Определите величину ΔE вблизи ТЭ для уровня ошибок η = ± 0,1 % и η = ± 1,0 %. Что является индикатором данной реакции?

**Вариант 12.**

Титруют 20,00 см<sup>3</sup> раствора FeSO<sub>4</sub> с молярной концентрацией 0,2000 моль/дм<sup>3</sup> в среде H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ([H<sup>+</sup>] = 1 моль/дм<sup>3</sup>) раствором KMnO<sub>4</sub> с молярной концентрацией 0,2000 моль/дм<sup>3</sup>. Рассчитайте и постройте кривую титрования. Определите величину ΔE вблизи ТЭ для уровня ошибок η = ± 0,1 % и η = ± 1,0 %. Что является индикатором данной реакции?

**Вариант 13.**

Титруют 20,00 см<sup>3</sup> раствора щавелевой кислоты с молярной концентрацией эквивалента 0,2000 моль/дм<sup>3</sup> в среде H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ([H<sup>+</sup>] = 1 моль/дм<sup>3</sup>) раствором KMnO<sub>4</sub> с молярной концентрацией эквивалента 0,2000 моль/дм<sup>3</sup>. Рассчитайте и постройте кривую титрования. Определите величину ΔE вблизи ТЭ для уровня ошибок η = ± 0,1 % и η = ± 1,0 %. Что является индикатором данной реакции?

**Вариант 14.**

Титруют 20,00 см<sup>3</sup> раствора оксалата натрия с молярной концентрацией 0,1000 моль/дм<sup>3</sup> в среде H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ([H<sup>+</sup>] = 1 моль/дм<sup>3</sup>) раствором KMnO<sub>4</sub> с молярной концентрацией 0,1000 моль/дм<sup>3</sup>. Рассчитайте и постройте кривую титрования. Определите величину ΔE вблизи ТЭ для уровня ошибок η = ± 0,1 % и η = ± 1,0 %. Что является индикатором реакции?

**Вариант 15.**

Титруют 20,00 см<sup>3</sup> раствора йода с молярной концентрацией 0,1000 моль/дм<sup>3</sup> раствором тиосульфата натрия с молярной концентрацией 0,1000 моль/дм<sup>3</sup>. Рассчитайте и постройте кривую титрования. Определите величину ΔE вблизи ТЭ для уровня ошибок η = ± 0,1 % и η = ± 1,0 %. Что является индикатором данной реакции в среде HCl?

**Вариант 16.**

Титруют 20,00 см<sup>3</sup> раствора бихромата калия с молярной концентрацией 0,2000 моль/дм<sup>3</sup> в среде HCl раствором KI с молярной концентрацией 0,2000 моль/дм<sup>3</sup>. Рассчитайте и постройте кривую титрования. Определите величину ΔЕ вблизи ТЭ для уровня ошибок  $\eta = \pm 0,1 \%$  и  $\eta = \pm 1,0 \%$ . Что является индикатором данной реакции?

**Вариант 17.**

Титруют 20,00 см<sup>3</sup> раствора AgNO<sub>3</sub> с молярной концентрацией 0,2000 моль/дм<sup>3</sup> раствором NaCl с молярной концентрацией 0,2000 моль/дм<sup>3</sup>. Рассчитайте и постройте кривую титрования ( $\text{PP}_{\text{AgCl}} = 1,78 \cdot 10^{-10}$ ). Определите величину ΔрAg для уровня ошибок  $\eta = \pm 0,1 \%$  и  $\eta = \pm 1,0 \%$ . Подберите индикатор и объясните механизм его действия.

**Вариант 18.**

Титруют 20,00 см<sup>3</sup> раствора NaCl с молярной концентрацией 0,2000 моль/дм<sup>3</sup> раствором AgNO<sub>3</sub> с молярной концентрацией 0,2000 моль/дм<sup>3</sup>. Рассчитайте и постройте кривую титрования ( $\text{PP}_{\text{AgCl}} = 1,78 \cdot 10^{-10}$ ). Определите величину ΔрCl вблизи ТЭ. Подберите индикатор и объясните механизм его действия.

**Вариант 19.**

Титруют 20,00 см<sup>3</sup> раствор AgNO<sub>3</sub> с молярной концентрацией 0,2000 моль/дм<sup>3</sup> раствором KNCS с молярной концентрацией 0,2000 моль/дм<sup>3</sup>. Рассчитайте и постройте кривую титрования ( $\text{PP}_{\text{AgNCS}} = 1,1 \cdot 10^{-12}$ ). Определите величину ΔрAg вблизи ТЭ. Подберите индикатор и объясните механизм его действия.

**Вариант 20.**

Титруют 20,00 см<sup>3</sup> раствора MgCl<sub>2</sub> с молярной концентрацией 0,0200 моль/дм<sup>3</sup> при pH = 9,2 раствором комплексона III с молярной концентрацией 0,0200 моль/дм<sup>3</sup>. Константа устойчивости комплекса MgY<sup>2-</sup> составляет  $1,32 \cdot 10^9$ . Рассчитайте и постройте кривую титрования. Определите величину ΔрMg вблизи ТЭ для уровней ошибок  $\eta = \pm 0,1 \%$  и  $\eta = \pm 1,0 \%$ . Подберите индикатор и объясните механизм его действия.

**Вариант 21.**

Титруют 20,00 см<sup>3</sup> раствора CaCl<sub>2</sub> с молярной концентрацией 0,0200 моль/дм<sup>3</sup> при pH = 12 раствором комплексона III с молярной концентрацией 0,0200 моль/дм<sup>3</sup>. Константа устойчивости комплекса CaY<sup>2-</sup> составляет  $1,75 \cdot 10^{10}$ . Рассчитайте и постройте кривую титрования. Определите величину ΔрCa вблизи ТЭ для уровней ошибок  $\eta = \pm 0,1 \%$  и  $\eta = \pm 1,0 \%$ . Подберите индикатор и объясните механизм его действия.

**Вариант 22.**

Титруют 20,00 см<sup>3</sup> раствора ZnCl<sub>2</sub> с молярной концентрацией 0,0200 моль/дм<sup>3</sup> при pH = 9,2 раствором комплексона III с молярной концентрацией 0,0200 моль/дм<sup>3</sup>. Константа устойчивости комплекса ZnY<sup>2-</sup> составляет  $1,82 \cdot 10^{16}$ . Рассчитайте и постройте кривую титрования. Определите величину ΔрZn вблизи ТЭ для уровней ошибок  $\eta = \pm 0,1 \%$  и  $\eta = \pm 1,0 \%$ . Подберите индикатор и объясните механизм его действия.

**Вариант 23.**

Титруют 20,00 см<sup>3</sup> раствора FeCl<sub>2</sub> с молярной концентрацией 0,0200 моль/дм<sup>3</sup> при pH = 3 раствором комплексона III с молярной концентрацией 0,0200 моль/дм<sup>3</sup>. Константа устойчивости комплекса FeY<sup>2-</sup> составляет  $1,58 \cdot 10^{14}$ . Рассчитайте и постройте кривую титрования. Определите величину ΔрFe вблизи ТЭ для уровней ошибок  $\eta = \pm 0,1 \%$  и  $\eta = \pm 1,0 \%$ . Подберите индикатор и объясните механизм его действия.

**Вариант 24.**

Титруют 20,00 см<sup>3</sup> раствора NiCl<sub>2</sub> с молярной концентрацией 0,0200 моль/дм<sup>3</sup> при pH = 9,2 раствором комплексона III с молярной концентрацией 0,0200 моль/дм<sup>3</sup>. Константа устойчивости комплекса NiY<sup>2-</sup> составляет  $4,17 \cdot 10^{18}$ . Рассчитайте и постройте кривую титрования. Определите величину ΔрNi вблизи ТЭ для уровней ошибок  $\eta = \pm 0,1 \%$  и  $\eta = \pm 1,0 \%$ . Подберите индикатор и объясните механизм его действия.

**Вариант 25.**

Титруют 20,00 см<sup>3</sup> раствора BaCl<sub>2</sub> с молярной концентрацией 0,0200 моль/дм<sup>3</sup> при рН = 9 раствором комплексона III с молярной концентрацией 0,0200 моль/дм<sup>3</sup>. Константа устойчивости комплекса BaY<sup>2-</sup> составляет 6,02·10<sup>7</sup>. Рассчитайте и постройте кривую титрования. Определите величину ΔрВа вблизи ТЭ для уровней ошибок η = ± 0,1 % и η = ± 1,0 %. Подберите индикатор и объясните механизм его действия.

#### ***Критерии оценивания РГР:***

Расчетно-графическая работа оцениваются следующим образом – для очной и очно-заочной форм обучения максимальный балл – 10 баллов, за правильное оформление и за правильное решение, аккуратное выполнение графиков. Минимальный балл – 6 баллов (имеются недочеты в оформлении и решении).

**Оценка «5»** ставится за работу, если интервал баллов рейтинга студента  $9 \leq R \leq 10$  и студент выполнил работу полностью без ошибок и недочетов или при выполнении работы полностью без ошибок и недочетов, но при наличии не более одной не аккуратной записи.

**Оценка «4»** ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета или не более двух-трех недочетов, если интервал баллов рейтинга студента  $7,5 \leq R < 9$ .

**Оценка «3»** ставится в том случае, если студент правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил: не более одной грубой ошибки и двух недочетов, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одну негрубую ошибку и три недочета, при этом интервал баллов рейтинга студента  $6 \leq R < 7,5$ .

**Оценка «2»** ставится, когда число ошибок и недочетов превосходит норму, при которой может быть выставлена оценка «3», или если правильно выполнено менее 2/3 всей работы и балл рейтинга студента составляет  $R < 6$ .

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
*Факультет- технологический*  
*Кафедра - Химии*  
Направление 18.03.01 «Химическая технология»  
Профиль/программа:  
«Химическая технология органических веществ»  
«Химическая технология высокомолекулярных соединений»  
«Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов»  
Семестр 3

***Вопросы для коллоквиумов  
по дисциплине Б1.Б.20 «Аналитическая химия»***

**Коллоквиум №1**

**Метод кислотно-основного титрования**

1. Вычисление pH растворов кислот, оснований, буферных растворов и солей.
2. Способы выражения концентрации.
3. Буферные растворы и их свойства.
4. Гидролиз солей, типы гидролиза.
5. Основные понятия титриметрии. Точка эквивалентности и конечная точка титрования. Скачок титрования.
6. Требования к реакциям, применяемым в титриметрии.
7. Методы титрования.
8. Типы титриметрических реакций.
9. Кривые кислотно-основного титрования.
10. Индикаторы кислотно-основного титрования, подбор индикатора.
11. Стандартизация раствора соляной кислоты (реакции, индикатор, расчеты).
12. Определение NaOH и Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> при их совместном присутствии (реакции, индикаторы, расчеты).

**Коллоквиум №2**

**Окислительно-восстановительное титрование**

1. Окислительно-восстановительные реакции (редокс процессы). Типы редокс реакций. Примеры окислительно-восстановительных реакций, используемых в аналитической химии.
2. Влияние различных факторов на величину редокс потенциала, на скорость и направление окислительно-восстановительных реакций. Уравнение Нернста. Связь между константой равновесия и ЭДС редокс реакций.
3. Сущность редокс методов и их классификация. Понятие об оксидиметрии и редуктометрии.
4. Кривые титрования в окислительно-восстановительных методах. Критерии возможности использования редокс методов.
5. Методы установления Т.Э. в редокс методах.
6. Перманганатометрия. Стандартизация раствора перманганата калия. Уравнения реакций. Преимущества и недостатки метода. Применение метода.

7. Иодометрия. Стандартизация раствора тиосульфата натрия. Уравнения реакций. Преимущества и недостатки метода. Применение метода.

### Коллоквиум №3

#### Комплексонометрическое титрование. Металло-индикаторы

1. Аминополикарбоновые кислоты как титранты комплексонометрического титрования.
2. Механизм комплексообразования с участием комплексона III.
3. Условия комплексонометрического титрования. Кривые комплексонометрического титрования.
4. Способы фиксации Т.Э в комплексонометрическом титровании.
5. Определение  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$  при их совместном присутствии.
6. Жесткость воды. Виды и способы определения.

#### Критерии оценки ответа студента на вопросы коллоквиума

В третьем семестре студенты сдают 3 коллоквиума, каждый из которых оценивается следующими критериями:

<b>Критерии оценки</b>	<b>Баллы</b>			
Уровень усвоения материала, предусмотренного программой	$0,9 \leq R < 1$	$0,7 \leq R < 0,9$	$0,6 \leq R < 0,7$	$R < 0,6$
Уровень знакомства с основной литературой, предусмотренной программой	$0,9 \leq R < 1$	$0,7 \leq R < 0,9$	$0,6 \leq R < 0,7$	$R < 0,6$
Уровень знакомства с дополнительной литературой	$0,9 \leq R < 1$	$0,7 \leq R < 0,9$	$0,6 \leq R < 0,7$	$R < 0,6$
Уровень раскрытия причинно-следственных связей	$0,9 \leq R < 1$	$0,7 \leq R < 0,9$	$0,6 \leq R < 0,7$	$R < 0,6$
Ответы на вопросы: полнота, аргументированность, убежденность, умение использовать ответы на вопросы для более полного раскрытия содержания вопроса	$0,9 \leq R < 1$	$0,7 \leq R < 0,9$	$0,6 \leq R < 0,7$	$R < 0,6$
<b>Общая оценка</b>	<i>отлично</i>	<i>хорошо</i>	<i>удовлетворительно</i>	<i>неудовлетворительно</i>
<b>Общий интервал рейтинга студента</b>	$4,5 \leq R < 5$	$3,5 \leq R < 4,5$	$3 \leq R < 3,5$	$R < 3$