

Документ подписан простой электронной подписью  
 Информация о владельце:  
 ФИО: Пекаревский Борис Владимирович  
 Должность: Проректор по учебной и методической работе  
 Дата подписания: 01.09.2023 13:50:00  
 Уникальный программный ключ:  
 3b89716a1076b80b1c167610727c09d01782b382

**ПРИЛОЖЕНИЕ А.**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ**  
**по профессиональному модулю «Определение оптимальных средств и методов анализа**  
**природных и промышленных материалов»**

**1. Комплект контрольно-оценочных средств**

Результатом освоения профессионального модуля является готовность обучающегося к выполнению вида профессиональной деятельности и составляющих его профессиональных компетенций, а также общие компетенции, формирующиеся в процессе освоения образовательной программы в целом.

Формой аттестации по профессиональному модулю является экзамен. Итогом экзамена является однозначное решение: «вид профессиональной деятельности освоен/ не освоен».

**1. 1.Формы промежуточной аттестации по профессиональному модулю**

Таблица 1

Элементы модуля, профессиональный модуль	Формы контроля и оценивания	
	Текущий контроль	Промежуточная аттестация (по учебному плану)
МДК.02.01 «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа»	Экспертное наблюдение и оценка на практических занятиях, лабораторных занятиях. Тематический контроль в форме устного опроса	Экзамен (2 и 3 семестр) Курсовой проект (4 семестр)
МДК 02.02 «Основы биохимических методов анализа»	Экспертное наблюдение и оценка на лабораторных занятиях. Тематический контроль в форме устного опроса	Экзамен (4 семестр)
ПП.02.02 «Производственная практика»	Экспертное наблюдение и оценка при выполнении практики. Тематический контроль в форме устного опроса	Дифференцированный зачет (4 семестр)

## 1.2. Результаты освоения модуля, подлежащие проверке

Таблица 2

Результаты освоения (объекты оценивания)	Основные показатели оценки результата	Тип задания	Форма аттестации (в соответствии с Учебным планом)
1	2	4	5
ПК 1.1	Оценивать соответствие методики задачам анализа по диапазону измеряемых значений и точности	Практическая работа Лабораторная работа Отчет по учебной практике Отчет по производственной практике	ДЗ, экзамен
ПК 1.2	Выбирать оптимальные методы анализа	Практическая работа Лабораторная работа Отчет по учебной практике Отчет по производственной практике	ДЗ, экзамен
ПК 1.3	Подготавливать реагенты, материалы и растворы, необходимые для анализа	Практическая работа Лабораторная работа Отчет по учебной практике Отчет по производственной практике	ДЗ, экзамен
ПК 1.4.	Работать с химическими веществами и оборудованием с соблюдением отраслевых норм и экологической безопасности	Практическая работа Лабораторная работа Отчет по учебной практике Отчет по производственной практике	ДЗ, экзамен
ОК 1	Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам.	Практическая работа Лабораторная работа Отчет по учебной практике Отчет по производственной практике	ДЗ, экзамен

ОК 2	Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности.	Практическая работа Лабораторная работа Отчет по учебной практике Отчет по производственной практике	ДЗ, экзамен
ОК 3	Планировать и реализовывать собственное профессиональное и личностное развитие.	Практическая работа Лабораторная работа Отчет по учебной практике Отчет по производственной практике	ДЗ, экзамен
ОК 4	Работать в коллективе и команде, эффективно взаимодействовать с коллегами, руководством, клиентами.	Практическая работа Лабораторная работа Отчет по учебной практике Отчет по производственной практике	ДЗ, экзамен
ОК 5	Осуществлять устную и письменную коммуникацию на государственном языке с учетом особенностей социального и культурного контекста.	Практическая работа Лабораторная работа Отчет по учебной практике Отчет по производственной практике	ДЗ, экзамен
ОК 6	Проявлять гражданско-патриотическую позицию, демонстрировать осознанное поведение на основе традиционных общечеловеческих ценностей.	Практическая работа Лабораторная работа Отчет по учебной практике Отчет по производственной практике	ДЗ, экзамен
ОК 9	Использовать информационные технологии в профессиональной деятельности.	Практическая работа Лабораторная работа Отчет по учебной практике Отчет по производственной практике	ДЗ, экзамен
ОК 10	Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранном языках.	Практическая работа Лабораторная работа Отчет по учебной практике Отчет по производственной практике	ДЗ, экзамен

В результате освоения профессионального модуля студент должен:

<b>Иметь практи- ческий опыт</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- оценки соответствия методик задачам анализа по диапазону измеряемых значений и точности;</li> <li>- выбора оптимальных методов исследования;</li> <li>- выполнения химических и физико-химических анализов.</li> <li>- приготовления реагентов, материалов и растворов, необходимых для проведения анализа;</li> <li>- выполнения работ с химическими веществами и оборудованием с соблюдением отраслевых норм и экологической безопасности.</li> </ul>
<b>уметь</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- работать с нормативной документацией на методику анализа;</li> <li>- выбирать оптимальные технические средства и методы исследований;</li> <li>- оценивать метрологические характеристики методики;</li> <li>- оценивать метрологические характеристики лабораторного оборудования;</li> <li>- выбирать оптимальные технические средства и методы исследований;</li> <li>- измерять аналитический сигнал и устанавливать зависимость сигнала от концентрации - определяемого вещества;</li> <li>- подготавливать объекты исследований;</li> <li>- выполнять химические и физико-химические методы анализа;</li> <li>- осуществлять подготовку лабораторного оборудования;</li> <li>- подготавливать объекты исследований;</li> <li>- выполнять необходимые расчеты для приготовления реагентов, материалов и растворов;</li> <li>- проводить приготовление растворов, аттестованных смесей и реагентов с соблюдением техники лабораторных работ;</li> <li>- выполнять стандартизацию растворов;</li> <li>- выбирать основное и вспомогательное оборудование, посуду, реактиву.</li> <li>- организовывать рабочее место в соответствии с требованиями нормативных документов и правилами охраны труда;</li> <li>- использовать оборудование и средства измерения строго в соответствии с инструкциями заводов-изготовителей;</li> <li>- соблюдать безопасность при работе с лабораторной посудой и приборами;</li> <li>- соблюдать правила хранения, использования и утилизации химических реактивов;</li> <li>- использовать средства индивидуальной и коллективной защиты;</li> <li>- соблюдать правила пожарной и электробезопасности.</li> </ul>
<b>знать</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- нормативную документацию на методику выполнения измерений;</li> <li>- основные нормативные документы, регламентирующие погрешности результатов измерений;</li> <li>- современные автоматизированные методы анализа промышленных и природных образцов;</li> <li>- основные методы анализа химических объектов;</li> <li>- метрологические характеристики химических методов анализа;</li> <li>- метрологические характеристики основных видов физико-химических методов анализа;</li> <li>- метрологические характеристики лабораторного оборудования;</li> <li>- современные автоматизированные методы анализа промышленных и природных образцов;</li> <li>- классификацию химических методов анализа;</li> <li>- классификацию физико-химических методов анализа;</li> <li>- теоретических основ химических и физико-химических методов анализа;</li> <li>- методы расчета концентрации вещества по данным анализа;</li> <li>- лабораторное оборудования химической лаборатории;</li> <li>- классификацию химических веществ; основные требования к методам и средствам аналитического контроля: требования к предоставлению результатов анализа, средствам измерений, к вспомогательному оборудованию;</li> </ul>

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>- нормативную документацию по приготовлению реагентов материалов и растворов, оборудования, посуды;</li><li>- способы выражения концентрации растворов;</li><li>- способы стандартизации растворов;</li><li>- технику выполнения лабораторных работ;</li><li>- правила охраны труда при работе в химической лаборатории;</li><li>- правила использования средств индивидуальной и коллективной защиты;</li><li>- правила хранения, использования, утилизации химических реактивов;</li><li>- правила охраны труда при работе с лабораторной посудой и оборудованием;</li><li>- правила охраны труда при работе с агрессивными средами и легковоспламеняющимися жидкостями;</li><li>- правила чтения текстов профессиональной направленности.</li></ul> |
|--|

## 2. Комплект контрольно-оценочных средств

### 2.1. Оценка освоения теоретического курса профессионального модуля

#### 2.1.1 Типовые задания для оценки освоения МДК 02.01

#### «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа»

### КАРТА КОМПЕТЕНЦИЙ

#### по учебной дисциплине

#### «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа»

#### специальность 18.02.12 Технология аналитического контроля химических соединений

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	ПК, ОК	Наименование темы	Наименование контрольно-оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
У 1. Выбирать оптимальные технические средства и методы исследований.	ПК 1.1 ПК 1.2	Тема 1.1 Введение. Предмет и задачи аналитической химии	Устный опрос	Экзамен
	ПК 1.1 ПК 1.2	Тема 1.2 Гравиметрический анализ	Устный опрос	
	ПК 1.1 ПК 1.2	Тема 1.3 Титриметрический анализ	Устный опрос	
	ПК 1.1 ПК 1.2	Тема 2.1 Основы физико-химических методов анализа	Устный опрос	
	ПК 1.1 ПК 1.2	Тема 2.2 Спектральные методы анализа	Устный опрос	
	ПК 1.1 ПК 1.2	Тема 2.3 Хроматографические методы анализа	Устный опрос	
	ПК 1.1 ПК 1.2	Тема 2.4 Электрохимические методы анализа	Устный опрос	

У 2. Подготавливать объекты исследований.	ПК 1.4	Тема 1.2 Гравиметрический анализ	Выполнение лабораторной работы «Гравиметрическое определение содержания бария»	-
			Выполнение лабораторной работы «Определение содержания сухого вещества в растительном материале»	
	ПК 1.4	Тема 1.3 Титриметрический анализ	Выполнение лабораторной работы «Стандартизация раствора соляной кислоты»	
Выполнение лабораторной работы «Стандартизация раствора тиосульфата натрия»				
ПК 1.4	Тема 2.2 Спектральные методы анализа	Выполнение лабораторной работы «Рентгеноспектральный микроанализ неорганических объектов на сканирующем электронном микроскопе»		
У 3. Использовать выбранный метод для исследуемого объекта.	ПК 1.1 ПК 1.4	Тема 1.2 Гравиметрический анализ	Выполнение лабораторной работы «Гравиметрическое определение содержания бария»	-
			Контрольная работа №1 «Гравиметрический анализ»	
	ПК 1.1 ПК 1.4	Тема 1.3 Титриметрический анализ	Выполнение лабораторной работы «Стандартизация раствора соляной кислоты»	
Выполнение лабораторной работы «Титрование смеси гидроксида натрия и				

			<p><b>соды с применением двух индикаторов»</b></p> <p>Выполнение лабораторной работы «Комплексонометрическое определение магния»</p> <p>Выполнение лабораторной работы «Определение жесткости воды»</p> <p>Выполнение лабораторной работы «Стандартизация раствора тиосульфата натрия»</p> <p>Контрольная работа №2 «Кислотно-основное титрование»</p> <p>Контрольная работа №3 «Окислительно-восстановительное титрование»</p>	
ПК 1.1 ПК 1.4	Тема 2.2 Спектральные методы анализа		<p>Выполнение лабораторной работы «Построение дисперсионной кривой стилоскопа»</p> <p>Выполнение лабораторной работы «Качественный анализ на стилоскопе с помощью дисперсионной кривой и спектров чистых элементов»</p> <p>Выполнение лабораторной работы «Выбор спектрального диапазона для проведения фотометрических определений»</p>	-



			Выполнение лабораторной работы «Фотометрическое определение железа с сульфосалициловой кислотой»	
			Выполнение лабораторной работы «Радиометрическое определение примеси калия в натриевых солях»	
			Выполнение лабораторной работы «Рентгеноспектральный микроанализ неорганических объектов на сканирующем электронном микроскопе»	
	ПК 1.1 ПК 1.4	Тема 2.3 Хроматографические методы анализа	Выполнение лабораторной работы «Определение бромид- и йодид-ионов методом бумажной осадочной хроматографии»	-
	ПК 1.1 ПК 1.4	Тема 2.4 Электрохимические методы анализа	Выполнение лабораторной работы «Градуировка рН-метра и определение рН дистиллированной воды»	
			Выполнение лабораторной работы «Кулонометрическое титрование хлороводородной кислоты»	
У 4. Классифицировать исследуемый объект.	ПК 1.1	Тема 1.1 Введение. Предмет и задачи аналитической химии	Устный опрос	Экзамен
	ПК 1.1	Тема 2.1 Основы физико-химических методов анализа	Устный опрос	
З 1. Основные методы анализа химических	ПК 1.1 ПК 1.2	Тема 1.2 Гравиметрический анализ	Устный опрос	
			Контрольная работа №1	

объектов.			«Гравиметрический анализ»	Экзамен
	ПК 1.1 ПК 1.2	Тема 1.3 Титриметрический анализ	Устный опрос	
			Контрольная работа №2 «Кислотно-основное титрование»	
			Контрольная работа №3 «Окислительно-восстановительное титрование»	
	ПК 1.1 ПК 1.2	Тема 2.2 Спектральные методы анализа	Устный опрос	
ПК 1.1 ПК 1.2	Тема 2.3 Хроматографические методы анализа	Устный опрос		
ПК 1.1 ПК 1.2	Тема 2.4 Электрохимические методы анализа	Устный опрос		
3.2. Принципы выбора методики анализа конкретного объекта в зависимости от его предполагаемого химического состава.	ПК 1.2	Тема 1.1 Введение. Предмет и задачи аналитической химии	Устный опрос	Экзамен
	ПК 1.2	Тема 2.1 Основы физико-химических методов анализа	Устный опрос	
3.3. Современные автоматизированные методы анализа промышленных и природных объектов.	ПК 1.2	Тема 2.2 Спектральные методы анализа	Курсовое проектирование	-
	ПК 1.2	Тема 2.3 Хроматографические методы анализа	Курсовое проектирование	
3.4. Нормативную документацию на методику выполнения измерений.	ПК 1.2 ПК 1.4	Тема 1.1 Введение. Предмет и задачи аналитической химии	Устный опрос	Экзамен
	ПК 1.2 ПК 1.4	Тема 2.1 Основы физико-химических методов анализа	Устный опрос	

3 5. Нормативные документы, регламентирующие метрологические характеристики измерений.	ПК 1.1	Тема 2.1 Основы физико-химических методов анализа	Курсовое проектирование	Экзамен
--	--------	---	-------------------------	---------

### Задачи для контрольных работ

#### Контрольная работа №1 «Гравиметрический анализ»

1. Какой объем 0,2М раствора  $H_2SO_4$  требуется для осаждения бария из раствора, содержащего 2,5 г  $BaCl_2 \cdot 2H_2O$ ?
2. 0,20 г сплава, содержащего по массе 20% серебра, растворили. Ионы серебра из полученного раствора осадил 0,30М раствором  $KCl$ . Какой объем осадителя потребуется для этой операции?
3. Из образца технического сульфида натрия, массой 0,2135 г после ряда операций получено 0,4621 сульфата бария. Вычислить массовую долю сульфида натрия и серы в образце.
4. Массовая доля серы в угле составляет 0,5%. Какую навеску угля необходимо взять для анализа, чтобы получить 0,19 г осадка сульфата бария?
5. Вычислить массу навески силиката с массовой долей кремния 18%, которую нужно взять для получения 0,0724 г прокаленного осадка  $SiO_2$ .
6. Какую навеску руды с массовой долей серы 25% следует взять для получения  $BaSO_4$ ? 0,23 г
7. При анализе некоторого образца, содержащего магний, получено 0,1126 г пирофосфата магния ( $Mg_2P_2O_7$ ). Сколько оксида магния должно получиться из такой же навески образца?
8. При анализе 0,3498 г загрязнённой соли сульфата железа получено 0,1135 г  $Fe_2O_3$ . Вычислить массовую долю  $Fe_2(SO_4)_3$ .
9. При анализе 0,8864 г минерала получено 0,1038 г осадка с массовой долей  $Fe_2O_3$  28,5%. Вычислить массовую долю железа в минерале. Какой объём  $6 \cdot 10^{-3}M$  раствора  $Al_2(SO_4)_3$  требуется взять для анализа, чтобы получить 0,15 г осадка оксихинолината алюминия ( $Al(C_9H_6ON)_3$ )?
10. Из 1,358 г минерала получено 0,6320 г прокалённого осадка, содержащего только оксиды алюминия и железа. Далее найдено, что осадок содержит 0,0417 г оксида железа. Вычислить массовую долю алюминия в минерале.
11. При анализе 0,5355 г силиката влажностью 1,23%, получено 0,0963 г  $Mg_2P_2O_7$ . Вычислить массовую долю  $MgO$  в сухом силикате.

12. 0,70 г сплава с массовой долей свинца 18% растворили, ионы свинца осадили 0,3М  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Какой объём осадителя затратили на эту операцию?
13. Какую навеску руды, содержащей по массе 45% железа, нужно взять для анализа, чтобы получить 0,19 г  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ?
14. Какую навеску сплава с массовой долей магния 0,19 % нужно взять для анализа, чтобы получить не более 0,20 г прокаленного осадка пирофосфата магния ( $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ )?
15. При анализе некоторой навески фосфата алюминия получено 0,1357 г пирофосфата магния  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ . Сколько граммов  $\text{Al}_2\text{O}_3$  должно получиться из такой же навески?
16. Массовая доля серы в угле составляет 0,71%. Какую навеску угля надо взять для получения 0,1237 г осадка  $\text{CuS}$  ?
17. Сколько граммов пирофосфата магния ( $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ) должно быть получено при анализе 0,3185 г образца, содержащего 60,26% шестиводного хлорида магния ( $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) и инертные примеси?
18. Массовая доля серы в угле составляет 0,56%. Какую навеску угля надо взять для получения 0,21 г осадка  $\text{BaSO}_4$ ?
19. При анализе 0,1726 г препарата получено 0,5341 г  $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4 \cdot 12\text{MoO}_3$ . Вычислить массовую долю  $\text{P}_2\text{O}_5$  в препарате.
20. Какой объём раствора серной кислоты плотностью 1,27 г/см<sup>3</sup> потребуется для осаждения бария при анализе 0,85 г руды с массовой долей бария 23%?
21. При анализе 0,2758 г пирита  $\text{FeS}_2$  получено 0,4320 г  $\text{BaSO}_4$ . Вычислить массовую долю серы в пирите.
22. Какую навеску  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  надо взять, чтобы получить 0,20 г сухого осадка оксихинолината алюминия  $\text{Al}(\text{C}_9\text{H}_6\text{ON})_3$  ?
23. Из анализируемого раствора соли калия получено 0,1528 г осадка хлорплатината калия ( $\text{K}_2(\text{PtCl}_6)$ ). Вычислить массу калия в анализируемом растворе.
24. Из образца технического сульфида калия массой 0,3657 г получено 0,1423 г  $\text{CuS}$ . Вычислить массовую долю сульфида калия и серы в образце.
25. Какой объём 0,05М раствора  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$  следует взять, чтобы получить 0,16 г диметилглиоксимата никеля  $\text{Ni}(\text{C}_4\text{H}_7\text{N}_2\text{O}_2)_2$  ?
26. При анализе 0,2127 г доломита ( $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ) влажностью 0,67% получено 0,1136 г пирофосфата магния  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ . Какова массовая доля карбоната магния в сухом доломите.
27. Какую навеску руды с массовой долей железа 60% нужно взять для анализа, чтобы получить 1,16 г  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ?

28. При анализе 0,2988 г никелевого купороса получено 0,2842 г осадка диметилглиоксимата никеля  $\text{Ni}(\text{C}_4\text{H}_7\text{N}_2\text{O}_2)_2$ . Какова массовая доля  $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  в купоросе?
29. Препарат с массовой долей  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  70% содержит также инертные примеси. Какую навеску препарата надо взять для анализа, чтобы получить не более 0,24 г прокаленного осадка  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ?
30. Сплав Al, Mg и Ca имеет массовую долю Ca 6,5%. Из 0,2647 г этого сплава получится 0,2235 г  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Сколько граммов пирофосфата магния  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$  получится из равной навески сплава?
31. Какую навеску  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  следует взять для анализа, чтобы получить не более 0,30 г прокаленного осадка CaO?
32. Массовая доля фосфора в сплаве составляет 0,75%. Какую навеску сплава нужно взять для анализа, чтобы получить 0,17 г прокаленного осадка пирофосфата магния ( $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ )?
33. При анализе 0,6528 г сплава получено 0,1215 г AgCl. Вычислить массовую долю серебра в сплаве.
34. При анализе образца фосфата алюминия получено 0,1126 г осадка пирофосфата  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ . Сколько  $\text{Al}_2\text{O}_3$  должно получиться из такой же навески образца фосфата алюминия?
35. Какой объём раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  плотностью 1,005 г/см<sup>3</sup> требуется для осаждения ионов бария из навески  $\text{BaCl}_2$  массой 0,16 г?
36. Вычислить массу серы в образце чугуна, из которого после соответствующей обработки было получено 0,0985 г CuS.
37. При анализе 1,008 г загрязнённой соли Мора получено 0,1886 г  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Вычислить массовую долю  $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4) \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  в препарате.
38. При анализе 0,2716 г железной руды, имеющей влажность 0,58%, получено 0,1823 г  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Вычислить массовую долю железа в сухом образце.
39. Какую навеску карналлита ( $\text{MgCl}_2 \cdot \text{KCl} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) надо взять для анализа, чтобы получить 0,12 г прокаленного осадка пирофосфата магния  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ ?
40. При анализе 0,6387 г силиката влажностью 1,35%, получено 0,0987 г  $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ . Вычислить массовую долю MgO в сухом силикате.

### Контрольная работа №2 «Кислотно-основное титрование»

1. Навеску смеси минеральных солей массой 0,9500 г внесли в раствор щёлочи и отогнали  $\text{NH}_3$ , пропустив его в 50,00мл 0,2060М раствора HCl. На титрование остатка кислоты пошло 6,25мл 0,2010М раствора NaOH. Вычислить массовую долю азота в смеси.

2. К раствору  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  добавили 25,00мл 0,1132М раствора NaOH и кипячением удалили  $\text{NH}_3$ . На титрование остатка NaOH пошло 5,70мл 0,1347М раствора HCl. Вычислить массу  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  в растворе.
3. Провели реакцию 0,30г смеси с массовой долей  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  37% и NaOH 42% с 25мл 0,24М раствором HCl. Какой объём 0,11М раствора NaOH пойдёт на титрование избытка кислоты?
4. Какой объём 0,10М раствора HCl требуется взять для нейтрализации аммиака, выделяемого из 0,5000г вещества с массовой долей азота 4%, чтобы на титрование избытка HCl пошло 5,0мл 0,11М раствора NaOH?
5. На титрование 1,150г раствора  $\text{HNO}_3$  идёт 20,10мл раствора NaOH с титром  $T(\text{NaOH}) = 0,002210\text{г/мл}$ . Вычислить массовую долю  $\text{N}_2\text{O}_5$  в азотной кислоте.
6. К раствору, содержащему 0,1225г NaCl, прилито 24,00мл стандартного раствора  $\text{AgNO}_3$ . На титрование остатка  $\text{AgNO}_3$  затрачено 3,55мл стандартного раствора KSCN. Известно, что на титрование 20,00мл раствора  $\text{AgNO}_3$  расходуется 21,50мл раствора KSCN. Вычислить молярную концентрацию  $\text{AgNO}_3$  и KSCN в стандартных растворах.
7. К 25,00мл раствора хлорида бария добавили 25,00мл 0,1500М раствора соды ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ). После удаления осадка  $\text{BaCO}_3$  избыток соды оттитровали 25,00мл 0,0580М раствора хлороводородной кислоты (HCl). Вычислить массовую концентрацию хлорида бария в растворе.
8. Через 0,2475н. раствор  $\text{H}_2\text{SO}_4$  объёмом 50,0мл пропустили газообразный  $\text{NH}_3$ . На титрование избытка  $\text{H}_2\text{SO}_4$  израсходовали 24,05мл 0,1023М раствора KOH. Вычислить массу поглощённого аммиака. Написать уравнения реакций.
9. К навеске 0,5000г  $\text{CaCO}_3$  добавили 25,00мл 0,5006М раствора HCl. На титрование остатка HCl пошло 6,55мл 0,4900М раствора NaOH. Вычислить массовую долю  $\text{CaCO}_3$  в образце. Написать уравнения реакций.
10. Для определения содержания оксида кальция 0,2018г природного известняка обработали 25,00мл 0,1845М раствора HCl. На титрование избытка кислоты затрачено 4,18мл раствора NaOH, титр которого  $T(\text{NaOH}) = 0,008000\text{г/мл}$ . Вычислить массовую долю CaO в известняке.
11. 2,02 г влажного оксида цинка растворили в 50,0мл раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . На титрование остатка кислоты пошло 10,5мл 1,02М раствора NaOH. Объёмное соотношение NaOH и  $\text{H}_2\text{SO}_4$  равно 1,18. Вычислите массовую долю ZnO в образце. Напишите уравнения реакций.
12. 30,00 мл стандартного раствора  $\text{AgNO}_3$  прилито к анализируемому раствору, содержащему 0,1173г NaCl. На титрование избытка  $\text{AgNO}_3$

пошло 3,25мл 0,1100М стандартного раствора  $\text{NH}_4\text{SCN}$ . Вычислить молярную концентрацию стандартного раствора  $\text{AgNO}_3$  и его титр ( $T_{\text{AgNO}_3}$ ).

13. К 20мл 0,1210М анализируемого раствора  $\text{KBr}$  добавили 23,00мл стандартного раствора  $\text{AgNO}_3$ , избыток которого оттитровали 3,55мл 0,1000М стандартного раствора  $\text{KSCN}$ . Вычислить молярную концентрацию стандартного раствора  $\text{AgNO}_3$  и его титр.
14. Из навески 0,2804г  $\text{NaCl}$  приготовили 100,0мл раствора. К 20,00мл этого раствора (аликвота) добавили 25,00мл стандартного раствора  $\text{AgNO}_3$ . На титрование остатка  $\text{AgNO}_3$  пошло 4,85мл 0,05020М раствора  $\text{KSCN}$ . Вычислить молярную концентрацию стандартного раствора  $\text{AgNO}_3$  и его титр.
15. К 20,00мл анализируемого раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  прилили 30,00мл 0,2040М стандартного раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и удалили  $\text{CO}_2$  кипячением. На титрование остатка кислоты пошло 15,12мл стандартного раствора  $\text{NaOH}$ . Установлено, что 1,000мл раствора  $\text{NaOH}$  эквивалентен 1,010мл раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Вычислить молярную концентрацию  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в анализируемом растворе. Напишите уравнения реакций.
16. К 25,00мл 0,2435М раствора  $\text{HCl}$  добавлено 0,2176г  $\text{CaCO}_3$ . Какой объём 0,2019М раствора  $\text{NaOH}$  потребуется на титрование избытка кислоты?
17. К 25 мл анализируемого раствора, содержащего хлориды, добавили 20,00 мл 0,1075М стандартного раствора  $\text{AgNO}_3$ . После этого избыток ионов  $\text{AgNO}_3$  оттитровали 1,65 мл 0,1107М стандартного раствора  $\text{NH}_4\text{SCN}$ . Вычислить массовую концентрацию (г/л) хлорид-ионов в растворе.
18. К 20,25мл 0,1560н. раствора  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  прилили 30,08мл стандартного раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$  и удалили  $\text{CO}_2$  кипячением. На титрование избытка кислоты пошло 15,12мл раствора  $\text{NaOH}$ . Установлено, что 1,000мл  $\text{NaOH}$  эквивалентен 1,015мл раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Вычислить нормальную концентрацию стандартного раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Напишите уравнения реакций.
19. К 0,5000г смеси с массовой долей  $\text{KHSO}_4$  10,22% прилили 30,0мл 0,1018М раствора  $\text{KOH}$ . Какой объём 0,1030М раствора  $\text{HCl}$  пойдёт на титрование избытка  $\text{KOH}$ ?
20. К 2,000г раствора азотной кислоты прилили 25,00мл 0,2016М раствора  $\text{NaOH}$ . На титрование избытка  $\text{NaOH}$  пошло 16,02мл 0,1800М раствора  $\text{HCl}$ . Вычислить массовую долю (%)  $\text{HNO}_3$  в растворе. Написать уравнения реакций.
21. Рассчитать молярную концентрацию стандартных растворов  $\text{AgNO}_3$  и  $\text{NH}_4\text{SCN}$ , если при действии 30,0мл раствора  $\text{AgNO}_3$  на 0,1173г  $\text{NaCl}$

- избыток  $\text{AgNO}_3$  оттитровали 3,20мл раствора  $\text{NH}_4\text{SCN}$ . Предварительно было определено, что на титрование 30,0мл раствора  $\text{AgNO}_3$  требуется 31,5мл раствора  $\text{NH}_4\text{SCN}$ .
22. Для поглощения аммиака, выделившегося при анализе органического вещества, использовано 25,0мл раствора  $\text{HCl}$ , титр которого по  $\text{NaOH}$  ( $T(\text{HCl}/\text{NaOH})$ ) равен 0,004012г/мл. На титрование избытка кислоты затрачено 2,85мл 0,1100М раствора  $\text{NaOH}$ . Вычислить массу поглощённого аммиака.
  23. Какая масса раствора с массовой долей  $\text{H}_2\text{SO}_4$  15% должна быть взята при условии, что на её титрование расходуется не более 25,5 мл раствора  $\text{KOH}$  с титром 0,002405г/мл?
  24. На титрование 15,0мл 0,2135 М раствора  $\text{HCl}$  расходуется 21,40мл раствора  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ . На титрование 16,0мл раствора уксусной кислоты пошло 18,55мл того же раствора  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ . Рассчитать молярную концентрацию раствора уксусной кислоты.
  25. Образец оксида цинка массой 2,017 г растворили в 50,00мл  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , после чего избыток кислоты оттитровали 10,30мл 1,020М раствора  $\text{NaOH}$ . Найти массовую долю  $\text{ZnO}$  (%) в образце. Объёмное соотношение  $\text{NaOH}$  и  $\text{H}_2\text{SO}_4$  составляет 1,185.
  26. Через 20,0мл раствора  $\text{HCl}$  с титром  $T(\text{HCl})=0,07290\text{г/мл}$  был пропущен газообразный  $\text{NH}_3$ . Остаток  $\text{HCl}$  оттитровали 6,30мл стандартного раствора  $\text{NaOH}$ . Объёмное соотношение растворов  $\text{NaOH}$  и  $\text{HCl}$  составляет 1,025. Рассчитать массу поглощённой кислотой  $\text{NH}_3$ .
  27. На титрование 20,0мл 0,2215М раствора  $\text{HCl}$  расходуется 21,40мл раствора  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ . На титрование 25,0мл раствора уксусной кислоты ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) пошло 22,55мл того же раствора  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ . Рассчитать молярную концентрацию и титр раствора уксусной кислоты.
  28. Через 0,1220М раствор  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  объёмом 25,0мл пропустили воздух, содержащий  $\text{CO}_2$ . На титрование оставшегося в избытке  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  пошло 12,04мл 0,1056М раствора  $\text{HCl}$ . Вычислить массу поглощённого  $\text{CO}_2$ . Написать уравнения реакций.
  29. Рассчитать массу оксида магния при условии, что для растворения его взято 25,0мл 0,2015М раствора хлороводородной кислоты ( $\text{HCl}$ ), а на титрование избытка кислоты пошло 5,85мл раствора  $\text{NaOH}$  с титром 0,003012г/мл.
  30. К 20,0мл анализируемого раствора соды прилили 25,0мл 0,2386М раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Углекислый газ удалили кипячением, после чего на титрование избытка кислоты израсходовали 12,15мл стандартного



- раствора NaOH, 1,000мл которого соответствует 1,027мл раствора H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Вычислить нормальную и молярную концентрацию соды.
31. Для определения азота в органическом веществе взята навеска, равная 0,7853г. Азот выделен в виде аммиака, который поглощен 50,0мл 0,1175н. раствора H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Вычислить массовую долю азота в веществе, если на титрование избытка H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> израсходовано 12,85мл 0,1015М раствора NaOH.
  32. Навеску щавелевой кислоты H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O массой 0,708 г растворили в мерной колбе вместимостью 100 мл. На титрование взятой аликвоты (10 мл) пошло 9,96 мл стандартного раствора NaOH. Определить молярную концентрацию раствора щелочи и титр NaOH по щавелевой кислоте (Т (NaOH/ H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, г/мл)).
  33. Навеску смеси массой 0,3000 г, содержащую KCl и KBr оттитровали 27,1 мл 0,1209М раствором нитрата серебра. Определить массовую долю каждого из компонентов в навеске.
  34. На титрование раствора, содержащего 3,158г технического KOH, израсходовано 27,45мл раствора HCl для которого титр по NaOH (THCl / NaOH) составляет 0,07862г/мл. Вычислить массовую долю KOH в образце.
  35. Навеску CaCO<sub>3</sub> обработали 45,00 мл 0,20М раствором HCl. На титрование избытка кислоты израсходовано 15,00 мл раствора KOH. Определить массу навески, если известно, что на титрование 20,00 мл HCl идёт 18,50 мл KOH.
  36. Сколько мл 0,1М раствора HCl требуется для нейтрализации аммиака, выделяемого из 0,5г вещества, содержащего 4% азота, чтобы на титрование избытка кислоты пошло 5мл 0,11М раствора NaOH?
  37. К раствору, содержащему 0,3238 г Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, добавили 50 мл раствора HClO<sub>4</sub>. Раствор прокипятили для удаления CO<sub>2</sub> и на титрование избытка HClO<sub>4</sub> израсходовали 19,07 мл стандартного раствора NaOH (21,25 мл раствора NaOH эквивалентны 27,68 мл HClO<sub>4</sub>). Определить молярную концентрацию раствора NaOH.
  38. На титрование пробы раствора, содержащего лимонную кислоту C<sub>3</sub>H<sub>4</sub>OH(COOH)<sub>3</sub>, затрачено 5,00 мл 0.1052 М раствора NaOH. Определить массу кислоты в анализируемой пробе.
  39. В мерной колбе вместимостью 250,0 мл приготовили раствор анализируемого образца, содержащего KOH. На титрование 50,00 мл этого раствора затрачено 38,46 мл 0,05037М раствора серной кислоты. Вычислить массу KOH в анализируемом образце.

40. К навеске 0,6000г  $\text{CaCO}_3$  добавили 25,00мл 0,5008М раствора  $\text{HCl}$ . На титрование остатка  $\text{HCl}$  пошло 6,55мл 0,4915М раствора  $\text{NaOH}$ . Вычислить массовую долю  $\text{CaCO}_3$  в образце. Написать уравнения реакций.

### Контрольная работа №3 «Окислительно-восстановительное титрование»

1. К 0,2132 г руды с массовой долей  $\text{MnO}_2$  8,68% добавили серную кислоту и 19,65 мл 0,1215н. раствора  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ . Какой объем раствора  $\text{KMnO}_4$  пойдет на титрование избытка  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ , если по данным другого анализа на 25,00 мл раствора  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  идет 21,44 мл раствора  $\text{KMnO}_4$ ? Напишите уравнения реакций.
2. Рассчитать потенциал в точке эквивалентности при титровании  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  перманганатом калия  $\text{KMnO}_4$ .  $E^0_{\text{MnO}_4^-, \text{H}^+ / \text{Mn}^{2+}} = +1,51\text{В}$ .  $E^0_{2\text{CO}_2 / \text{C}_2\text{O}_4^{2-}} = -0,49\text{В}$ .
3. К раствору, содержащему 0,2268 г  $\text{KClO}_3$  добавили 48,35 мл 0,1980М раствора  $\text{FeSO}_4$ , на титрование избытка которого пошло 11,27 мл 0,1088н. раствора  $\text{KMnO}_4$ .
4. Вычислить массовую долю  $\text{KClO}_3$  в смеси. Написать уравнения реакций.
5. Рассчитать потенциал в точке эквивалентности при титровании  $\text{FeSO}_4$  перманганатом калия  $\text{KMnO}_4$ .  $E^0_{\text{MnO}_4^-, \text{H}^+ / \text{Mn}^{2+}} = +1,51\text{В}$ .  $E^0_{\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}} = +0,77\text{В}$ .
6. На титрование  $\text{Fe}^{2+}$  в анализируемом растворе, приготовленном из 0,2012 г руды, пошло 18,48 мл 0,1015н. раствора  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . Вычислить массовую долю  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  в руде. Написать уравнение реакции.
7. Рассчитать потенциал в точке эквивалентности при титровании  $\text{Fe}^{2+}$  раствором  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ .  $E^0_{\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}} = +0,77\text{В}$ .  $E^0_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}, \text{H}^+ / \text{Cr}^{3+}} = +1,33\text{В}$ .
8. 0,2716 г стальной проволоки растворили в кислоте и на титрование раствора железа(II) затратили 41,75 мл 0,1131Н раствора  $\text{KMnO}_4$ . Вычислить массовую долю железа в образце проволоки. Написать уравнение реакции.
9. Рассчитать потенциал в точке эквивалентности при титровании раствора железа (II) перманганатом калия  $\text{KMnO}_4$ .  $E^0_{\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}} = +0,77\text{В}$ .  $E^0_{\text{MnO}_4^-, \text{H}^+ / \text{Mn}^{2+}} = +1,51\text{В}$ .
10. На титрование 0,1506 г щавелевой кислоты ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) пошло 24,25 мл раствора перманганата калия. Вычислить нормальную концентрацию  $\text{KMnO}_4$ , титр  $\text{KMnO}_4$ . Написать уравнение реакции.

11. Рассчитать потенциал при степени оттитрованности  $\tau = 99\%$  для титрования раствора щавелевой кислоты ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) перманганатом калия  $\text{KMnO}_4$ .  $E^0_{\text{MnO}_4^-, \text{H}^+ / \text{Mn}^{2+}} = +1,51\text{В}$ .  $E^0_{2\text{CO}_2 / \text{C}_2\text{O}_4^{2-}} = -0,49\text{В}$ .
12. Титр раствора  $\text{KMnO}_4$  равен  $0,002218\text{ г/мл}$ . Вычислить нормальную концентрацию стандартного раствора  $\text{KMnO}_4$ . При анализе  $0,2512\text{ г}$  руды на титрование ионов  $\text{Fe}^{2+}$  пошло  $28,15\text{ мл}$  указанного раствора  $\text{KMnO}_4$ . Вычислить массовую долю железа в руде. Написать уравнение реакции.
13. Рассчитать потенциал при степени оттитрованности  $\tau = 99,9\%$  для титрования ионов  $\text{Fe}^{2+}$  раствором перманганата калия  $\text{KMnO}_4$ .  $E^0_{\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}} = +0,77\text{В}$ .  $E^0_{\text{MnO}_4^-, \text{H}^+ / \text{Mn}^{2+}} = +1,51\text{В}$ .
14. К  $23,73\text{ мл}$   $0,1182\text{н.}$  раствора  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  добавили с избытком  $\text{KI}$  и кислоту. Выделился молекулярный иод, на титрование которого пошло  $19,44\text{ мл}$  раствора тиосульфата натрия ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ). Вычислить молярную концентрацию и титр стандартного раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ . Написать уравнения реакций.
15. Рассчитать потенциал при степени оттитрованности  $\tau = 99\%$  для титрования  $\text{I}_2$  раствором  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ . Какой индикатор надо использовать.  $E^0_{\text{I}_2 / 2\text{I}^-} = +0,54\text{В}$ .  $E^0_{\text{S}_4\text{O}_6^{2-} / 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}} = +0,09\text{В}$ .
16.  $0,1627\text{ г}$  известняка растворили в кислоте, затем кальций выделили в виде оксалата кальция. Промытый осадок  $\text{CaC}_2\text{O}_4$  растворили в серной кислоте. На титрование этого раствора пошло  $21,46\text{ мл}$  раствора перманганата калия.  $T(\text{KMnO}_4) = 0,003848\text{ г/мл}$ . Вычислить массовую долю кальция в известняке. Написать уравнения реакций.
17. Рассчитать потенциал при степени оттитрованности  $\tau = 50\%$  для титрования раствора щавелевой кислоты ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ) стандартным раствором перманганата калия.  $E^0_{\text{MnO}_4^-, \text{H}^+ / \text{Mn}^{2+}} = +1,51\text{В}$ .  $E^0_{2\text{CO}_2 / \text{C}_2\text{O}_4^{2-}} = -0,49\text{В}$ .
18. К  $25,00\text{ мл}$  хлороводородной кислоты добавили с избытком смесь иодата и иодида калия. Выделившийся  $\text{I}_2$  оттитровали  $24,15\text{ мл}$   $0,2118\text{М}$  раствора  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ .
19. Вычислить титр раствора  $\text{HCl}$ . Написать уравнения реакций.
20. Рассчитать потенциал для степени оттитрованности  $\tau = 50\%$  при титровании  $\text{I}_2$  тиосульфатом натрия  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ .  $E^0_{\text{I}_2 / 2\text{I}^-} = +0,54\text{В}$ .  $E^0_{\text{S}_4\text{O}_6^{2-} / 2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}} = +0,09\text{В}$ .
21. К  $0,2106\text{ г}$  пиролюзита ( $\text{MnO}_2$  с примесями) добавили  $23,65\text{ мл}$   $0,04512\text{н.}$  раствора щавелевой кислоты ( $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ ). На титрование избытка  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  пошло  $8,07\text{ мл}$   $\text{KMnO}_4$ . Другим анализом найдено, что  $18,75\text{ мл}$  раствора

- KMnO<sub>4</sub>** эквивалентны 24,92 мл раствора **H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>**. Вычислить массовую долю **MnO<sub>2</sub>** в пиролюзите. Написать уравнения реакций.
22. Рассчитать потенциал для степени оттитрованности  $\tau = 90\%$ ; 100% для титрования раствора щавелевой кислоты (**H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>**) стандартным раствором перманганата калия (**KMnO<sub>4</sub>**).  $E^0_{MnO_4^-, H^+ / Mn^{2+}} = +1,51В$ .  $E^0_{2CO_2 / C_2O_4^{2-}} = -0,49В$ .
  23. К 13,62 мл раствора **K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>** прибавлено 21,85 мл 0,1167М раствора **FeSO<sub>4</sub>**. Вычислить молярную концентрацию раствора **K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>** и его титр. Написать уравнение реакции.
  24. Рассчитать потенциал для степени оттитрованности  $\tau = 50\%$  при титровании раствора **FeSO<sub>4</sub>** раствором **K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>**.  $E^0_{Fe^{3+} / Fe^{2+}} = +0,77В$ .  $E^0_{Cr_2O_7^{2-}, H^+ / Cr^{3+}} = +1,33В$ .
  25. К анализируемому раствору **Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>** прибавлено 24,75 мл 0,1158М раствора **I<sub>2</sub>**. На титрование избытка **I<sub>2</sub>** затрачено 19,34 мл 0,1146М раствора тиосульфата натрия (**Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**). Вычислить массу **Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>** в анализируемом растворе. Написать уравнения реакций.
  26. Рассчитать потенциал при степени оттитрованности  $\tau = 50\%$ ; 101% для титрования **I<sub>2</sub>** раствором тиосульфата натрия **Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**.  $E^0_{I_2 / 2I^-} = +0,54В$ .  $E^0_{S_4O_6^{2-} / 2S_2O_3^{2-}} = +0,09В$ . Назвать индикатор.
  27. К 22,35 мл раствора **KBrO<sub>3</sub>** добавили **KI** с избытком и кислоту. На титрование выделившегося **I<sub>2</sub>** затратили 25,67 мл 0,1842М раствора **Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**. Вычислить нормальную концентрацию раствора **KBrO<sub>3</sub>**. Написать уравнения реакций.
  28. Рассчитать потенциал при степени оттитрованности  $\tau = 99\%$ ; 101% для титрования **I<sub>2</sub>** раствором тиосульфата натрия **Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**.  $E^0_{I_2 / 2I^-} = +0,54В$ .  $E^0_{S_4O_6^{2-} / 2S_2O_3^{2-}} = +0,09В$ . Назвать индикатор.
  29. К 0,1032 г смеси с массовой долей **KClO<sub>3</sub>** 91,26% (остальное **KCl**) добавили 50,00 мл 0,1174М раствора **FeSO<sub>4</sub>** и хлороводородную кислоту. Какой объем 0,1021н. раствора **KMnO<sub>4</sub>** потребуется на титрование избытка **FeSO<sub>4</sub>**? Написать уравнения реакций.
  30. Рассчитать потенциал в точке эквивалентности при титровании раствора **FeSO<sub>4</sub>** раствором перманганата калия **KMnO<sub>4</sub>**.  $E^0_{Fe^{3+} / Fe^{2+}} = +0,77В$ .  $E^0_{MnO_4^-, H^+ / Mn^{2+}} = +1,51В$ . Назвать условия титрования.
  31. 0,2907 г руды, содержащей **MnO<sub>2</sub>**, обработали хлороводородной кислотой. Выделившийся хлор поглотили раствором **KI**. На титрование

- выделившегося  $I_2$  пошло 39,56 мл 0,1012М раствора  $Na_2S_2O_3$ . Вычислить массовую долю  $MnO_2$  в руде. Написать уравнения реакций.
32. Рассчитать потенциал при степени оттитрованности  $\tau = 99,9; 100,1\%$  для титрования  $I_2$  стандартным раствором тиосульфата натрия  $Na_2S_2O_3$ .  $E^0_{I_2/2I^-} = +0,54$  В.  $E^0_{S_4O_6^{2-}/2S_2O_3^{2-}} = +0,09$ В. Назвать индикатор.
33. 0,1152 г чистого железа растворили в серной кислоте. На титрование  $FeSO_4$  пошло 40,34 мл раствора  $KMnO_4$ . Вычислить нормальную концентрацию  $KMnO_4$  и титр  $KMnO_4$  по железу. Написать уравнение реакции.
34. Рассчитать потенциал при степени оттитрованности  $\tau = 50\%; 100,1\%$  для титрования раствора  $FeSO_4$  раствором  $KMnO_4$ .  $E^0_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = +0,77$ В.  $E^0_{MnO_4^-,H^+/Mn^{2+}} = +1,51$ В.
35. К раствору соли меди (II), приготовленному из 0,4738 г руды, добавили  $KI$  с избытком. На титрование выделившегося  $I_2$  пошло 16,26 мл раствора тиосульфата натрия ( $Na_2S_2O_3$ ). Титр раствора тиосульфата по меди ( $T(Na_2S_2O_3/Cu)$ ) равен 0,006655 г/мл. Вычислить массовую долю меди в руде. Написать уравнения реакций.
36. Рассчитать потенциал при степени оттитрованности  $\tau = 99,9\%$  для титрования  $I_2$  стандартным раствором тиосульфата натрия  $Na_2S_2O_3$ .  $E^0_{I_2/2I^-} = \quad + \quad 0,54 \quad$  В.  $E^0_{S_4O_6^{2-}/2S_2O_3^{2-}} = +0,09$ В. Назвать индикатор.
37. После обработки навески руды массой 0,3156 г получили раствор железа (II) и на его титрование затратили 20,16 мл раствора дихромата калия. Титр стандартного раствора дихромата калия ( $T(K_2Cr_2O_7)$ ) составляет 0,005718 г/мл.
38. Вычислить массовую долю железа в руде. Написать уравнения реакций.
39. Рассчитать потенциал при степени оттитрованности  $\tau = 99,9\%, 101,1\%$  для титрования раствора железа (II) раствором дихромата калия  $K_2Cr_2O_7$ .  $E^0_{Fe^{3+}/Fe^{2+}} = +0,77$ В.  $E^0_{K_2Cr_2O_7^-,H^+/Cr^{3+}} = +1,33$ В.
40. Для анализа взяли 4,255 г раствора, из которого кальций осадили в виде оксалата кальция ( $CaC_2O_4$ ). Осадок промыли и растворили в кислоте. На титрование этого раствора пошло 25,14 мл 0,1118 н. раствора  $KMnO_4$ . Вычислить массовую долю кальция в анализируемом растворе. Написать уравнения реакций.
41. Рассчитать скачок титрования при допустимой погрешности  $\pm 0,1\%$  для титрования раствора щавелевой кислоты ( $H_2C_2O_4$ ) стандартным

- раствором перманганата калия (**KMnO<sub>4</sub>**).  $E^0_{MnO_4^-, H^+ / Mn^{2+}} = +1,51V$ .  $E^0_{2CO_2 / C_2O_4^{2-}} = -0,49V$ .
42. На титрование **H<sub>2</sub>S**, выделенного из 4,083 г стали, пошло 3,675 мл стандартного раствора **I<sub>2</sub>** с титром 0,006621 г/мл. Вычислить массовую долю серы в стали. Написать уравнения реакций.
  43. Рассчитать скачок титрования при допустимой погрешности  $\pm 1\%$  для титрования ионов **Sn<sup>2+</sup>** ионами **Fe<sup>3+</sup>**.  $E^0_{Sn^{4+} / Sn^{2+}} = +0,15V$ .  $E^0_{Fe^{3+} / Fe^{2+}} = +0,77V$ .
  44. Какой объем (мл) 0,50М раствора **FeSO<sub>4</sub>** нужно взять для анализа, чтобы при добавлении к нему навески массой 0,20 г и массовой долей **KClO<sub>3</sub>** 80% на титрование избытка **FeSO<sub>4</sub>** пошло 20 мл 0,25н. раствора **KMnO<sub>4</sub>**? Написать уравнения реакций.
  45. Титрование железа (II) раствором окислителя закончили при потенциале + 0,95 В. Пользуясь уравнением Нернста, вычислить соотношение молярных концентраций железа (III) и железа (II) в растворе ( $\frac{[Fe^{3+}]}{[Fe^{2+}]}$ ).  $E^0_{Fe^{3+} / Fe^{2+}} = +0,77V$ .
  46. К 20,00 мл раствора **KMnO<sub>4</sub>** добавили избыток **KI** и серную кислоту. Титр раствора перманганата калия (**T(KMnO<sub>4</sub>)**) равен 0,003262 г/мл. На титрование выделившегося **I<sub>2</sub>** пошло 23,58 мл раствора тиосульфата натрия (**Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**). Вычислить молярную концентрацию раствора **Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**. Написать уравнения реакций.
  47. Рассчитать потенциал в точке эквивалентности при титровании **I<sub>2</sub>** раствором тиосульфата натрия (**Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**).  $E^0_{I_2 / 2I^-} = +0,54V$ .  $E^0_{S_4O_6^{2-} / 2S_2O_3^{2-}} = +0,09V$ . Назвать индикатор.
  48. Для анализа взяли 0,3250 г минерала. После его растворения кальций осадили в виде **CaC<sub>2</sub>O<sub>4</sub>**. Осадок промыли, растворили в кислоте. На титрование этого раствора пошло 20,14 мл 0,1128н. раствора **KMnO<sub>4</sub>**. Вычислить массовую долю кальция в минерале. Написать уравнения реакций.
  49. Вычислить величину скачка титрования раствора сульфата железа (II) стандартным раствором сульфата церия (IV) для допустимой погрешности титрования  $\pm 0,1\%$ .  $E^0_{Fe^{3+} / Fe^{2+}} = +0,77V$ .  $E^0_{Ce^{4+} / Ce^{3+}} = +1,44V$ .
  50. К раствору меди (II) добавили **KI** с избытком. На титрование выделившегося **I<sub>2</sub>** пошло 18,65 мл 0,1156М раствора **Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**. Вычислить массу меди в анализируемом растворе. Написать уравнения реакций.

51. Рассчитать скачок титрования для допустимой погрешности  $\pm 1\%$  при титровании  $I_2$  тиосульфатом натрия ( $Na_2S_2O_3$ ).  $E^0_{I_2/I_2^-} = + 0,54$  В.  
 $E^0_{S_4O_6^{2-}/2S_2O_3^{2-}} = + 0,09$ В. Назвать индикатор.

### Вопросы для устных опросов

#### Раздел 1. Химические методы анализа

1. Перечислите этапы гравиметрического метода анализа.
2. Каковы причины загрязнения осадков?
3. Что такое термодинамическая и концентрационная константа растворимости (произведение растворимости)?
4. Перечислите факторы, влияющие на растворимость осадков.
5. В каких задачах следует использовать условное произведение (константу) растворимости?
6. Каково условие количественного осаждения определяемого иона?
7. Каковы условия аналитического осаждения кристаллических осадков?
8. Каковы условия аналитического осаждения аморфных осадков?
9. Каковы преимущества и недостатки гравиметрического метода анализа?
10. Каковы способы снижения загрязнения осадков компонентами раствора?
11. Какие требования предъявляются к осаждаемой и гравиметрической форме осадка?
12. Каковы основные причины погрешностей в гравиметрии?
13. Что такое точка эквивалентности и конечная точка титрования?
14. Дайте определение первичных и вторичных стандартных растворов.
15. Каковы преимущества и недостатки титрометрических методов анализа?
16. Как классифицируются титрометрические методы анализа по способам титрования?
17. Как классифицируются титрометрические методы анализа по типу протекающей химической реакции?
18. Приведите примеры кислотно-основных индикаторов.
19. Что собой представляет кривая кислотно-основного титрования?
20. Каково аналитическое предназначение буферных растворов? Каковы их свойства? Приведите примеры.
21. Что такое скачок титрования, и как связана его величина с допустимой погрешностью титрования?
22. В чем состоит метод пипетирования?

23. Какие существуют способы выражения концентрации растворов стандартных растворов?
24. Каковы принципы выбора кислотно-основного индикатора?
25. Когда используют титрование заместителя? Приведите пример.
26. Когда используют титрование заместителя? Приведите пример.
27. Когда применяют обратное титрование? Приведите примеры.
28. Какие требования предъявляются к реакциям в титрометрическом анализе?
29. Приведите примеры стандартных растворов для комплексонометрии.
30. Какие задачи решаются методом комплексонометрического титрования?
31. Что представляет собой кривая титрования в комплексонометрическом методе?
32. Каковы основные причины погрешностей в титриметрии?
33. Что такое стандартный окислительно-восстановительный потенциал? Его измерение.
34. Какие выводы можно сделать о реагентах, направлении и полноте протекания окислительно-восстановительной реакции по значениям стандартных окислительно-восстановительных потенциалов?
35. Какие факторы влияют на значение окислительно-восстановительного потенциала?
36. Классификация индикаторов в окислительно-восстановительном титровании.
37. Что отображает кривая окислительно-восстановительного титрования?
38. В каких случаях следует использовать условный (формальный) окислительно-восстановительный потенциал?
39. Как классифицируются индикаторы в окислительно-восстановительном титровании?

## **Раздел 2. Физико-химические методы анализа**

1. Какие задачи решаются методами абсорбционной ИК-спектроскопии?
2. Почему большинство методов ИК-спектроскопии основано на исследовании спектров поглощения, а не эмиссии?
3. Как связаны интенсивности потоков падающего, отражённого, рассеянного, поглощённого и прошедшего через вещество электромагнитного излучения?
4. Что называется оптической плотностью сплошной среды (в частотной области аномальной дисперсии)? Какие факторы на неё влияют?



5. Какую аналитическую информацию содержит параметр оптической плотности сплошной среды в ИК области частот?
6. Какую аналитическую информацию содержит параметр оптической плотности сплошной среды в УФ области частот?
7. Какую аналитическую информацию содержит параметр оптической плотности сплошной среды в области частот видимого света?
8. В чём состоит различие оптических законов Бугера – Ламберта и Бера?
9. Каковы границы аналитической применимости этих законов по интенсивностям световых потоков и концентрациям анализируемых компонентов?
10. В чём состоит различие ИК-спектров атомов, молекул, кластеров (ассоциатов)? В чём состоит различие ИК-спектров вещества в его различных агрегатных состояниях?
11. Приведите блок-схему ИК-спектрометра. Каково назначение его основных узлов?
12. В чём состоит пробоподготовка для абсорбционной ИК-спектроскопии веществ в различных агрегатных состояниях?
13. Что является главным элементом монохроматора в ИК-спектрометре? Спектрофотометре? Фотоколориметре?
14. Какие физические законы определяют частотную селекцию излучения в монохроматоре с призмой? Дифракционной решёткой? Светофильтром?
15. Что называется чувствительностью и селективностью аналитического метода?
16. Что называется комбинационным принципом Ридберга – Ритца, лежащего в основе атомной электронной спектроскопии? В чём состоит отличие спектральных термов атома водорода и других атомов (например, щелочных металлов и водородоподобных ионов)?
17. Что различает оптические спектры атомов и многоатомных молекул?
18. В чём состоит различие методов абсорбционной и эмиссионной спектроскопии? Какие задачи решаются этими методами?
19. Каково примерное соотношение энергетических интервалов электронных, колебательных и вращательных движений молекул?
20. Что называется оптическим энергетическим спектром аналитического объекта? В каких формах он может быть представлен в базе данных?
21. Объясните существование сплошных и полосатых (непрерывных и кусочно-непрерывных) спектров, притом что эмиссия и поглощение излучения веществом подчиняется законам квантования.
22. Покажите на примере двухатомной молекулы энергетическую диаграмму квантования колебательных орбиталей в приближении линейного

гармонического осциллятора и с учётом ангармоничности. Приведите правило отбора.

23. Что называется нормальными колебаниями молекулы? Как велико количество колебательных мод для свободной многоатомной молекулы?

24. Отобразите энергетическую диаграмму электронно-колебательных межорбитальных переходов двухатомной молекулы (без учёта принципа Франка – Кондона). Как меняется эта картина для многоатомных молекул? С учётом вращательных орбиталей?

25. Какие способы возбуждения атомных электронных излучений вам известны? Приведите примеры.

26. Какие способы регистрации атомных электронных спектров вам известны? Приведите примеры.

27. Приведите и поясните блок-схему стилоскопа (атомно-эмиссионного спектрографа).

28. Какой эмпирический закон лежит в основе количественного атомно-эмиссионного спектрального анализа?

29. В чём состоит суть сравнительного количественного атомно-эмиссионного спектрального анализа? Что называется аналитической (гомологической) парой спектральных линий?

30. Как калибруется (градуируется) монохроматор стилоскопа (спектрометра)? Что называется дисперсионной кривой монохроматора?

31. Какое физическое явление лежит в основе люминесцентного анализа?

32. В чём состоит различие, и каковы области применения химического и сортового люминесцентного анализа?

33. Каковы сравнительные (с иными методами) преимущества и недостатки люминесцентного анализа?

34. Перечислите основные способы возбуждения люминесценции вещества в различных агрегатных состояниях.

35. По каким признакам можно различить тепловое и люминесцентное излучение?

36. Как классифицируется люминесценция по длительности свечения?

37. Как соотносятся частотные области оптического возбуждения и излучения фотолюминесценции? В чём причина появления «фиолетовых спутников»?

38. Как сказывается тушение люминесценции в анализируемой среде на результатах химического анализа?

39. Как производится измерение интенсивности флуоресценции в химическом анализе, и какую информацию содержит полученный результат?

40. Какие методы применяются для наблюдения аналитической фотолюминесценции веществ, не обладающих собственной люминесценцией?

41. Какие основные аналитические задачи решаются методами радиометрического анализа?
42. Что является аналитическим сигналом в радиометрическом анализе? Приведите примеры.
43. Какие способы регистрации аналитических сигналов в радиометрическом
44. анализе вам известны? Приведите примеры.
45. Что называется (радио)активностью нуклида, и как эта величина меняется
46. с течением времени?
47. Перечислите и охарактеризуйте виды спонтанных радиоактивных превращений нуклидов. Каков источник  $\gamma$ -излучения?
48. В чём причины различия истинной и регистрируемой радиоактивности?
49. Что такое радиоактивные ряды (семейства) спонтанных превращений атомных ядер?
50. Как осуществляется качественный и количественный анализ вещества по данным его радиоактивности? Приведите пример.
51. В чём суть методов радиометрического титрования и изотопного разбавления?
52. Что лежит в основе радиоуглеродного анализа? Какую информацию он даёт?
53. Какую аналитическую информацию можно извлечь из данных поглощения радиоактивных потоков исследуемым веществом?
54. Как классифицируются хроматографические методы анализа?
55. На чём основано разделение веществ в молекулярной адсорбционной хроматографии, и как оно осуществляется?
56. Что такое распределительная хроматография, и в чём её отличие от экстракции?
57. Что такое фронтальный хроматографический анализ? Где он применяется?
58. Что такое элюентная хроматография? Каковы её достоинства и недостатки?
59. В чём состоит сущность вытеснительного хроматографического анализа? Какие требования предъявляются к вытеснителю?
60. Что такое изотерма адсорбции, и как влияет её характер на хроматографическое разделение?
61. Что такое ионообменная хроматография, и какие её варианты вы знаете?
62. Что такое иониты? Какие типы ионитов вы знаете? Каково их назначение
63. в анализе?
64. Приведите пример хроматографической реакции ионного обмена. Что такое константа ионного обмена?

65. На чём основано разделение ионов металлов на анионитах?
66. Что такое осадочная хроматография, и с какой целью её применяют?
67. Что такое бумажная хроматография? Какие её варианты вы знаете?
68. Как и на основании чего проводят количественное определение в бумажной хроматографии?
69. На чём основан качественный и количественный анализ методами бумажной и тонкослойной хроматографии?
70. Как регистрируется аналитический сигнал в хроматографии? Приведите примеры.
71. В чём состоит сущность, и какие виды газовой хроматографии вам известны?
72. Какие основные узлы хроматографа вы знаете?
73. На чём основаны и для каких объектов (сред) применяются электрохимические методы анализа?
74. В чём суть и задачи метода потенциометрического титрования? Что является аналитическим сигналом в этом методе?
75. В чём суть и задачи метода полярографии? Что является аналитическим сигналом в этом методе?
76. В чём состоит суть и задачи метода кулонометрии? Что является аналитическим сигналом в этом методе?
77. В чём состоят суть и задачи метода кондуктометрического титрования? Что является аналитическим сигналом в этом методе?
78. В чём суть и задачи метода амперометрического титрования? Что является аналитическим сигналом в этом методе?
79. В чём суть и задачи метода электровесового анализа? Что является аналитическим сигналом в этом методе?
80. Как можно использовать электрохимические различия металлов для их разделения при совместном присутствии окисленных форм в растворах?
81. С какой целью в электрохимических методах анализа применяется
82. высокочастотные режимы исследований?
83. На чём основан электрохимический метод измерения кислотности водных систем?
84. Что такое электроды сравнения в электрохимическом анализе? Приведите примеры.
85. В чём состоит различие потенциометрического титрования и прямой потенциометрии?

## Темы курсовых работ

1. Аналитические реактивы и их использование в аналитической химии
2. Аналитическое определение катионов ( $U^{3+}$ ,  $Ti^{4+}$ ,  $Zr^{4+}$ ,  $Bi^{3+}$ )
3. Аналитическое определение анионов ( $PO_4^{3-}$ ,  $CN^-$ ,  $CNS^-$ ,  $SO_4^{2-}$ )
4. Оценка достоверности данных в аналитической химии
5. Теория осаждения и её использование в гравиметрическом анализе
6. Определение содержания бария в различных формах
7. Методы титрования и их использование в аналитической химии
8. Индикаторы и их использование в аналитической химии
9. Теоретические основы титриметрического анализа
10. Методы кислотно-основного титрования и их использование в аналитической химии
11. Методы окислительно-восстановительного титрования и их использование в аналитической химии
12. Методы комплексонометрического титрования и их использование в аналитической химии
13. Определение никеля в водных средах
14. Определение железа в водных средах
15. Комплексонометрическое определение лантаноидов
16. Расчет кривых титрования
17. Кислотно-основные равновесия и их роль в аналитической химии
18. Методы осадительного титрования и их использование в аналитической химии
19. Равновесия комплексообразования и их роль в аналитической химии
20. Определение кальция и магния в их совместном присутствии
21. Определение кальция в водных растворах
22. Применение органических растворителей в гравиметрическом анализе
23. Определение алюминия и железа при их совместном присутствии
24. Определение кобальта, никеля и кадмия при их совместном присутствии
25. Определение марганца и железа при их совместном присутствии в водных растворах
26. Аналитическое определение анионов ( $S^{2-}$ ,  $F^-$ ,  $AsO_4^{3-}$ ,  $IO_4^-$ )
27. Определение жесткости воды
28. Определение тяжелых металлов (свинец, кадмий, ртуть) в водной среде
29. Аналитическое определение катионов ( $Ag^+$ ,  $Au^{3+}$ ,  $Pt^{2+}$ )
30. Аналитическое определение металлов платиновой группы (рутений, палладий, иридий)

31. Аналитическое определение металлов платиновой группы (родий, осмий, платина)
32. Теоретические основы окислительно-восстановительного титрования
33. Определение меди в водных растворах
34. Аналитическое определение анионов фосфор-содержащих кислот
35. Аналитическое определение анионов селен-содержащих кислот
36. Аналитическое определение анионов органических кислот (уксусной, щавелевой, муравьиной, винной)
37. Аналитическое определение вольфрама и молибдена из природных пород

## **Вопросы к экзамену**

### **Раздел 1. Химические методы анализа**

1. Классификация методов аналитической химии по цели анализа, величины навески пробы, измеряемому сигналу.
2. Качественные методы анализа.
3. Обнаружение отдельных элементов.
4. Анализ мокрым и сухим путем.
5. Капельный анализ.
6. Макрокристаллоскопический анализ.
7. Обнаружение индивидуальных катионов и анализ смесей катионов.
8. Обнаружение индивидуальных анионов и анализ смесей катионов.
9. Сущность гравиметрического анализа (ГА). Краткая характеристика основных стадий ГА.
10. Осаждаемая и гравиметрическая формы осадка. Требования, предъявляемые к ним.
11. Принцип вычисления результатов ГА. Понятие о гравиметрическом факторе (факторе пересчета)
12. Равновесие растворимости малорастворимых солей. Термодинамическая, концентрационная, условная константы растворимости (произведение растворимости).
13. Растворимость осадка в его насыщенном растворе при отсутствии избытка и при избытке одноименного иона. Условия количественного осаждения определяемого иона.
14. Растворимость осадка с учетом влияния ионной силы раствора («Солевой эффект»).

15. Влияние конкурирующих процессов протонирования и комплексообразования на растворимость осадка.
16. Влияние температуры и природы растворителя на растворимость осадка.
17. Образование осадков и их свойства. Относительное пересыщение раствора и его влияние на структуру и дисперсность осадков.
18. Условие получения кристаллических осадков. Способы укрупнения частиц. Старение кристаллических осадков. Осаждение из гомогенных растворов.
19. Условия получения аморфных осадков. Образование и коагуляция коллоидных растворов. Пептизация осадка.
20. Загрязнение осадков примесями. Виды соосаждения: поверхностная адсорбция, окклюзия, изоморфизм. Послеосаждение. Способы уменьшения соосаждения.
21. Выбор осадителя. Преимущества органических осадителей.
22. Промывание, фильтрование, высушивание и прокаливание осадков.
23. Гравиметрическое определение бария в виде сульфата бария
24. Гравиметрическое определение серы в растворимых сульфатах
25. Гравиметрическое определение кальция оксалатным методом
26. Гравиметрическое определение магния фосфатным методом
27. Гравиметрическое определение кальция и магния при совместном присутствии
28. Гравиметрическое определение никеля в стали (осадитель-диметилглиоксим)
29. Гравиметрическое определение алюминия (осадитель- гидроксид аммония, оксихинолин)
30. Гравиметрическое определение железа в соли Мора (осадитель – гидроксид аммония)
31. Сущность титриметрического анализа (ТА). Требования, предъявляемые к реакциям, используемым в ТА. Основные понятия: Стандартный раствор, титрант, титрование, точка эквивалентности (стехиометричности), конечная точка титрования, индикатор, эквивалент, число и фактор эквивалентности, титр, титр стандартного раствора по определяемому веществу, массовая, молярная и нормальная концентрации.
32. Стандартные растворы: приготовленные (первичные стандартные растворы) и установленные (вторичные стандартные растворы). Первичные стандартные (установочные вещества), фиксаналы. Способы отдельных навесок и пипетирования.

33. Классификация титриметрических методов по типу реакции титрования и по технике титрования. Вычисление результатов прямого, обратного титрования, титрования заместителя.
34. Метод кислотно-основного титрования.
35. Стандартные растворы кислот и оснований, приготовление и стандартизация, первичные стандарты.
36. Вывод расчетных формул и вычисление рН раствора, содержащего сильную или слабую одноосновную кислоту (основание), гидролизованную соль, буферную смесь.
37. Расчет и построение кривых титрования сильных кислот (оснований) стандартным раствором сильных оснований (кислот), слабых кислот (оснований) стандартным раствором сильных оснований (кислот). Сравнительная оценка этих кривых титрования. Скачок титрования; факторы, влияющие на величину скачка титрования.
38. Кислотно-основные индикаторы. Вычисление интервала перехода окраски двухцветных индикаторов, показатель титрования. Характеристика фенолфталеина и метилового оранжевого. Принципы выбора индикатора.
39. Примеры определения кислот, оснований, солей слабых кислот или оснований; анализ щелочи с примесью соды методом двух индикаторов и расчет результатов анализа.
40. Метод осадительного титрования.
41. Аргентометрическое титрование. Сущность метода, способы индикации конечной точки титрования (метод Мора, Фольгарда, Фаянса).
42. Метод комплексометрического титрования.
43. Комплексометрическое титрование. Комплексоны II и III их свойства. Отличительные особенности комплексона III, как титранта (стехиометрия взаимодействия, устойчивость образующихся комплексов и т.д.)
44. Равновесие образования комплексонатов металлов. Концентрационная и условная константы устойчивости комплексонатов. Зависимость условной константы устойчивости от рН и концентрации постороннего комплексанта.
45. Кривая комплексометрического титрования. Скачок титрования и факторы, влияющие на его величину.
46. Металлохромные индикаторы и принцип их действия на примере индикатора эриохромового черного Т. Требования, предъявляемые к металлохромным индикаторам.



47. Техника комплексонометрического титрования: прямое, обратное, косвенное титрование, титрование заместителя. Примеры и расчет результатов таких титрований.
48. Основные способы повышения селективности комплексонометрического титрования.
49. Последовательное комплексонометрическое титрование.
50. Применение комплексонометрии в анализе природных и производственных объектов (приготовление и стандартизация раствора комплексона III, определение жесткости воды, магния и кальция, сульфатов, фосфатов, органических соединений).
51. Общая характеристика и классификация методов окислительно-восстановительного титрования.
52. Окислительно-восстановительные реакции. Окислительно-восстановительный потенциал: стандартный и формальный (реальный). Уравнение Нернста.
53. Факторы, влияющие на величину окислительно-восстановительного потенциала: концентрация составляющих редоксипары, ионная сила раствора, рН раствора, процессы комплексообразования и образования малорастворимых соединений.
54. Расчет, построение и анализ кривых окислительно-восстановительного титрования.
55. Индикаторы: обратимые, необратимые, специфические.
56. Перманганатометрия. Стандартный раствор, его приготовление, стандартизация, хранение. Определение восстановителей методом прямого титрования. Определение ионов железа III: предварительное восстановление, условия титрования, устранение протекания побочной реакции окисления хлорид-ионов. Определение ( $\text{Cr}^{6+}$ ,  $\text{MnO}_2$ ) методом обратного титрования. Обратное титрование и титрование заместителя при определении ионов металлов, образующих малорастворимые оксалаты (на примере  $\text{Ca}^{2+}$ ).
57. Йодометрия. Стандартные растворы, приготовление, стандартизация, хранение. Условие проведения реакции иода с тиосульфатом натрия. Определение восстановителей методом прямого титрования (на примере  $\text{As}^{3+}$ ) и окислительным методом титрования заместителя ( $\text{As}^{5+}$ ,  $\text{Cu}^2$ , сильных кислот, ионов металлов, образующих малорастворимые хроматы –  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Ba}^{2+}$ ).
58. Хроматометрия и ее особенности по сравнению с перманганатометрией. Определение  $\text{Fe}^{2+}$ .

59. Броматометрия. Индикаторы. Определение  $Sb^{2+}$ ,  $As^{3+}$  методом прямого титрования. Определение ионов металлов, осаждаемых 8-оксихинолином ( $Mg^{2+}$ ,  $Al^{3+}$ ), методом титрования заместителя.

## Раздел 2. Физико-химические методы анализа

1. Аналитический сигнал. Измерение.
2. Аналитические характеристики (чувствительность, селективность, специфичность).
3. Метрологические характеристики (диапазон определяемых содержаний, нижняя граница определяемых содержаний, предел обнаружения, воспроизводимость, правильность).
4. Погрешности аналитических определений и их оценка. Виды погрешностей (случайные, систематические).
5. Классификация систематических погрешностей и способы их выявления.
6. Случайные погрешности. Расчет основных метрологических характеристик прямых равноточных измерений.
7. Представление результатов измерений: оценка воспроизводимости результатов измерений, оценка правильности результатов измерений (определений).
8. Сложение случайных и систематических погрешностей.
9. Электронные спектры поглощения молекул
10. Основной закон светопоглощения. Оптическая плотность. Правило аддитивности оптических плотностей.
11. Прочность окрашенных соединений и ее влияние на чувствительность и точность фотометрических определений
12. Постоянство состава окрашенных соединений. Причины нарушения состава и условия фотометрирования, обеспечивающие относительное постоянство состава окрашенных соединений.
13. Спектрофотометрический и фотоколориметрический анализы. Различие. Преимущество.
14. Спектральная область, в которой необходимо проводить фотометрическое определение. Возможные варианты.
15. Светофильтры и их назначение и правила их выбора.
16. Выбор реагента для проведения фотометрического анализа. Критерии выбора.
17. Влияние pH раствора на результаты фотометрического определения.
18. Выбор оптимальных условий проведения фотометрического анализа.
19. Механизм возникновения ИК-спектров.

20. Какие типы колебаний могут присутствовать в молекуле? Какие колебания атомов в молекуле проявляются в ИК- спектре.
21. Устройство и принцип действия ИК- спектрометра
22. Охарактеризуйте источники ИК – излучения. Какие требования к ним предъявляются.
23. Что такое характеристические частоты и от чего зависит их положение в ИК – спектре?
24. Что такое “область отпечатков пальцев”? Для чего она используется.
25. На чем основан качественный анализ методом ИК – спектроскопии? Как проводится определение качественного состава смеси веществ, идентификация чистого вещества.
26. На чем основан количественный анализ методом ИК- спектроскопии одного вещества и смесей веществ.
27. Понятие люминесценции.
28. Какова классификация методов люминесценции спектроскопии? Какой вид имеют спектры люминесценции молекул.
29. Сформулируйте правило Стокса – Ломмеля
30. Какова связь между спектром поглощения и люминесценции молекулы. Правило зеркальной симметрии (правило Левшина)
31. Виды тушения люминесценции.
32. Что такое квантовый выход люминесценции. Пути его повышения.
33. Как определяют концентрацию вещества по его люминесценции?
34. Каков механизм возникновения атомных эмиссионных спектров
35. Что такое ширина спектральной линии. Какие виды уширения спектральной линии Вы знаете.
36. Что является аналитическим сигналом для качественного и количественного спектрального анализа
37. Выбор линии для количественного определения элемента
38. Спектральные помехи влияющие на интенсивность спектральной линии. Пути их учета
39. Физико-химические помехи, влияющие на интенсивность спектральной линии. Пути их устранения.
40. Способы определения концентрации в эмиссионном спектральном анализе
41. Фотометрия пламени. Особенности и преимущества этого метода
42. Что такое атомизатор. Его роль в атомно-эмиссионном анализе
43. Пламя как источник возбуждения эмиссионных спектров, когда используется. Преимущества и недостатки.
44. Электрическая дуга и искра как источник возбуждения эмиссионных спектров, когда используются. Преимущества и недостатки.

45. Индуктивно- связанная плазма как источник возбуждения эмиссионных спектров, когда используется. Преимущества и недостатки.
46. Основные типы спектральных приборов, принцип их действия и назначение
47. Методы регистрации спектров. Сравните их достоинства и недостатки
48. Виды радиоактивного излучения и виды радиоактивного распада
49. Закон радиоактивного распада. Дайте определение постоянной распада, периода полураспада.
50. На каких механизмах взаимодействия излучения с веществом основаны важнейшие методы регистрации излучения. Устройство и принцип действия счетчика Гейгера.
51. Количественное определение элементов по их естественной радиоактивности
52. Методы, основанные на искусственной (наведенной) радиоактивности. Активационный анализ. Преимущества и недостатки метода.
53. Радиометрическое титрование. Сущность, преимущество и недостатки метода.
54. Метод изотопного разбавления. Особенности, преимущество и недостатки метода.
55. Способы классификации хроматографических методов анализа
56. Виды хроматограмм. Способ их представления
57. Хроматографические параметры, характеризующие поведение вещества
58. Жидкостная распределительная хроматография и ее отличие от экстракции.
59. Сущность ионообменной хроматографии. Иониты и их физико-химические свойства.
60. Осадочная хроматография и ее варианты.
61. Сущность и виды газовой хроматографии. Механизмы разделения.
62. Газовый хроматограф и его основные узлы.
63. Детекторы, используемые в газовой хроматографии. Катарометр. Устройство и область применения.
64. Устройство и область применения плазменно-ионизационного детектора.
65. Применение газовой хроматографии для качественного и количественного анализа. Аналитические сигналы.
66. Классификация электрохимических методов анализа.
67. Прямая потенциометрия (ионометрия).
68. Потенциометрическое титрование. Способы нахождения конечной точки титрования.
69. Полярографический анализ. Вид полярографической кривой. Остаточный, диффузионный, предельный диффузионный токи.

70. Что является основой качественного полярографического анализа. Полярографический спектр.
71. Количественный полярографический анализ. Способы нахождения концентрации.
72. Виды современной полярографии (дифференциальная, разностная, инверсионная).
73. Амперометрическое титрование. Формы кривых титрования.
74. На чем основан кулонометрический анализ. Аппаратура для проведения кулонометрического анализа.
75. Прямая кулонометрия. Определение выхода по току.
76. Сущность кулонометрического титрования. Особенности и достоинства этого метода.

### 2.1.2 Типовые задания для оценки освоения МДК 02.02 «Основы биохимических методов анализа»

#### КАРТА КОМПЕТЕНЦИЙ по учебной дисциплине

#### Основы биохимических методов анализа

специальность 18.02.12 – Технология аналитического контроля химических соединений

Результаты обучения (освоенные умения, усвоенные знания)	ПК	Наименование темы	Наименование контрольно-оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
У1. Выбирать оптимальные технические средства и методы исследований	ПК 1.2	Тема 1.1 «Основные молекулярные компоненты клетки»		Экзамен
		Тема 3.1 «Аналитическая биохимия витаминов»		Экзамен
У2. Подготавливать объекты исследований	ПК 1.3	Тема 1.2 «Основные принципы и этапы выделения анализируемых объектов из биологических материалов»		Экзамен
		Тема 2.2 «Липиды»	Устный опрос	Экзамен
			Выполнение лабораторной работы «Гидролиз гликопротеидных комплексов»	
Тема 2.4 «Нуклеиновые кислоты как	Устный опрос	Экзамен		

		биополимерь»	Выполнение лабораторной работы «Нуклеопротеиды дрожжей».		
У3. Использовать выбранный метод для исследуемого объекта	ПК 1.3	Тема 2.1 «Белки и их компоненты»	Устный опрос	Экзамен	
			Выполнение лабораторных работ: «Количественное определение белка по биуретовой реакции». «Количественное определение белка по методу Лоури». «Определение нарастания аминокислоты в процессе автолиза». «Построение калибровочной кривой для определения неорганического азота». «Количественное определение белка по содержанию общего азота». «Действие фермента амилазы на крахмал», «Определение активности сукцинатдегидрогеназы». «Обнаружение тирозиназы в картофеле». «Определение активности каталазы». «Физико-химические свойства белков. Осаждение», «Сложные белки».		
		Тема 2.2 «Липиды»	Устный опрос		Экзамен
			Выполнение лабораторной работы «Фракционирование липидов дрожжей методом тонкослойной хроматографии».		
Тема 2.3 «Простые и сложные углеводы»	Устный опрос	Экзамен			
	Выполнение лабораторных работ: «Проба Троммера с различными моносахарами и дисахарами». «Спиртовое брожение». «Обнаружение гликогена в биомассе».				
Тема 2.4 «Нуклеиновые кислоты как биополимерь»	Устный опрос	Экзамен			
	Выполнение лабораторной работы «Нуклеопротеиды дрожжей»				
У4. Классифицировать исследуемый объект.	ПК 1.2	Тема 1.1 «Основные молекулярные компоненты клетки»		Экзамен	

31. Основные методы анализа химических объектов	ПК 1.3	Тема 2.1 «Белки и их компоненты»	Устный опрос	Экзамен
			Выполнение лабораторных работ: «Качественные реакции на аминокислоты и белки», «Хроматографический метод определения аминокислот».	
	ПК 1.3	Тема 2.2 «Липиды»	Устный опрос	Экзамен
Выполнение лабораторной работы «Фракционирование липидов дрожжей методом тонкослойной хроматографии».				
ПК 1.3	Тема 2.3 «Простые и сложные углеводы»	Устный опрос	Экзамен	
		Выполнение лабораторной работы «Количественное определение сахаров орто-толуидиновым методом».		
32. Принципы выбора методики анализа конкретного объекта в зависимости от его предполагаемого химического состава	ПК 1.3	Тема 1.1 «Основные молекулярные компоненты клетки»	Экзамен	
		Тема 1.2 «Основные принципы и этапы выделения анализируемых объектов из биологических материалов»	Экзамен	

### Вопросы для устных опросов

- 1 Что представляют собой аминокислоты?
- 2 Что такое пептидная связь. Как она образуется?
- 3 Качественная реакция на пептидную связь. Каково минимальное количество пептидных связей для прохождения этой реакции?
- 4 Какие вещества дают положительную биуретовую реакцию?
- 5 Что такое протеиногенные аминокислоты?
- 6 Какие классификации аминокислот вы знаете?
- 7 Какие серосодержащие, ароматические, гетероциклические аминокислоты вы знаете?

- 8 Что такое альфа-аминокислота?
- 9 Что такое первичная аминогруппа?
- 10 Качественная реакция на альфа-аминокислоты.
- 11 Качественная реакция на первичную аминогруппу.
- 12 Какую аминокислоту выявляет реакция Миллона?
- 13 Какую аминокислоту выявляет ксантопротеиновая реакция?
- 14 Какие циклические аминокислоты вам известны?
- 15 Какие из циклических аминокислот являются ароматическими?
- 16 Какую аминокислоту выявляет реакция Паули?
- 17 Наличие какой функциональной группы в молекуле белка обеспечивает протекание реакции Фоля?
- 18 Назовите источники серосодержащих аминокислот.
- 19 Какой химический процесс лежит в основе цветной реакции на триптофан?
- 20 Что является реагентом на триптофан?
- 21 К какому классу органических соединений принадлежит данный реагент?
- 22 Можете ли Вы предложить другие реагенты, позволяющие выявить триптофан в биологическом материале?
- 23 На чем основан метод хроматографического разделения аминокислот?
- 24 От чего зависит скорость перемещения аминокислот на бумаге?
- 25 В чем состоит процесс проявления хроматограммы?
- 26 Как можно обнаружить конкретные аминокислоты в исследуемом образце?
- 27 На чем основан метод хроматографического разделения аминокислот?
- 28 От чего зависит скорость перемещения аминокислот на бумаге?
- 29 В чем состоит процесс проявления хроматограммы?
- 30 Как можно обнаружить конкретные аминокислоты в исследуемом образце?
- 31 Зачем нужен контроль в методе построения калибровочной кривой? Как готовится контроль?
- 32 Почему с возрастанием концентрации белка увеличивается оптическая плотность раствора?
- 33 На чем основан метод высаливания белков?
- 34 Какие реагенты используют для высаливания белков?
- 35 За счет чего происходит осаждение белков органическими растворителями?
- 36 Какие процессы протекают в реакционной смеси с белком при добавлении в раствор солей тяжелых металлов?



- 37 За счет чего происходит осаждение белков минеральными кислотами?
- 38 Почему происходит осаждение белков органическими растворителями?
- 39 Сопровождается ли осаждение белков при нагревании денатурацией?
- 40 Что такое денатурация белка?
- 41 На каком эффекте основан метод определения белка в культуральной жидкости?
- 42 Каким образом можно разделить яичный альбумин и глобулин?
- 43 Для чего используется высаливание?
- 44 Каков принцип классификации сложных белков?
- 45 Какие классы сложных белков известны?
- 46 Каково строение и функции нуклеопротеидов?
- 47 Каким образом можно подтвердить химический состав нуклеопротеидов?
- 48 В чем заключается биологическая функция гемоглобина?
- 49 Как построена молекула гемоглобина?
- 50 Какие хромопротеиды кроме гемоглобина Вам известны?
- 51 Какое строение имеют гликопротеиды?
- 52 Какие химические процессы протекают в реакционной среде при проведении реакции Подобедова-Молиша?
- 53 Химическая природа ферментов. Отличие биокатализаторов от прочих катализаторов. Особенности ферментативного катализа.
- 54 Строение ферментов. Классификация коферментов.
- 55 Теория и механизм ферментативного катализа.
- 56 Кинетика ферментативных реакций. Влияние концентраций фермента и субстрата на скорость ферментативной реакции.
- 57 Влияние температуры и рН среды на скорость ферментативных реакций.
- 58 Виды специфичности ферментов. Примеры.
- 59 Классификация ферментов. Номенклатура.
- 60 Типы ингибирования ферментов. Конкурентные и неконкурентные ингибиторы. Необратимое ингибирование.
- 61 С какими ферментами флавиновой природы вы работали на лабораторном занятии. Напишите уравнения реакции.
- 62 В чем роль кислорода в биологическом окислении?
- 63 Строение крахмала.
- 64 Строение гликогена.
- 65 Понятие о спиртовом брожении.
- 66 Классификация липидов.
- 67 Строение нейтральных жиров.
- 68 Строение фосфолипидов.

### Перечень вопросов к экзамену

1. Предмет и задачи биохимии. Основные перспективные направления развития биохимии на современном этапе. Значение биохимии для клинической диагностики.
2. Основные молекулярные компоненты клетки
3. Белки. Классификация, уровни структуры белка, функции
4. Аминокислоты. Классификация. Пептидная связь
5. Растворимость белков. Изoeлектрическая точка белков. Денатурация белков. Денатурирующие воздействия. Ренатурация.
6. Хромопротеиды. Примеры. Строение простетических групп. Биологические функции хромопротеидов.
7. Биологические функции белков. Физиологическая классификация аминокислот. Заменяемые и незаменимые аминокислоты. Биологическая полноценность белков.
8. Методы определения концентрации белка.
9. Качественные реакции на пептидную связь и отдельные аминокислоты.
10. Нуклеопротеиды. Рибосомы, их строение и функции
11. Химические и кислотно-основные свойства аминокислот.
12. Кривые титрования аминокислот.
13. Простые белки. Важнейшие представители простых белков. Сложные белки. Важнейшие представители сложных белков и их функции.
14. Фосфопротеиды. Примеры, строение, биологическая роль
15. Пептиды. Важнейшие представители, их биологическая роль
16. Основные методы выделения, очистки и изучения структуры белка.
17. Гликопротеиды. Строение и функции
18. Принципиальная схема выделения белка из биологического материала.
19. Углеводы. Классификация. Биологическая роль.
20. Восстанавливающие и невосстанавливающие сахара.
21. Гомо- и гетерополисахариды.
22. Гетерополисахариды, их биологическое значение. Строение и функции. Примеры. Основные структурные звенья гетерополисахаридных цепей.
23. Основные представители гомополисахаридов
24. Липиды. Классификация.
25. Биологические функции липидов.
26. Нуклеиновые кислоты. Уровни структуры НК.
27. Полинуклеотиды. Правило построения полинуклеотидной цепи.
28. Высшие уровни структуры нуклеиновых кислот.

29. Правило комплементарности азотистых оснований.
30. Ферменты. Классификация.
31. Активный центр фермента, его строение.
32. Активаторы, ингибиторы ферментов.
33. Виды ингибирования ферментов. Примеры.
34. Основы ферментативной кинетики. Уравнение Лануивера-Берка. Константа Михаэлиса и субстратная константа.
35. Способы выражения активности ферментов.
36. Биокатализаторы. Отличие ферментов от других видов катализаторов.
37. Теория ферментативного катализа.
38. Специфичность ферментов. Виды специфичности
39. Оксидоредуктазы. Примеры. Строение кофакторов оксидоредуктаз.
40. Спиртовое брожение.
41. Витамины. Классификация. Важнейшие витамины.

## **2.2. Контроль приобретения практического опыта. Оценка по производственной практике**

Целью оценки по практике является оценка:

- 1) профессиональных и общих компетенций;
- 2) практического опыта и умений.

Оценка по практике выставляется на основании подготовки и защиты отчета по практике, аттестационного листа по практике, характеристики профессиональной деятельности студента на практике, дневника практики с указанием видов работ, выполненных обучающимся во время практики, их объема, качества выполнения в соответствии с технологией и требованиями организации, в которой проходила практика.

Задания для оценки приобретенного практического опыта разрабатываются в виде перечня видов и объемов работ, а также требований к их выполнению. Каждому заданию по практике должны соответствовать данные из ФГОС по приобретению практического опыта, критерии оценки которого заполняются в соответствии с данными табл.2, гр.3.

Предметом оценки по практике обязательно являются дидактические единицы «иметь практический опыт» и «уметь».

По данному модулю учебным планом предусматривается производственная практика в объеме 108 часов.

**Форма аттестационного листа**

(характеристика профессиональной деятельности студента во время практики)

1. ФИО студента, № группы, специальность \_\_\_\_\_

2. Место проведения практики (организация), наименование, юридический адрес \_\_\_\_\_

3. Время проведения практики \_\_\_\_\_

4. Виды и объем работ, выполненные студентом во время практики:

5. Качество выполнения работ в соответствии с технологией \_\_\_\_\_

Дата

Подписи руководителя практики,  
ответственного лица организации