

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ И. Т. ТРУБИЛИНА»**

ФАКУЛЬТЕТ ГИДРОМЕЛИОРАЦИИ

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета
гидромелиорации
профессор М. А. Бандурин

25 апреля 2022 г.



Рабочая программа дисциплины

«ХИМИЯ И МИКРОБИОЛОГИЯ ВОДЫ»

наименование дисциплины

Направление подготовки

20.03.02 Природообустройство и водопользование

Направленность

«Инженерные системы с/х водоснабжения,
обводнения и водоотведения»

Уровень высшего образования

(академический бакалавриат)

Форма обучения

Очная, заочная

**Краснодар
2022**

Рабочая программа дисциплины «Химия и микробиология воды» разработана на основе ФГОС ВО 20.03.02 «Природообустройство и водопользование», утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ 26.05.2020 г. № 685, профиль подготовки «Инженерные системы с/х водоснабжения, обводнения и водоотведения» (программа академический бакалавриат).

Автор:

к.х.н., доцент



С. А. Пестунова

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к утверждению решением кафедры химии от 23 марта 2022 г., протокол № 7.

Заведующий кафедрой

д.х.н., профессор



Е. А. Кайгородова

Рабочая программа одобрена на заседании методической комиссии факультета гидромелиорации, протокол от 25.04.2022г., протокол № 8.

Председатель

методической комиссии

д.т.н., профессор

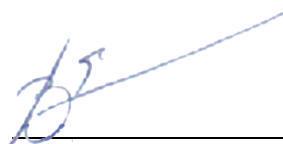


А. Е. Хаджиди

Руководитель

основной профессиональной
образовательной программы,

к.т.н., доцент



В. В. Ванжа

1 Цель и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Химия и микробиология воды» является

- формирование комплекса теоретических знаний по химии воды и водных растворов, теоретическим основам химических, физико-химических и микробиологических процессов очистки воды в искусственных и природных условиях;
- развитие практических умений и навыков решения конкретных производственных задач, связанных с оценкой качества воды и выбором способов обработки природных и сточных вод различного состава.

Задачи дисциплины

- дать необходимые знания о строении и основных свойствах воды, о физико-химических процессах, протекающих в природных и сточных водах;
- ознакомить обучающихся с принципами анализа природных и сточных вод для оценки качества воды, используемой для промышленных и хозяйственно-бытовых целей;
- научить ориентироваться в химической и физико-химической характеристике природных сточных вод, в многообразии микроорганизмов, обитающих в водной среде, понимать взаимоотношения между различными их видами;
- сформировать представления о современных технологических методах обработки природных и сточных вод и способах их обеззараживания, о бактериологическом анализе вод и о методах биологической очистки сточных вод;
- научить способам получения этой информации в научной литературе, справочной и нормативно-технической документации;
- выработать умения использовать полученные знания и навыки в технологических и проектных решениях для расчета головных сооружений водопровода и станций аэрации по улучшению качества природных вод, в решении ряда экологических проблем;

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

В результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции:

ПКС 1 Способен собирать, анализировать и систематизировать исходные данные для проектирования систем водоснабжения, обводнения и водоотведения или их элементов;

ПКС 1.5 Анализирует и согласовывает проектную информацию по системам водоснабжения, обводнения и водоотведения или их элементов для подготовки актуальных проектных решений в современных условиях

В результате изучения дисциплины «Химия и микробиология воды» обучающийся готовится к освоению трудовых функций и выполнению трудовых действий:

Профессиональный стандарт 16.146 «Специалист в области проектирования систем водоснабжения и водоотведения объектов капитального строительства».

Трудовая функция определяется специализацией, по которой будет получен диплом.

Трудовые действия определяются должностными обязанностями.

Область профессиональной деятельности: 16 Строительство и коммунально-бытовое хозяйство

Типы профессиональных задач: Проектно-изыскательский.

В результате освоения дисциплины обучающийся готовится к следующим видам деятельности, в соответствии с образовательным стандартом ФГОС ВО 20.03.02 по направлению подготовки «Природообустройство и водопользование» (уровень академический бакалавриат).

Виды профессиональной деятельности:

Проектно-изыскательская:

— проведение изысканий для формирования базы данных при проектировании объектов природообустройства и водопользования, оценке их состояния при инженерно-экологической экспертизе и мониторинге влияния на окружающую среду.

Перечень профессиональных стандартов с указанием ОТФ:

Профессиональный стандарт 16.146 «Специалист в области проектирования систем водоснабжения и водоотведения объектов капитального строительства

ОТФ: Предпроектная подготовка систем водоснабжения и водоотведения объектов капитального строительства

ОТФ : Подготовка проектной документации систем водоснабжения и водоотведения объектов капитального строительства

ОТФ : Руководство проектным подразделением по разработке систем водоснабжения и водоотведения объектов капитального строительства

Трудовая функция: Предпроектная подготовка систем водоснабжения и водоотведения объектов капитального строительства.

Подготовка проектной документации систем водоснабжения и водоотведения объектов капитального строительства.

Трудовые действия: Руководство проектным подразделением по разработке систем водоснабжения и водоотведения объектов капитального строительства

Планируемые результаты освоения компетенций с учетом профессиональных стандартов

Компетенция	Категории			Название обобщенной трудовой функции
	знать	уметь	трудовые действия	
<p>ПКС 1 Способен собирать, анализировать и систематизировать исходные данные для проектирования систем водоснабжения, обводнения и водоотведения или их элементов.</p> <p>ИД: ПКС 1.5 Анализирует и согласовывает проектную информацию по системам водоснабжения, обводнения и водоотведения или их элементов для подготовки актуальных проектных решений в современных условиях</p>	<p>Основные законы естественнонаучных дисциплин, необходимые для использования в профессиональной деятельности: химические элементы и их соединения; реакционную способность веществ;</p> <p>Кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства веществ; дисперсные системы их классификацию; химическую термодинамику и кинетику. Окислительно-восстановительные процессы в водной среде, их использование для решения задач обеззараживания и обесцвечивания в технологии водоподготовки.</p> <p>Основы микробиологии воды; роль микроорганизмов в процессах самоочищения водоемов; биологической очистки сточных вод в естественных и искусственных услови-</p>	<p>Рассчитывать скорость химических реакций и их направленность, определять количественное содержание растворенного вещества, осмотического давления растворов; анализировать ценностные аспекты проблем философии; определять и рассчитывать основные показатели химического качества воды; характеризовать основные группы микроорганизмов, их морфологические и физиологические особенности.</p>	<p>Руководство проектным подразделением по разработке систем водоснабжения и водоотведения объектов капитального строительства</p> <p>Получение и обработка информации, ее систематизация для проектирования систем водоснабжения, обводнения и водоотведения или их элементов для подготовки актуальных проектных решений в современных условиях с использованием современных технологических методов очистки природных и сточных вод и способов их обеззараживания.</p>	<p>Обеспечение населения качественной питьевой водой и устойчивого водоснабжения для промышленных и хозяйственно-бытовых целей.</p>

Компетенция	Категории			Название обобщенной трудовой функции
	знать	уметь	трудовые действия	

	ях обработки сточных вод; основы природоохранного законодательства, нормативные акты по природообустройству и водопользованию.			
--	--	--	--	--

3 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

«Химия и микробиология воды» является дисциплиной вариативной части (части, формируемой участниками образовательных отношений) ОПОП ВО подготовки обучающихся по направлению 20.03.02 «Природообустройство и водопользование», профиль «Инженерные системы сельскохозяйственного водоснабжения, обводнения и водоотведения» (программа академический бакалавриат).

4 Объем дисциплины (108 часов, 3 зачетных единиц)

Виды учебной работы	Объем, часов	
	Очная	Заочная
Контактная работа	51	11
в том числе:		
— аудиторная по видам учебных занятий	51	11
— лекции	18	4
— практические
- лабораторные	32	6
— внеаудиторная
— зачет	1	1
— экзамен		
— защита курсовых работ (проектов)	-	-
Самостоятельная работа	57	97
в том числе:		
— курсовая работа (проект)*
— прочие виды самостоятельной работы
Итого по дисциплине	108	108

5 Содержание дисциплины

По итогам изучаемой дисциплины обучающиеся сдают зачет.

Дисциплина изучается на 2 курсе, в 1 семестре очной формы обучения, на 2 курсе, в 1 семестре заочной формы обучения.

Содержание и структура дисциплины по очной форме обучения

№ п/п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)		
				Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1-2	Введение. Вода в биосфере. Роль воды в жизни водоемов, почвы, растительного и животного мира. Производственная деятельность и экологические проблемы. Хозяйственно-питьевое, сельскохозяйственное и промышленное водоснабжение. Взаимосвязь водо-	ПКС 1	3	4	8	6

№ п/п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)		
				Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа

	<p>снабжения, обводнения, водоотведения с глобальным круговоротом веществ. Технический прогресс и охрана водных ресурсов. Водные ресурсы РФ. Рациональное использование и охрана водных ресурсов. Нормативные документы.</p> <p>I. Теоретические основы химии воды</p> <p>1.1 Строение молекулы воды. Водородная связь. Структура льда. Структура жидкой воды. Диаграмма состояния воды. Структура водных растворов. Аномалии воды и их связь со структурой.</p> <p>1.2 Растворимость различных веществ в воде. Тепловые эффекты при растворении. Вода универсальный растворитель. Произведение растворимости. Связь растворимости с присутствием других веществ со степенью дисперсности твердой фазы.</p> <p>Способы выражения концентрации растворов и растворимость.</p> <p>1.3 Свойства водных растворов. Температура замерзания и кипения растворов. Диффузия и осмос. Свойства растворов электролитов. Кислотно-основные равновесия в водных растворах.</p> <p>Диссоциация воды. Активная реакции среды – pH.</p> <p>Гидролиз (гидролиз коагулянтов). Комплексообразование в водных растворах.</p> <p>Углекислотное равновесие в воде. Кислотность и щелочность воды. Агрессивность и стабильность воды.</p> <p>1.4 Окислительно-восстановительные процессы в водных растворах. Окислительно-восстановительные потенциалы. Электрохимические</p>					
--	--	--	--	--	--	--

№ п/п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)		
				Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа

	процессы. Воздействие воды на материалы: коррозия металлов и бетона в водной среде.					
3-4	<p>2. <i>Физическая и коллоидная химия природных вод</i></p> <p>2.1 Основы химической термодинамики.</p> <p>2.2 Химическая кинетика и катализ.</p> <p>2.3 Химия поверхностных явлений и дисперсных систем. Поверхностные явления. Адсорбция на поверхности раздела жидкость-газ.</p> <p>2.4 Классификация дисперсных систем. Свойства коллоидно-дисперсных систем. Устойчивость и коагуляция коллоидных систем</p> <p>3. Природные воды. Показатели качества воды.</p> <p>3.1 Круговорот воды в природе. Мировые водные ресурсы. Водные ресурсы России.</p> <p>3.2 Физико-химическая характеристика природных вод.</p> <p>3.3 Химические компоненты природных вод.</p> <p>3.4 Основные показатели качества воды.</p> <p>3.5 Целевое назначение вод.</p> <p>4. Методы химического анализа состава воды.</p> <p>4.1 Гравиметрический анализ.</p> <p>4.2 Титриметрический анализ.</p> <p>4.3 Инструментальные методы анализа (потенциометрия, фотометрия)</p>	ПКС 1	3	4	8	8
5	<p>5. Основные сведения по органической химии</p> <p>5.1 Углеводороды и их некоторые производные.</p> <p>5.2 Спирты и фенолы</p> <p>5.3 Альдегиды и кетоны.</p> <p>5.4 Карбоновые кислоты и жиры.</p> <p>5.5 Углеводы (сахара).</p>	ПКС 1	3	2	4	6

№ п/п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)		
				Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
	5.6 Полимеризация и поликонденсация. 5.7 Аминокислоты и белки. 5.8 Некоторые важнейшие гетероциклические соединения.					
6	6. Физико-химические основы процессов водоподготовки и очистки сточных вод. 6.1 Классификация примесей по фазово-дисперсному состоянию. 6.2 Методы обработки воды и технологические схемы ее кондиционирования (сорбционные методы, экстракция, мембранные методы и др.). 6.3 Окислительно-восстановительные реакции при очистке воды. 6.4 Буферные растворы (искусственные и природные) Роль буферных растворов в отдельных технологических и биохимических процессах при очистке природных и сточных вод. Основные виды буферных растворов в практике водоподготовки. Коллоквиум № 1	ПКС 1	3	2	6	7
7-8	7. Микробиология воды 7.1 Морфология и систематика микроорганизмов. 7.2 Физиология микроорганизмов (химический состав клеток микроорганизмов, ферменты микроорганизмов, конструктивный и энергетический метаболизм, питание микроорганизмов, биохимическое окисление и дыхание микроорганизмов). 7.3 Влияние факторов окружающей среды на жизнедеятельность микроорганизмов. 7.4 Распространение микроорганизмов в природе. 8.1 Влияние микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности на качество воды и работу очист-	ПКС 1	3	2	2	4

№ п/п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)		
				Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
	<p>ных сооружений (значение микроорганизмов в процессах очистки сточных вод и самоочищения водоемов).</p> <p>Вредная деятельность микроорганизмов: цветение водоема, его влияние на работу водоотводных очистных сооружений и меры борьбы с ними. Развитие микрофитов в водохранилищах – охладителях, меры борьбы с ним. Микробиологическая коррозия.</p> <p>Сине-зеленые водоросли. Роль биогенных элементов в процессах эвтрофикации водоемов. Биологические помехи в системах водоснабжения, вызываемые аллохтонными и автохтонными организмами.</p> <p>8.1.1 Окисление органических веществ в аэробных условиях.</p> <p>8.1.2 Разложение органических веществ в анаэробных условиях</p> <p>Превращение сложных органических соединений в анаэробных условиях. Метановое брожение – условия процесса и его характеристики микрофлоры кислой и щелочной стадий брожения. Характеристика микрофлоры анаэробных реакторов.</p>					
9	<p>9. Санитарная микробиология природных и сточных вод (биоценозы природных водоемов, санитарно-бактериологическая оценка качества воды). Система сапробности организмов и ее применение для оценки степени загрязнения водоема.</p> <p>Характер и источники загрязнения водоемов, процессы самоочищения водоемов. Основные принципы микробиологических методов очистки сточных вод.</p> <p>КОЛЛОКВИУМ № 2</p>	ПКС 1	3	2	2	4
Итого				Итого лекци-	Итого лабо-	Итого

№ п/п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)		
				Лекции	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа

				онных часов 18	ракторных часов занятий 32	самостоя- тельной работы 57
--	--	--	--	-------------------	----------------------------------	--------------------------------------

Данная таблица детализирует информацию из таблицы «Объем дисциплины» по очной форме обучения отдельно.

Содержание и структура дисциплины: практические (лабораторные) занятия по формам обучения

№ п/п	Наименование темы с указанием основных вопросов	Формируемые компетенции	Семестр	Очная форма обучения, час.	Заочная форма обучения, час.
----------	--	----------------------------	---------	-------------------------------	---------------------------------

1	Ознакомление с техникой безопасности работы в химической лаборатории. Химическая посуда и оборудование лаборатории для проведения анализов воды и водных растворов. Ознакомление с составами и рецептурой приготовления хромовых смесей для мытья химической посуды.	ПКС 1	3	2	
2	Отбор пробы вод для аналитического контроля. Тестовый контроль знаний.	ПКС 1	3	2	
3	Воздействие воды на материалы: коррозия металлов в водных средах и защита от нее.	ПКС-1		2	
4	Изучение состава и свойств твердеющего цемента, определяющих стойкость строительных изделий и сооружений на его основе, к воздействию внешней среды. Главные виды и причины коррозии искусственного камня минералов строительных материалов. Коррозия цементного камня, бетона и	ПКС-1		2	

№ п/п	Наименование темы с указанием основных вопросов	Формируемые компетенции	Семестр	Очная форма обучения, час.	Заочная форма обучения, час.
----------	--	----------------------------	---------	-------------------------------	---------------------------------

	железобетона в водных средах. Тестовый контроль знаний.				
5	Коллоидное состояние веществ. Получение и свойства коллоидных растворов. Коагуляция и седиментация коллоидных растворов. Контрольная № 1.	ПКС-1		2	2
6	Способы приготовления растворов. Выражения концентраций в титриметрическом (объёмном) анализе. Примеры расчетов в титриметрии. Освоение общих приемов титрования.	ПКС-1		2	2
7	Оценка качества природной и питьевой воды по физическим и органолептическим показателям. Определение температуры воды. Определение цветности воды с помощью шкалы стандартов и фотометрическим методом. Определение мутности воды фотометрическим методом, прозрачности по шрифту. Анализ запаха воды при 20 °С и 60 °С. Анализ природной и питьевой воды на отдельные катионы и анионы с приближенной количественной оценкой. Определение содержания сухого остатка воды гравиметрическим расчетным методом.	ПКС-1		2	
8	Определение кислотности и щелочности воды. Прямое потенциометрическое определение концентрации водородных ионов и величины рН водных растворов. Определение рН и ОВП (редокс) природных и вод, предназначенных для питья.	ПКС-1		2	
9	Жесткость воды. Методы умягчения воды. Комплексонометрическое определение общей жесткости питьевой воды. Раз-	ПКС-1;		2	2

№ п/п	Наименование темы с указанием основных вопросов	Формируемые компетенции	Семестр	Очная форма обучения, час.	Заочная форма обучения, час.
----------	--	----------------------------	---------	-------------------------------	---------------------------------

	дельное определение содержания кальция и магния. Контрольная № 2.				
10	Приготовление и стандартизация раствора хлороводородной кислоты по стандартному раствору тетрабората натрия (используется в работе № 11).	ПКС-1		2	
11	Определение гидрокарбонатной щелочности воды.	ПКС-1		2	
12	Коллоквиум № 1. Контроль процесса подготовки докладов и реферативных работ.	ПКС-1		2	
13	Фотометрическое определение содержания меди (II) в воде.	ПКС-1		2	
14	Изучение <i>устройства микроскопа</i> и техники микроскопирования. Приобретение умений и навыков работы с микроскопом. Ознакомление с <i>морфологией</i> микроорганизмов и методами их изучения под микроскопом.	ПКС-1		2	
15	Ознакомление с принципами приготовления питательных сред и методами выращивания микроорганизмов в лабораторных условиях для исследования <i>физиологических</i> свойств. Коллоквиум № 2.	ПКС-1		2	
16	Ознакомление с методами исследования микрофлоры воды (водопроводной, дистиллированной и из открытого водоема). Итоговый тестовый контроль знаний.	ПКС-1;		2	
Итого				32	6

6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

«Химия и микробиология воды»

Методические указания (для самостоятельной работы)

1. Пестунова С. А. Растворы и другие дисперсные системы: учеб. пособие / С. А. Пестунова, Е. С. Костенко, Е. А. Кайгородова. – Краснодар : 2013. – 479 с.
http://edu.kubsau.ru/file.php/105/04_Rastvory_i_drugie_dispersnye_sistemy_Pestunova_Kostenko_Kaigorodova.pdf
2. Пестунова С. А. Комплексные соединения. Комплексообразование в водных растворах: учеб. пособие / С. А. Пестунова, Е. С. Костенко, Е. А. Кайгородова. – Краснодар : КубГАУ, 2013. – 161 с.
http://edu.kubsau.ru/file.php/105/01_Kompleksnye_soedinenija_Pestunova_Kostenko_Kaigorodova.pdf
3. Пестунова С. А. Химия воды: теоретические и прикладные аспекты : учеб. пособие / С. А. Пестунова, Е. А. Кайгородова. – Краснодар : КубГАУ, 2019. – 173 с.
https://edu.kubsau.ru/file.php/105/POSOBIE_KHIMIJA_VODY_TEOR_I_PRIKLAD_A_SPEKTY_438612_v1_.PDF
4. Пестунова С. А. Химия и микробиология воды : учебное пособие / С. А. Пестунова, Е. А. Кайгородова. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – 205 с.
https://edu.kubsau.ru/file.php/105/MIKROBIOLOGIJA_15.09.pdf
5. Теоретические основы физико-химических методов анализа : учеб. пособие / Е. А. Кайгородова [и др.]. - Краснодар : КубГАУ, 2017. – 188 с.
https://edu.kubsau.ru/file.php/105/TEORETICHESKIE_OSNOVY_FIZIKO-KHIMICHESKIKH_METODOV_ANALIZA.pdf
6. Кайгородова Е. А. Неорганическая и аналитическая химия / Е. А. Кайгородова, И. И. Сидорова. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 88 с.
https://edu.kubsau.ru/file.php/105/KHimija_ehlementov_pv.pdf

6.2 Литература для самостоятельной работы

1. Косянок Н. Е. Справочник по общей и неорганической химии / Н. Е. Косянок., Е. С. Костенко, Е. А. Кайгородова. – Краснодар : КубГАУ. - 19,6 п.л., 2013 [Электронный ресурс]
http://edu.kubsau.ru/file.php/105/03_03.07.13/15_Spravochnik_po_obshej_i_neorganicheskoj_khimii_Kosjanok_Kostenko_Kaigorodova.pdf
2. Александрова Э. А. Аналитическая химия : учеб. и практикум для прикл. бакалавриата. В 2 кн. Кн. 1 : Химические методы анализа / Александрова Э. А., Гайдук Н. Г. ; Куб. гос. аграр. ун-т . - 2-е изд., испр. и доп. - М. : Юрайт, 2014. - 551 с.

3. Наумова Г. М. Техника ведения химического эксперимента в лаборатории химии / Г. М. Наумова, Е. К. Яблонская, Е.А. Кайгородова. – Краснодар : КубГАУ, 2013. – 80 с.

https://edu.kubsau.ru/file.php/105/03_03.07.13/08_tekhnika_vedenija_khimicheskogo_eksperimenta.pdf

7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП ВО

Номер семестра	Этапы формирования компетенций по дисциплинам, практикам в процессе освоения ОП
----------------	---

ПКС 1 Способен собирать, анализировать и систематизировать исходные данные для проектирования систем водоснабжения, обводнения и водоотведения или их элементов;

Дисциплины

2	Инженерная геодезия
2	Технология геодезических измерений
3	Химия и микробиология воды
5	Гидрометрия
	Производственная практика
7,8	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности (технологическая)
7,8	Научно-исследовательская работа
8	ГИА

7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкалы оценивания

Планируемые результаты освоения компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Уровень освоения				Оценочное средство
	не зачтено (минимальный не достигнут)	зачтено (минимальный, пороговый)	зачтено (средний)	зачтено (высокий)	

ПКС 1 Способен собирать, анализировать и систематизировать исходные данные для проектирования систем водоснабжения, обводнения и водоотведения или их элементов;

ПКС 1.5 Анализирует и согласовывает проектную информацию по системам водоснабжения, обводнения и водоотведения или их элементов для подготовки актуальных проектных решений в

Планируемые результаты освоения компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Уровень освоения				Оценочное средство
	не зачтено (минимальный не достигнут)	зачтено (минимальный, пороговый)	зачтено (средний)	зачтено (высокий)	
современных условиях					
Знать: — алгоритм сбора, анализа и систематизации исходных данных по системам водоснабжения, обводнения и водоотведения или их элементов для подготовки актуальных проектных решений в современных условиях	<i>Уровень знаний ниже минимальных требований, имели место грубые ошибки</i>	<i>Минимально допустимый уровень знаний, допущено много негрубых ошибок</i>	<i>Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, допущено несколько негрубых ошибок</i>	<i>Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок</i>	Контрольные работы Кейс-задания Тестирование Рефераты
Уметь: — анализировать и систематизировать исходные данные для проектирования систем водоснабжения, обводнения и водоотведения или их элементов;	<i>При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имели место грубые ошибки</i>	<i>Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме</i>	<i>Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами</i>	<i>Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными незначительными недочетами, выполнены все задания в полном объеме</i>	Контрольные работы (коллоквиумы) Кейс-задания Тестирование Реферат
Владеть: — методами анализа проектной информации по системам водоснабжения, обводнения и водоотведения или их элементов для подготовки	<i>При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки, имели место грубые ошибки</i>	<i>Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами</i>	<i>Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами</i>	<i>Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов</i>	Кейс-задания Тестирование Реферат

Планируемые результаты освоения компетенции (индикаторы достижения компетенции)	Уровень освоения				Оценочное средство
	не зачтено (минимальный не достигнут)	зачтено (минимальный, пороговый)	зачтено (средний)	зачтено (высокий)	
актуальных проектных решений в современных условиях					

7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП ВО

Примеры видов оценочных средств из таблицы 7.2: кейс-задания, контрольные задания, тесты, темы рефератов (докладов), и т.д., в соответствии с Пл КубГАУ 2.2.4 «Фонд оценочных средств»

Кейс-задания

ТЕМА 1. ХИМИЧЕСКАЯ ПОСУДА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АНАЛИЗОВ ВОДЫ И ВОДНЫХ РАСТВОРОВ

Выполнение кейс-заданий предусматривает ознакомление с техникой безопасности проведения экспериментальных работ; предварительную теоретическую проработку материала темы, на базе которой студент может самостоятельно выполнять химические опыты по предлагаемой методике, описывать аналитические сигналы реакций, формулировать выводы по выполненным работам.

- **Ознакомление с составами и рецептурой приготовления хромовых смесей для мытья химической посуды**

Ознакомьтесь с составами и рецептурами, (запишите их в протокол-отчет работы) приготовленных и выданных Вам на занятии моющих средств: хромовых смесей, предназначенных для очистки посуды химическим методом.

Хромовая смесь является сильным окислителем и, используется для мытья посуды, загрязненной смолистыми и другими нерастворимыми в воде веществами. Следует помнить, что хромовую смесь не используют для удаления продуктов перегонки нефти, а также солей бария, так как последние образуют трудноудаляемый осадок сульфата бария.

При работе с хромовой смесью следует соблюдать осторожность, так как она поражает кожу и, действует разрушительно на одежду (работать в халате и перчатках!).

При обнаружении какого-либо компонента вещества обычно визуально фиксируют появление **аналитического сигнала** – образование осадка, изменение окраски, появление линии в спектре и т. д.

Внимание! Признаком непригодности хромовой смеси для мытья служит изменение ее оранжевого цвета (Cr^{+6}) на темно-зеленый цвет (Cr^{+3}).

Мытье химической посуды

Получите моющую хромовую смесь и экземпляр химической посуды, визуаль-но загрязненной. Вымойте посуду и представьте ее, на предмет проверки качества мытья, преподавателю.

Составы и рецептуры приготовления различных моющих средств

Опишите другие известные моющие средства.

1.2 Типовые расчеты

Задание 1. Рассчитайте молярные массы эквивалентов веществ:

- а) перманганата калия в щелочной среде в реакции с сульфитом натрия;
- б) дихромата калия в кислой среде в реакции с сульфатом железа (II).

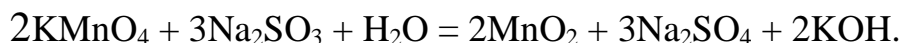
Составьте соответствующие уравнения реакций и приведите электронные балансы к ним.

Задание 2. Рассчитайте молярные массы эквивалентов вещества перманганата калия:

- а) в реакции окисления сульфата железа (II) в кислой среде



- б) в реакции окисления сульфита натрия в нейтральной среде



Индивидуальные задания для самостоятельной работы

Задание вариантов 1–15. Изобразите виды химической посуды и принадлежностей, а также лабораторного оборудования и укажите их назначение.

1. Пробирки, колбы конические Эрленмайера, биологический микроскоп

(устройство).

2. Колбы круглодонные, эксикаторы, автоклав.
3. Химические воронки и их крепление, колба Вюрца, термостаты.
4. Хлоркальциевые трубки, колба Бунзена, микроскопы.
5. Кристаллизатор, холодильник Либиха, химические стаканы, аллонж.
6. Холодильник обратный, пипетки, тигельные щипцы, аппарат Киппа.
7. Тигель, ступки с пестиком, ложка-шпатель, водяная баня.
8. Воронка Бюхнера, бюретки, сушильный шкаф, спиртовка.
9. Цилиндры мерные, технические весы (характеристика), фильтры.
10. Эталонная шкала цветности, батометры, чашка Петри, ерши.
11. Весы аналитические, шпатель Дригальского, спиртовка.
12. Техника посевов микроорганизмов на поверхность мясопептонного агара, стекла покровное и предметное.
13. Механическая часть микроскопа, стандарт-титры, пипетки.
14. Оптическая часть микроскопа, ареометры, колбы мерные.
15. Центрифуга, штативы с полным оснащением, стеклянные палочки и лопаточки.

ПРОБООТБОР ПРИРОДНОЙ И ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ДЛЯ АНАЛИТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ

Водоснабжение – одна из важнейших отраслей техники, направленная на повышение уровня жизни людей, благоустройство населенных пунктов, развитие промышленности и сельского хозяйства.

Под водоснабжением принято понимать комплекс санитарных мероприятий и инженерных сооружений, предназначенных для обеспечения водой требуемого качества различных ее потребителей. Система водоснабжения состоит из водоисточников и водозаборных сооружений, насосных станций и водоочистительных комплексов, магистральных трубопроводов, резервуаров и других устройств.

Централизованное снабжение водой городов, поселков и промышленных предприятий представляет собой сложный комплекс технико-экономических и организационных мероприятий. Их рациональное решение определяет уровень санитарного благоустройства городов и поселков, обеспечивает нормальные условия жизни населения, гарантирует бесперебойную работу промышленности.

В системе охраны природы и здоровья населения проблема контроля качества воды занимает особое, определяющее место. Это обусловлено многочисленными фактами интенсивного загрязнения природных водоемов и источников водозабора производственными стоками, содержащими опасные для здоровья людей соединения. Поэтому пробоотбор воды – важная стадия анализа, от которой зависит правильность аналитической оценки загрязнений воды, причем получаемые результаты ложатся в основу практических выводов. Приемы взятия проб воды должны обеспечить, возможно, более полное сохранение первоначального состава и предохранить пробу от возможных загрязнений. Погрешности, возникающие вследствие неправильного отбора пробы, в дальнейшем исправить нельзя.

Контрольные вопросы

1. На какие типы условно делятся воды, пробы которых подлежат анализу?
2. Какие главные принципы следует соблюдать при отборе проб вод разных типов?
3. Какие виды отбора проб воды установлены Международной организацией по стандартизации (ИСО)?
4. Каков алгоритм разового отбора пробы воды?
5. В каких случаях применяют периодический отбор проб?
6. Что характеризует простая проба?
7. Что характеризует средняя проба?
8. Какие пробы различают при проведении массовых анализов?
9. Какова процедура отбора пробы питьевой воды перед поступлением в распределительную сеть, а также в самой сети?
10. Приспособления (устройства) для отбора проб.
11. Какова процедура замера температуры воды при отборе проб из поверхностного водоема? На какое время термометр опускают в воду?
12. Как устроены и как называются средства для забора воды из поверхностных водоемов и колодцев?
13. Особенности отбора проб воды из проточных водоемов (река, ручей).
14. Как отбирают пробу воды из водопроводного крана или оборудованного каптажа для *бактериологического анализа*?
15. Как отбирают пробу воды из водопроводного крана или оборудованного каптажа для короткого санитарно-химического анализа?
16. В каком объеме отбирают воду для короткого санитарно-химического анализа?
17. В каком объеме отбирают воду для полного санитарно-химического анализа?
18. Что должно содержать составленное при отборе проб сопроводительное письмо?
19. Указывается ли в сопроводительном письме при отборе проб воды состояние погоды на момент отбора пробы и на протяжении предыдущих 10 дней?
20. Указывается ли в сопроводительном письме при отборе проб воды жалобы населения на ухудшение органолептических свойств воды, неблагоприятная эпидемическая ситуация по адресу источника воды?
11. Какова временная продолжительность принята для проведения *бактериологического анализа* после отбора пробы при температуре окружающей среды?
21. Каков допустимый интервал времени после отбора пробы для проведения *бактериологических исследований* при условии хранения ее в холодильнике при температуре 1–8 °С?
22. На протяжении, какого времени проводят *физико-химический* анализ после взя-

тия пробы?

23. Какой допустимый максимальный интервал времени для проведения *физико-химического* анализа пробы воды при условии хранения ее в холодильнике при температуре 1–8 °С?

24. Как и чем может проводиться консервация проб?

25. Для проведения, каких исследований и определения, какого показателя качества воды консервация недопустима?

ТЕМА. КОРРОЗИЯ МЕТАЛЛОВ В ВОДНЫХ СРЕДАХ И ЗАЩИТА ОТ НЕЕ

Кейс-задания

Выполнение кейс-заданий предусматривает предварительную теоретическую проработку материала темы, на базе которой студент может самостоятельно проводить химические опыты по предлагаемой методике, описывать аналитические сигналы реакций, суть реакций с помощью соответствующих уравнений, формулировать выводы о причинах коррозии металлов, влиянии внешних факторов на процесс коррозии и о способах защиты металлов от коррозии.

Цель: выяснить влияние внешних факторов на коррозию металлов; получить представление о методах защиты металлов от коррозионных разрушений.

Задание 1. Коррозия оцинкованного и луженого железа

Выполнение задания. В две пробирки налейте на 1/2 объема их дистиллированной воды и добавьте по 2–3 капли 2 н раствора серной кислоты и раствора гексацианоферрата (III) калия $K_3[Fe(CN)_6]$, который является чувствительным реактивом на ионы Fe^{2+} , с которым дает синее окрашивание (турнбулева синь). Растворы хорошо перемешайте стеклянной палочкой. В одну пробирку поместите 2–3 кусочка луженого железа, а в другую – оцинкованного железа. Через несколько минут посмотрите на содержимое пробирок. Что наблюдаете? В какой из пробирок раствор приобрел синий цвет? Объясните суть процесса.

Запись результатов. Приведите схему перехода электронов при коррозии а) оцинкованного и б) луженого железа. Укажите, в каком случае будет наблюдаться окисление железа при местном нарушении защитного слоя. Приведите электронные уравнения анодного и катодного процессов в опытах а) и б), а также укажите продукты коррозии: в случае оцинкованного и в случае луженого железа.

Ответьте на вопрос, какой металл будет разрушаться первым в процессе коррозии в следующих парах: алюминий-медь, никель-медь, железо-никель?

Задание 2. Влияние хлорид-иона на коррозию алюминия

Выполнение задания. В одну из пробирок добавьте 5–8 капель раствора сульфата меди (II), а в другую столько же раствора хлорида меди (II). Подогрейте растворы на водяной бане. В обе пробирки внесите по кусочку алюминия. Что наблюдаете?

Запись результатов. Напишите уравнения реакций, происходящих в обеих пробирках, отметив различия в течение реакций и сделайте вывод о влиянии хлорид-иона на процесс коррозии. Какие еще ионы обладают сходным действием, какие

противоположным?

Задание 3. Коррозия железа при неравномерной аэрации

Выполнение задания. На зачищенную наждачной бумагой поверхность железной пластины площадью $1-1,5 \text{ см}^2$, промытую и высушенную фильтровальной бумагой, нанесите каплю раствора хлорида натрия NaCl с концентрацией 3 %, в который были внесены 10 капель 2 н раствора гексацианоферрата (III) калия $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ и 3–5 капель индикатора – спиртового раствора фенолфталеина с концентрацией 0,1 %. Через небольшой временной интервал отметьте наблюдаемые цветные аналитические сигналы прошедших реакций.

Запись результатов. Объясните наблюдаемые изменения окраски: розовой по окружности капли и синей в ее центре. Чем они вызваны? Определите анодные и катодные участки. Составьте схему действия гальванопары, возникшей в результате различной аэрации пластины. Напишите уравнения анодного и катодного процессов, а также суммарное уравнение реакции.

Задание 4. Влияние деформации на скорость коррозии железа

Выполнение задания. Стальную канцелярскую скрепку распрямите и прокалите на газовой горелке, очистите наждачной бумагой, обезжирьте этиловым спиртом, согните в виде буквы **U**, поместите в фарфоровую чашку и залейте раствором ферроксииндикатора (100 см^3 дистиллированной воды + 3 г NaCl + 0,1 г $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ + несколько капель фенолфталеина).

Запись результатов. Через 5–10 мин отметьте появление около проволоки участков раствора, окрашенных в синий цвет. Обратите внимание, какой из участков проволоки (больше или меньше изогнутый) более склонен к коррозии.

Сделайте вывод о влиянии деформации на скорость коррозии железа.

Составьте уравнения реакций, приводящих к образованию конечных продуктов коррозии железа (бурой ржавчине) в нейтральной среде.

Выполните задания:

Вариант 1. Какое покрытие металла называют анодным, а какое катодным покрытием? Назовите несколько металлов, которые могут служить для анодного и катодного покрытия железа.

Вариант 2. Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов, происходящих при коррозии железа, покрытого медью во влажном воздухе, в кислой среде и в кислой среде, аэрируемой кислородом.

Индивидуальные задания для самостоятельно работы

Вариант 1

1. Почему техническое железо подвергается коррозии в большей степени, чем химически чистое? Дайте мотивированный ответ.

2. Какие процессы протекают при коррозии алюминия в контакте с медью в щелочной среде? Составьте электронные уравнения этих процессов.

3. Какой метод эффективнее при защите от коррозии корпусов морских судов? Дайте мотивированный ответ.

Вариант 2

1. Как будет влиять на коррозию цинка контакт его с никелем? Дайте мотивированный ответ.

2. Какие процессы протекают при коррозии технического железа в атмосферных условиях? Составьте электронные уравнения этих процессов.

3. Какой металл целесообразней выбрать для протекторной защиты от коррозии свинцовой оболочки кабеля: цинк, хром или медь? Почему? Дайте мотивированный ответ.

Вариант 3

1. Как происходит атмосферная коррозия луженого железа при нарушении покрытия? Составьте электронные уравнения электродных процессов на аноде и катоде.

2. Алюминий склепан с медью. Какой из металлов будет подвергаться коррозии, если эти металлы попадут в кислую среду?

3. Какие факторы влияют на интенсивность коррозионного процесса? В какой среде коррозия цинка идет интенсивнее:

а) в растворе Na_2CO_3 ; б) в морской воде; в) в воздушной среде.

Вариант 4

1. Почему технические металлы подвергаются коррозии в большей степени, чем химически чистые металлы? Дайте мотивированный ответ.

2. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих при коррозии хромированного железа в кислой среде.

3. В какой среде коррозия алюминия идет интенсивнее: а) водной, б) кислой, в) слабощелочной, г) воздушной. Дайте мотивированный ответ.

Вариант 5

1. Почему при повреждении оцинкованного железа, защитное действие покрытия продолжается? Дайте мотивированный ответ.

2. Алюминиевая пластинка, закрепленная заклепкой с медной пластиной, погружена в раствор серной кислоты. На какой пластинке будет выделяться водород? Составьте соответствующее уравнение реакции.

3. В чем суть протекторной защиты металлов от коррозии? Приведите пример протекторной защиты железа в электролите, содержащем растворенный кислород.

Вариант 6

1. Почему технический цинк подвергается коррозии в большей степени, чем химически чистый? Дайте мотивированный ответ.

2. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих при коррозии никелированного железа в водно-воздушной среде.

3. Какие заклепки, скрепляющие алюминиевые листы, долговечнее: медные, магниевые, цинковые? Дайте мотивированный ответ.

Вариант 7

1. Как будет влиять на коррозию алюминия контакт его с медью? Дайте моти-

вированный ответ.

2. Какие процессы протекают при коррозии свинцовых оболочек кабеля под действием электрического тока?

3. Перечислите методы защиты металлов от коррозии. Приведите примеры применения неметаллических покрытий.

Вариант 8

1. Почему при повреждении поверхности луженого железа коррозия железа усиливается? Дайте мотивированный ответ.

2. Какие процессы протекают при коррозии технического цинка в щелочной среде? Составьте электронные уравнения происходящих процессов.

3. Какой металл целесообразнее взять для электрозащиты трубопровода: железо, цинк, свинец? Дайте мотивированный ответ.

Вариант 9

1. Как будет влиять на коррозию магния контакт его с медью? Дайте мотивированный ответ.

2. Приведите пример анодного покрытия стальных изделий. Какие химические процессы будут протекать при нарушении целостности защитного слоя?

3. Какой метод эффективнее при защите от коррозии цилиндров двигателя внутреннего сгорания? Дайте мотивированный ответ.

Вариант 10

1. Стальное изделие покрыто серебром. Будет ли сохранено защитное действие серебра после повреждения поверхности? Дайте мотивированный ответ.

2. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих при коррозии трубопровода под действием блуждающих токов.

3. Какие факторы влияют на интенсивность коррозионного процесса? В какой среде коррозия магния будет протекать интенсивнее: а) в растворе H_2SO_4 ; б) в растворе $NaCl$; в) в растворе $NaOH$?

Вариант 11

1. Как будет влиять на коррозию железа контакт его с алюминием? Почему?

2. Какие процессы протекают при коррозии никелированного железа в водно-воздушной среде? Составьте электронные уравнения этих процессов.

3. Как влияет величина pH среды на скорость коррозии железа и цинка? Почему? Составьте уравнения соответствующих процессов.

Вариант 12

1. Как будет влиять на коррозию железа контакт его с медью? Дайте мотивированный ответ.

2. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих при коррозии сплава никеля с серебром в растворе соляной кислоты.

3. В чем сущность протекторной защиты металлов от коррозии? Приведите пример протекторной защиты стального изделия.

Вариант 13

1. Как будет влиять на коррозию меди контакт ее с магнием? Дайте мотивированный ответ.
2. Составьте электронные уравнения процессов, происходящих при коррозии технического железа в кислой среде.
3. Какие покрытия называются анодными? катодными? Приведите примеры таких покрытий.

Вариант 14

1. Медное изделие покрыто никелем. Будет ли сохранено защитное действие никеля после повреждения поверхности?
2. Какие процессы протекают при коррозии технического алюминия в щелочной среде? Составьте электронные уравнения этих процессов.
3. Какой метод эффективнее при защите от коррозии емкостей для перевозки агрессивных жидкостей? Ответ мотивируйте.

Вариант 15

1. Стальное изделие покрыто серебром. Будет ли подвергаться коррозии стальное изделие при повреждении защитного покрытия?
2. Какие процессы протекают при коррозии цинка в контакте с серебром в кислой среде? Составьте электронные уравнения этих процессов
3. Перечислите методы защиты металлов от коррозии. Какой метод эффективнее при защите парового котла от коррозии?

Контрольные вопросы

1. Что понимают под процессом коррозии?
2. Какие виды коррозионных разрушений Вам известны? Приведите примеры.
3. В чем особенность химической коррозии? По какому механизму она протекает?
4. Каковы причины возникновения электрохимической коррозии?
5. По какому механизму протекает электрохимическая коррозия?
6. В каких средах роль деполяризатора выполняет кислород, а в каких средах – ионы водорода при электрохимической коррозии?
7. Каковы первичные процессы при электрохимической коррозии технических металлов и сплавов?
8. Какой металл подвергается коррозии при контакте двух разнородных металлов в средах электролитов?
9. Что является продуктом коррозии оцинкованного железа в кислой среде?
10. Что является продуктом коррозии луженого железа в нейтральной среде?
11. Какие параметры оказывают влияние на скорость коррозии при контакте разнородных металлов?
12. Какой эффект на процессы коррозии оказывает состояние поверхности металлов?

13. При каком значении минерализации воды неизбежна электрохимическая коррозия металлов и сплавов?

14. Какой эффект на процессы электрохимической коррозии оказывают общая жесткость и щелочность?

15. При каких содержаниях в воде железа и марганца возможно образование соответствующих отложений, под которыми может начаться подшламовая коррозия?

ТЕМА. СТОЙКОСТЬ ИСКУССТВЕННОГО КАМНЯ МИНЕРАЛЬНЫХ (НЕОРГАНИЧЕСКИХ) МАТЕРИАЛОВ К ВОЗДЕЙСТВИЮ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ. КОРРОЗИЯ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ И БЕТОНА В ВОДНЫХ СРЕДАХ

Кейс-задания

Цель: изучение особенностей состава и свойств твердеющего минерального вяжущего вещества – портландцемента (ПЦ), определяющих стойкость строительных изделий и сооружений на его основе, к воздействию внешней среды.

Ознакомление с современными представлениями о процессах твердения неорганических вяжущих веществ, выявление относительной роли минералов клинкера ПЦ – алита, белита, целита и алюмоферрита в формировании минерально-фазового состава цементного камня, выявление компонента цементного камня, определяющего стойкость к коррозионному воздействию факторов внешней среды.

Задание 1. Определение реакции среды цементного теста

Реактивы и материалы: портландцемент нормального типа (ПЦ) порошкообразный, вода дистиллированная, индикатор фенолфталеин: спиртовой раствор с массовой долей 0,1 %.

Посуда: фарфоровые чашки, шпатели, стеклянные палочки.

Выполнение задания. В фарфоровую чашку поместите около 4 см³ ПЦ и лейте, при перемешивании стеклянной палочкой, к нему по каплям воду до получения густого клейкого теста. После этого отделите небольшое количество теста в другую фарфоровую чашку и добавьте к нему 2–3 капли фенолфталеина.

Запись результатов. Отметьте окраску индикатора. На что указывает ее изменение? Какова роль pH в процессах, происходящих при *затворении* минералов, составляющих основу клинкера ПЦ, водой?

Запишите соответствующие уравнения реакций. Объясните, почему в обычных условиях твердения портландцементного бетона гидролиз останавливается на первой ступени. Дайте название продуктам реакций. Укажите, какой главный компонент портландцементного камня придает ему плотность, коррозионную стойкость и другие ценные технические свойства.

Задание 2. Определение ионного состава водной вытяжки твердеющего портландцемента

Реактивы и материалы: порошкообразный ПЦ; вода дистиллированная; индикатор фенолфталеин спиртовой раствор с массовой долей 0,1 %; 0,1 н раствор карбоната натрия Na_2CO_3 .

Посуда и другие принадлежности: пробирки, воронки, стеклянные палочки, фильтровальная бумага.

Выполнение задания. В пробирку насыпьте ПЦ (на 0,5 см от ее дна), прилейте 10–15 см³ воды, перемешайте стеклянной палочкой полученную суспензию. После 3–4 мин отстаивания не растворившуюся часть отфильтруйте, фильтрат разделите на две порции. К одной из них прилейте раствор карбоната натрия, к другой – добавьте одну каплю раствора фенолфталеина.

Запись результатов. Запишите соответствующее уравнение реакции взаимодействия с водой минерала алита, учитывая, что он преобладает в составе клинкера ПЦ и определяет переход из одной стадии гидратационного твердения в другую.

Объясните наблюдаемые явления: (помутнение жидкости в одной пробирке и окрашивание – в другой). Укажите, какие ионы присутствуют в водной вытяжке твердеющего ПЦ. Составьте уравнения соответствующих реакций.

Задание 3. Влияние карбонизации на интенсивность процесса гидратационного твердения портландцемента

Реактивы: суспензия ПЦ (0,1 г цемента, 8–10 см³ дистиллированной воды), индикатор фенолфталеин спиртовой раствор с массовой долей 0,1 %; оксид углерода (IV).

Приборы и материалы: аппарат Киппа, пробирки.

Выполнение задания. В пробирку с суспензией ПЦ добавьте одну каплю раствора фенолфталеина и погрузите в нее стеклянную трубку от аппарата Киппа, в котором вырабатывается углекислый газ (CO_2).

Запись результатов. Первоначально наблюдайте ослабление окраски жидкой фазы. Составьте уравнение реакции, свидетельствующее об уменьшении щелочности суспензии ПЦ.

Затем жидкая фаза полностью обесцвечивается, начинается растворение карбоната кальция. Составьте соответствующее уравнение реакции.

Продолжите выполнение задания. Установите пробирку в штатив и зафиксируйте, через какой промежуток времени восстановится малиновая окраска жидкости.

Запись результатов. Сделайте вывод о характере влияния карбонизации на интенсивность гидратационного твердения ПЦ, пояснив наблюдаемые явления.

Задание 4. Определение «фронта» карбонизации бетона

Реактивы и материалы: наружные куски железобетона (бывшего в употреблении длительное время в бетонных массивах сравнительно малой плотности на воздухе), индикатор фенолфталеин спиртовой раствор с массовой долей 0,1 %.

Инструменты: молоток и зубило.

На бетон могут разрушающе действовать не только вода и растворы солей. Даже обычный воздух вызывает процессы, отражающиеся на стойкости железобетона. Здесь рассмотрите действие воздуха только на бетон. Азот, кислород и инертные газы практически не действуют на цементный камень. Углекислота действует, прежде всего, на поверхностный слой бетона и постепенно нейтрализует $\text{Ca}(\text{OH})_2$ во все более глубоких слоях. При этом происходит некоторое уплотнение бетона. Глубину перерождения бетона в результате действия углекислоты воздуха можно обнаружить при помощи индикаторов.

Для определения щелочности среды применяют фенолфталеин, имеющий точку перехода при водородном показателе pH около 8. В растворе $\text{Ca}(\text{OH})_2$ фенолфталеин бывает окрашен в малиновый цвет, а в нейтральной и кислой среде с pH меньше 7 он бесцветен.

Выполнение задания. Пользуясь инструментами, отделите от бетона небольшой скол. Нанесите на свежий скол бетона несколько капель фенолфталеина, смочив его таким образом.

Запись результатов. Отметьте участки цементного камня, содержащие *свободный* гидроксид кальция и участки, на которых прошла карбонизация. Углекислый газ, содержащийся в воздухе

в ничтожном количестве, заметно влияет на бетон. Дайте этому объяснение. Напишите уравнение реакции взаимодействия углекислоты со щелочными соединениями цементного камня, и прежде всего с $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Существует ли своеобразный «фронт», т. е. достаточно четко обозначенная разница между наружным нейтрализованным слоем и внутренним щелочным телом в исследованном образце бетона? Или карбонизация захватила весь защитный слой бетона? Что может произойти в этом случае с арматурой во влажном воздухе? Почему в качестве арматуры в бетоне не используется алюминий?

Кейс-задания

Главные виды и причины коррозии искусственного камня минералов строительных материалов

Цель: ознакомление студентов с основными видами и причинами коррозии искусственного камня строительных материалов на основе минеральных вяжущих веществ.

Среди внешних факторов, вызывающих коррозию материалов и сооружений на основе минеральных вяжущих веществ, выделяют действие напорной пресной воды, длительное воздействие минерализованной, например морской воды, влияние сточных вод и кислот, техногенных примесей воздуха кислотного характера и др.

Задание 1. Моделирование сульфатной коррозии

Реактивы: известковый раствор в виде кирпичиков; растворы гипсовой воды $\text{CaSO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ и сульфата алюминия $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ с концентрациями 0.5 М.

Посуда: пробирки.

Выполнение задания. В реальных условиях признаки коррозии появляются после длительного пребывания бетона в коррозионной среде (неделя или месяц). Для рассмотрения процесса коррозии используется менее прочный известковый раствор, содержащий гидроалюминат кальция, и коррозионное действие гипсовой воды усиливается введением в него сульфата алюминия $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Кирпичик известкового раствора поместите в пробирку и прилейте 8–10 см³ раствора сульфатов кальция и алюминия. Изменение кирпичиков будет заметно уже через 20–30 минут.

Запись результатов. Объясните наблюдаемое. Составьте уравнение реакции сульфатной коррозии.

Задание 2. Карбонизация и углекислотная коррозия известкового раствора

Реактивы и материалы: известковый раствор в форме кирпичиков; вода дистиллированная; оксид углерода (IV).

Посуда и приборы: аппарат Киппа, пробирки.

Выполнение задания. Известковый раствор, приготовленный заранее в форме кирпичиков, поместите в сухую пробирку. После чего пропустите в пробирку CO_2 до момента появления капелек воды на ее стенках.

Запись результатов. Определите тип протекающей реакции (экзо или эндотермический) и составьте уравнение реакции.

Продолжите выполнение задания. По окончании карбонизации достаньте кирпичик из пробирки, отделите от него кусочек размером 3–4 мм, опустите его в другую пробирку, залив ее наполовину дистиллированной водой. Затем, опустив в воду трубку от работающего аппарата Киппа по получению CO_2 и, пропускайте газ до распада кусочков на отдельные частички.

Запись результатов. Составьте уравнение реакции. Поясните, когда карбонизация играет положительную роль, а когда – отрицательную.

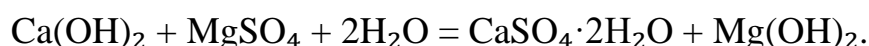
Задание 3. Влияние растворов магниевых солей на гидратацию портландцемента и выявление причины магниевой коррозии портландцементного камня

Реактивы и материалы: суспензия ПЦ (0,2 г цемента, 16–20 мл дистиллированной воды); индикатор фенолфталеин спиртовой раствор с массовой долей 0,1 %; раствор хлорида магния MgCl_2 концентрированный (растворимость MgCl_2 54,6 г на 100 г H_2O при 20 °С, при 100 °С – 73,4 г/100 г H_2O).

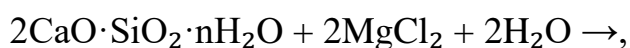
Посуда: пробирки, стеклянные палочки.

Выполнение задания. В две пробирки поместите равное количество суспензии ПЦ, добавьте по капле фенолфталеина в каждую. Содержимое перемешайте и дайте

отстояться осадку (5–10 мин) при этом верхняя часть слоя жидкой фазы становится прозрачной, малиновая ее окраска сохраняется. В одну из пробирок осторожно (по стенке) прилейте 2–3 капли концентрированного раствора хлорида магния. Сейчас же происходит ослабление окраски и легкое помутнение верхнего слоя жидкости. Ослабление окраски жидкой фазы указывает на снижение концентрации ионов OH^- , а ее помутнение – на образование труднорастворимого гидроксида магния $\text{Mg}(\text{OH})_2$ (растворимость $\text{Mg}(\text{OH})_2$ в воде около 0,1 г/л, а $\text{Ca}(\text{OH})_2$ около 1,3г/л). Поэтому образование гидроксида магния и приводит к резкому снижению концентрации ионов OH^- . Следовательно, в ходе гидратации ПЦ протекают основные реакции магниезальной коррозии портландцементного камня под действием морской воды:



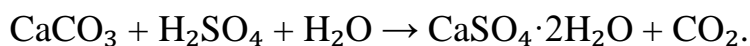
Затем осуществляется разложение гидросиликатов и гидроалюминатов кальция по уравнениям:



Запись результатов. Допишите приведенные уравнения реакции (на примере действия морской воды на бетон). В каком направлении смещены равновесия в указанных реакциях? Каковы причины разрушения прочного цементного камня?

Задание 4. Коррозия мрамора

Мрамор – разновидность известняков и доломитов с зернами CaCO_3 и $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$, скрепленных непосредственно сцеплением кристаллов. Мрамор широко применяется в качестве облицовочного материала. Однако мрамор не атмосферостойкий и в наружных облицовках поддается разрушению, которое быстро развивается на неполированных поверхностях. Коррозия мрамора возникает при наличии в воздухе сернистых газов и влаги. На поверхности мрамора в реальных условиях под действием сернистых газов и влаги образуется вначале сернистая, а потом серная кислоты, превращающие карбонат кальция в растворимый гипсовый камень по реакции:



Реактивы и материалы: мраморная плитка (кусочки), 2 н серная кислота разбавленная.

Посуда: пробирки и фарфоровые чашки, пипетки.

Выполнение задания. Налейте серную кислоту на мраморные кусочки, помещенные в пробирку, и закройте пробирку пробкой с газоотводной трубкой, которую опустите в другую пробирку со свежеприготовленным раствором гидроксида кальция.

Запись результатов. Отметьте все изменения, происходящие в опыте. О чем они свидетельствуют? Запишите уравнения протекающих при этом реакций. Обра-

тите внимание на происходящее разрыхление кальцита с увеличением его объема (\approx на 10–15 %). Поэтому укажите, какой еще вид коррозии дополняет процесс химической коррозии мрамора?

Контрольные вопросы

1. Какие материалы относятся к неорганическим вяжущим (минеральным)? Укажите их состав и свойства.

2. Каковы условия твердения и водостойкости неорганических вяжущих веществ? Какими свойствами обладают воздушные вяжущие вещества, а какими – гидравлические?

3. Области применения воздушных и гидравлических вяжущих.

4. Процесс твердения гидравлических вяжущих веществ с позиций современной теории, предложенной академиком А. А. Байковым?

5. Каким видам коррозии подвержены цементный камень и бетон? Дайте пояснения.

6. По каким направлениям ведется борьба с коррозией цементного камня и бетона?

7. Какой минерал цементного камня обладает повышенной растворимостью и в первую очередь подвергается физической и химической коррозии?

8. Что следует понимать под карбонизацией? В каких случаях карбонизация выполняет положительную роль, а в каких – отрицательную?

9. Причины и химизм углекислотной коррозии цементного камня и бетона?

10. Магнезиальная коррозия цементного камня и бетона; причины ее вызывающие (на примере действия морской воды). Приведите уравнения соответствующих реакций.

11. Сульфатная коррозия цементного камня и бетона. Причины разрушения цементного камня и бетона при сульфатной коррозии. Приведите уравнение соответствующей реакции.

12. Представление о свойствах и применении глиноземистого цемента. В каких средах он устойчив к коррозии?

13. Сравните стойкость затвердевшего глиноземистого цемента и портландцементного камня к коррозии.

14. Представление о неметаллических материалах, используемых для антикоррозионной защиты минеральных строительных материалов; их свойства и поведение в агрессивных средах.

15. Поясните защитный механизм неметаллических материалов и изделий, используемых для антикоррозионной защиты минеральных строительных материалов.

Индивидуальные задания для самостоятельной работы

Вариант 1

Составьте уравнения реакций, протекающие при действии на бетон углекислоты и сульфата магния.

Вариант 2

Составьте уравнение реакции затворения и твердения магнезиального вяжущего.

Вариант 3

Опишите химические процессы, определяющие твердение известковых вяжущих веществ.

Вариант 4

Составьте молекулярное и ионное уравнения реакций твердения гипса.

Вариант 5

При каком значении pH наблюдается коррозия бетона из глиноземистого цемента? Почему? Подтвердите уравнениями реакций.

Вариант 6

Укажите состав портландцементного клинкера. Приведите уравнения реакций, доказывающие наличие оксида трехвалентного железа.

Вариант 7

Какие составные части бетона разрушаются под действием сточных вод с концентрацией гидроксил ионов, равной 10^{-10} моль/дм³? Составьте соответствующие уравнения реакции.

Вариант 8

Составьте молекулярное и ионное уравнения взаимодействия хлорида магния с оксидом магния. Напишите уравнения реакции, протекающей в процессе твердения магнезиального цемента.

Вариант 9

Составьте молекулярные и ионные уравнения взаимодействия трехкальциевого силиката с соляной кислотой.

Вариант 10

Укажите, какие соединения входят в состав силикатного цемента (портландцемента). Приведите формулы этих соединений.

Вариант 11

Составьте уравнения реакции взаимодействия активной минеральной добавки со свободной известью. Какова роль этого процесса?

Вариант 12

Составьте уравнение реакции, описывающее процесс углекислотной коррозии.

Вариант 13

Укажите причину и составьте уравнения реакций магнезиальной коррозии.

Вариант 14

Укажите причину, вызывающую сульфатную коррозию и опишите ее процесс с помощью уравнений соответствующих реакций.

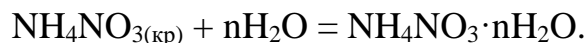
Тема. Водные растворы

Кейс-задание

«Определение теплового эффекта процесса растворения NH_4NO_3 »

Оборудование и материалы. 1. Нитрат аммония NH_4NO_3 . 2. Стаканы (250-300 мл). 3. Термометр, укрепленный в штативе.

Выполнение. В стакан налейте немного воды. Опустите термометр, погрузив его шарик в воду. Затем внесите в стакан несколько ложек мелких кристаллов нитрата аммония. Термометр показывает сильное понижение температуры раствора.



Задание. Укажите знаки (>0 , ≤ 0) Q и ΔH процесса растворения NH_4NO_3 .

Кейс-задание

Опыт 1. Зависимость скорости реакции от температуры

Выполнение. Для этого в термостат с температурой на 10°C выше комнатной температуры поместите 2 пробирки: одну с 4 каплями 1 н раствора тиосульфата натрия и 8 каплями воды, в другую – с одной каплей серной кислоты. Через 5 минут смешайте содержимое пробирок и отметьте время появления мути.

Повторите опыт при температуре на 20° и 30° выше комнатной температуры.

Задание. Запись данных опыта.

Результаты внесите в таблицу и постройте график зависимости скорости реакции от температуры. Рассчитайте значение практического температурного коэффициента, используя правило Вант-Гоффа.

Опыт 1. Влияние природы реагирующих веществ на скорость химической реакции

Выполнение. В две пробирки прилейте по 2 см^3 раствора KMnO_4 и 2-3 капли раствора серной кислоты.

Затем добавьте в первую свежеприготовленный раствор Na_2SO_3 , а во вторую Na_2SO_4 .

Задание. Запись данных опыта. Отметьте, в какой пробирке происходит изменение окраски раствора. Сформулируйте вывод о влиянии природы реагирующих веществ на скорость химической реакции.

Кейс-задание

Опыт. Приготовление раствора хлорида натрия с заданной массовой долей

Реактивы: кристаллический хлорид натрия, дистиллированная вода.

Выполнение работы. 1. Рассчитайте массы хлорида натрия и объем воды, необходимые для приготовления 150 г раствора с массовой долей NaCl, равной 0,05.

2. На теххимических весах (с точностью 0,02 г) определите массу бюкса и взвесьте в нем найденную по расчету массу хлорида натрия (при взвешивании небольших навесок используйте часовое стекло).

3. Отмерьте цилиндром необходимый объем дистиллированной воды. Навеску соли перенесите в стаканчик емкостью 200 мл. Во избежание потерь соли обмойте бюкс из промывалки над стаканом водой. Оставшуюся воду в цилиндре перелейте в стакан по стеклянной палочке. Раствор перемешайте до полного растворения кристаллов соли.

4. Измерьте плотность приготовленного раствора *ареометром* в цилиндре, в который перенесите исследуемый раствор. С этой целью в цилиндр, заполненный, примерно на $\frac{3}{4}$ его исследуемым раствором, осторожно погрузите ареометр, не выпуская его из рук до тех пор, пока не убедитесь, что ареометр плавает.

Ареометр должен находиться в центре цилиндра и ни в коем случае не касаться стенок или быть близко к ним, так как из-за мениска показания искажаются. Совершенно недопустимо, чтобы ареометр касался дна цилиндра. Отсчет произведите по делениям шкалы ареометра, на уровне верхнего края мениска жидкости.

5. По соответствующей таблице справочника найдите концентрацию раствора. Если в таблице нет цифры, точно отвечающей отсчету по шкале ареометра, то концентрацию растворенного вещества вычислите *интерполированием* по двум ближайшим величинам.

Такая интерполяция может применяться только в том случае, когда растворы не очень концентрированные.

Для очень концентрированных растворов следует пользоваться более подробными таблицами, с меньшими интервалами в значениях плотности.

Запись данных опыта. 1. Все расчеты и результаты взвешивания запишите в лабораторный журнал. 2. Вычислите молярность и молярную концентрацию эквивалентов (нормальность) полученного раствора.

Таблица – Плотность растворов хлорида натрия различной концентрации при 15 °С, г/см³

Массовая доля, %	NaCl
4	1,029
8	1,059
12	1,089
16	1,119

20	1,151
24	1,184
28	-

Кейс-задание

Опыт. Изучение свойств буферных смесей

Реактивы: 0,1 н растворы HCl и NaOH, фиксанал для приготовления ацетатной буферной смеси, универсальный индикатор.

Выполнение работы. В три пробирки внесите по 5 мл ацетатного буферного раствора. Раствор в первой пробирке разбавьте в два раза дистиллированной водой, во вторую пробирку прибавьте 2–3 капли раствора хлороводородной кислоты, в третью пробирку 2–3 капли раствора гидроксида натрия. В каждую пробирку прибавьте по 3–4 капли универсального индикатора. Отметьте цвет раствора в каждой пробирке.

Запись данных опыта. Сделайте вывод о влиянии на величину pH буферного раствора разбавления, добавления кислоты, щелочи.

Тема. Природные воды – дисперсные системы. Коллоидное состояние веществ

Кейс-задание

Получение и свойства коллоидных растворов

Выполнение кейс-заданий предусматривает предварительную теоретическую проработку материала темы, на базе которой студент может самостоятельно проводить экспериментальные исследования по предлагаемой методике, описывать аналитические сигналы реакций, суть реакций с помощью соответствующих уравнений, формулировать выводы по выполненной работе, отвечать на тестовые задания.

Цель работы: ознакомиться с конденсационным методом получения коллоидных растворов, выяснить влияние внешних факторов на их стабильность; получить представление о строении мицелл золей, коагуляции коллоидных растворов действием растворами электролитов.

Задание 1. Получение геля кремниевой кислоты

Поместите в пробирку 5–6 капель раствора Na_2SiO_3 и добавьте 2–3 капли 2 н раствора HCl. Отметьте характерные признаки полученного геля. Какие условия этого опыта исключили получение золя кремниевой кислоты?

Задание 2. Получение золя кремниевой кислоты конденсационным методом

Поместите в две пробирки по 1–2 капли раствора Na_2SiO_3 и прибавьте 2–3 мл раствора HCl плотностью 1.05. Наблюдайте образование прозрачного раствора слегка меньшей подвижности, чем у истинных растворов.

Укажите тип реакции, лежащей в основе конденсационного метода получения коллоидного раствора кремниевой кислоты.

Составьте формулу мицеллы золя кремниевой кислоты, укажите заряд гранулы. Какие факторы обуславливают устойчивость мицеллы коллоидного раствора кремниевой кислоты?

Задание 3. Коагуляция коллоидного раствора при его нагревании.

Поместите одну пробирку с коллоидным раствором кремниевой кислоты, полученной во втором опыте, на нагретую водяную баню. Объясните появление студенистого осадка в пробирке. Чем вызвано нарушение кинетического фактора устойчивости коллоидного раствора?

Раствор во второй пробирке используйте в опыте 5.

Задание 4. Получение золя гидроксида трехвалентного железа.

Нагрейте 20 мл дистиллированной воды до кипения в химическом стаканчике емкостью 50 мл на электроплите. Снимите с плиты нагретый стакан и, постепенно перемешивая стеклянной палочкой, внесите 30 капель раствора хлорида железа (III). Полученный раствор снова нагрейте и кипятите в течение 1–2 мин. Сохраните коллоидный раствор гидроксида железа (III) для опыта № 5.

Укажите тип реакции, лежащей в основе конденсационного метода получения коллоидного раствора. Поясните роль воды, введенной в большом избытке по условию опыта. Отметьте цвет полученного раствора $\text{Fe}(\text{OH})_3$ в коллоидном состоянии. Объясните наличие положительного заряда гранулы мицеллы золя гидроксида трехвалентного железа.

Составьте формулу мицеллы золя $\text{Fe}(\text{OH})_3$.

Что произойдет, если к аликвоте полученного коллоидного раствора добавить по каплям раствор сульфата алюминия? Ответ мотивируйте с позиции правила Шульце-Гарди и сути процесса гидролиза, в котором примет участие соль алюминия. Напишите уравнения соответствующих реакций.

Задание 5. Совместная коагуляция коллоидных растворов.

К коллоидному раствору кремниевой кислоты, полученному во втором опыте, прилейте коллоидный раствор гидроксида трехвалентного железа до появления студенистого осадка. Отметьте полученный в опыте результат и дайте ему мотивированное пояснение.

Контрольные вопросы

1. Какие системы называются дисперсными? По каким признакам проводят классификацию дисперсных систем? Приведите примеры дисперсных систем, используемых в вашей будущей профессиональной сфере.

2. Что называется дисперсной фазой, дисперсной средой? Поясните на примерах эмульсии, суспензии, пены, пыли, тумана.

3. Какие системы называют микрогетерогенными? Опишите методы получения коллоидных растворов.
4. Какие факторы определяют устойчивость дисперсных систем?
5. Какое строение имеет двойной электрический слой? Что такое электрический потенциал?
6. Что такое явление коагуляции? Какими способами можно вызвать коагуляцию коллоидного раствора? Приведите примеры использования этого явления в технике и химическом анализе.
7. Какие золи называют лиофильными, и какие лиофобными? Приведите примеры. Каково строение осадков, образующихся при коагуляции лиофильных и лиофобных золей?
8. Что такое явление тиксотропии? Где оно используется?
9. Какова структура гелей? Где они используются? Что такое коагуляция?
10. Что такое явление седиментации? От каких факторов зависит ее скорость?
11. Опишите молекулярно-кинетические оптические свойства коллоидных растворов.
12. Что такое набухание? Чем оно объясняется и от каких факторов зависит? Что такое смачивание, силы адгезии и когезии?
13. От каких факторов зависит явление смачивания поверхности твердых тел жидкими веществами? Что характеризует краевой угол? Как должна выглядеть мокрая поверхность хорошо вымытого стекла? Как выглядит мокрая поверхность стекла, если на ней слой жира?
14. Что такое адсорбция? От каких факторов она зависит? Как изменяется свободная поверхностная энергия при адсорбции? Трубку заполнили наполовину ее объема активированным углем, а на половину силикагелем. Через эту трубку пропустили влажный воздух и с примесью паров бензина. Как распределяется вода и бензин между адсорбентами? Дайте пояснения.
15. Что такое ПАВ и как они влияют на агрегатную устойчивость коллоидных систем?
16. Как располагаются молекулы ПАВ в эмульсии масло в воде, в эмульсии воды в масле? Дайте пояснения.
17. Что такое явление синерезиса? Приведите примеры.
18. В чем сущность хроматографического анализа и разделения смеси соединений?
19. В чем сущность разделения веществ методом флотации?
20. Опишите сущность пептизации и укажите факторы, влияющие на этот процесс.

Индивидуальные задания для самостоятельной работы

Составьте формулу мицеллы золя, изобразите схему строения мицеллы, определите заряд коллоидной частицы. Какую соль надо взять (из двух предлагаемых) в наименьшем количестве для коагуляции золя и почему?

Номер задания	Золь	Стабилизатор	Соли-коагуляторы
1	2	3	4
1	$AgCl$	KCl	$NaCl, CaCl_2$
2	$Cr(OH)_3$	$CrCl_3$	KCl, Na_3PO_4
3	$AgBr$	$AgNO_3$	Na_2SO_3, K_3PO_4
4	SiO_2	H_2SiO_3	$KCl, BaCl_2$
5	CdS	Na_2S	$LiCl, Al(NO_3)_3$
6	$Cu(OH)_2$	$Cu(NO_3)_2$	$Ca(NO_3)_2, KI$
7	$PbSO_4$	Na_2SO_4	$Al_2(SO_4)_3, Na_3PO_4$
8	PbI_2	KI	$Ba(NO_3)_2,$ $Al(NO_3)_3$
9	$BaSO_4$	$BaCl_2$	KCl, K_2SO_4
10	FeS	$FeCl_2$	KNO_3, K_2SO_4
11	$Fe(OH)_3$	$FeO(OH)$	Na_2SO_4, K_3PO_4
12	ZnS	Na_2S	$CrCl_3, NaCl$
13	$Al(OH)_3$	$AlCl_3$	Na_2SO_4, Na_3PO_4
14	NiS	$NiCl_2$	Na_3PO_4, KF
15	$BaCrO_4$	K_2CrO_4	$AlCl_3, LiCl$

Тема. Физико-химическая характеристика природных вод

Кейс-задание

Определение температуры воды

Погрузите термометр в воду не менее чем на одну треть шкалы и выдержите в погруженном состоянии не менее 1–2 мин. Не вынимая термометра из воды, произведите отсчет показаний (с точностью до половины цены деления). Оптимальной температурой воды для питьевых целей считается 7–11 °С.

Кейс-задание

Определение цветности

Задание 1. Определение цветности воды с помощью шкалы стандартов

В бесцветные цилиндры объемом на 100 см³ отмерьте градуированной пипеткой 1, 2, 3 см³ и т. д. раствора № 1 и доведите до метки 100 см³ раствором № 2, перемешайте растворы стеклянной палочкой до однородной окраски всего раствора. В такой же цилиндр налейте 100 см³ исследуемой воды, и сравните цвет исследуемой воды с цветами стандартного раствора. На белом фоне рассмотрите воду в цилиндре сверху и найдите место в шкале, приближенное по цвету.

Таблица – Градусы цветности

Раствор № 1, мл	1	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	16
Раствор № 2, мл	99	98	97	96	95	94	93	92	90	88	86	84
Градусы цветности	5	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70	80

Если интенсивность цвета анализируемой воды выходит за пределы шкалы, пробы разбавляют дистиллированной воды 1:1 – 50 см³ исследуемой воды и 50 см³ дистиллированной воды. В случае интенсивной окраски воды ее разбавляют 1:4 – 20 мл исследуемой воды и 80 мл дистиллированной воды наливают в цилиндр и вновь сравнивают со шкалой цветности.

Результаты сравнения пересчитывают с учетом разбавления:

- если разбавление 1:1, то градус цветности умножают на 2;
- если разбавление 1:4, то результат умножают на 5.

Сравните полученный показатель цветности воды с установленным нормативом (предельно-допустимым значением) и сделайте соответствующий вывод.

По СанПиН 2.1.4.1074-01 цветность питьевой воды не должна превышать 20°.

Задание 2. Определение цветности воды фотометрическим методом

Используйте фотоколориметр (ФЭК), набор кювет, шкалу цветности. Постройте градуировочный график по шкале цветности (ГОСТ Р 52769-2007). Полученные значения оптической плотности и соответствующие им градусы цветности нанесите на график. Для определения оптической плотности используйте кюветы 5 см при длине волны 340 нм по отношению к дистиллированной воде. Используйте данные таблицы 6.4 для построения градуировочного графика и определения по нему цветности воды.

Таблица – Градусы цветности и экспериментальные значения оптической плотности

Градусы	0	5	10	20	25	30	40	60
D (оптич. плотность)	0,007	0,028	0,076	0,163	0,193	0,234	0,319	0,477

Ознакомьтесь с инструкцией по работе на фотометре. Измерьте оптическую плотность исследуемой воды. По графику определите цветность исследуемой воды и сравните с результатом, полученным органолептическим методом.

Мутность воды

Мутность природных вод вызвана присутствием тонкодисперсных взвесей, обусловленных нерастворимыми или коллоидными неорганическими веществами: песка, глины, гидроксида алюминия, карбонатов различных металлов и др., а также органических примесей или развитием планктонных организмов. Определение загрязненности вод производят косвенно по мутности, если взвешенных частиц меньше или больше $2-3 \text{ мг/дм}^3$, но условный диаметр частиц меньше $1 \cdot 10^{-4} \text{ мм}$.

Мутность воды определяется не позднее, чем через 24 ч после отбора пробы. Проба может быть законсервирована добавлением $2-4 \text{ см}^3$ хлороформа на 1 дм^3 .

Кейс-задание

Определение мутности воды фотометрическим методом

Метод фотоэлектроколориметрии применяется для количественного определения оптической плотности прозрачных растворов, а также для определения концентрации веществ в растворах после предварительной градуировки.

Принцип действия фотоэлектроколориметра (фотометра) основан на сравнении потока излучения, прошедшего через «холостую» пробу и потока излучения, прошедшего через исследуемый раствор. «Холостая» проба – это растворитель или контрольный раствор, по отношению к которому производится измерение. Потoki излучения преобразуются в электрические сигналы, которые обрабатываются встроенной микро-ЭВМ и выводятся на индикатор в виде коэффициента пропускания, оптической плотности, концентрации.

Мутность воды определяют фотометрически путем сравнения проб исследуемой воды со стандартными суспензиями каолина или формазина (ГОСТ Р 52769-2007).

Приготовление основной стандартной суспензии формазина, содержащей 40 ЕМФ в 1 см^3 раствора

Раствор готовится из государственного стандартного образца состава (ГСО) с концентрацией 4000 ЕМФ в 1 см^3 путем разбавления 1 см^3 стандартной суспензии в мерной колбе на 100 см^3 .

Приготовление рабочих стандартных суспензий из формазина

5,0; 8,0; 10,0; 13,0; 15,0 см³ предварительно перемешанной стандартной суспензии формазина 40 ЕМФ в 1 см³ доводят до объема 100 см³ дистиллированной водой и получают рабочие стандартные суспензии концентрации 2,0; 3,2; 4,0; 5,2; 6,0 ЕМФ/дм³.

Построение градуировочного графика

График строят по стандартным рабочим суспензиям. Полученные значения оптических плотностей и соответствующие им концентрации стандартных суспензий (ЕМФ/дм³) наносят на график. Определение оптической плотности проводят при длине волны

530 нм, (зеленый светофильтр), в кювете 50 мм.

Результаты измерений выражают в мг/дм³ (при использовании основной стандартной суспензии каолина) или в ЕМФ/дм³ (единиц мутности на дм³ при использовании основной стандартной суспензии формазина).

Переход от мг/дм³ к ЕМФ/дм³ осуществляется, исходя из соотношения: 1,5 мг/дм³ каолина соответствует 2,6 ЕМФ/дм³ формазина или 1 ЕМФ/дм³ соответствует 0,58 мг/дм³.

Измерение оптической плотности исследуемой воды

Из градуировочного графика определите мутность в единицах ЕМФ/дм³ и выразите ее в мг/дм³. Мутность питьевой воды в соответствии с СанПиН 2.1.4.1074-01 «Гигиенические требования и нормативы качества питьевой воды» предусматривает допустимую мутность воды не более 2,6 ЕМФ или 1,5 мг/дм³.

Кейс-задание

Определение прозрачности воды по шрифту

Оборудование. Стекланный цилиндр с внутренним диаметром 2,5 см или более и высотой не менее 30 см с дном из плоского отшлифованного стекла. Цилиндр снабжен экраном, защищенным от попадания бокового света. Образец шрифта – четкий шрифт на белом фоне (высота 3,5 мм, ширина 0,35 мм), либо котировочная метка (черный крест на белой бумаге). Линейка, отградуированная в сантиметрах.

Метод количественного определения прозрачности основан на определении высоты водяного столба, при которой еще можно визуально различить (прочитать) черный шрифт высотой 3,5 мм и шириной линии 0,35 мм на белом фоне или увидеть юстировочную метку (например, черный крест на белой бумаге). Используемый метод является унифицированным и соответствует ИСО 7027.

Выполнение задания. Пробу воды перемешайте и поместите в цилиндр. Установите цилиндр на высоте около 4 см над образцом шрифта. Добейтесь хорошего освещения шрифта при отсутствии попадания света на боковую поверхность цилиндра. Наблюдая сверху через столб воды, сливая или доливая воду в цилиндр, опре-

делите высоту столба, позволяющего отчетливо видеть шрифт (метку). Измеренное значение прозрачности (т. е. столба воды) запишите с точностью до 1 см.

Питьевую воду считают прозрачной, если стандартный шрифт читается через слой воды 30 см и более.

Кейс-задания

Определение запаха воды

Оборудование. Коническая колба вместимостью 250 мл с пробкой, часовое стекло, водяная баня.

Задание 1. Анализ при 20 °С. Колбу с притертой пробкой заполните на 1/3 объема водой и сразу закройте, интенсивно встряхните, откройте и тотчас отметьте органолептическим путем характер запаха и его интенсивность, не допуская глубоких вдохов.

Задание 2. Анализ при 60 °С. Подогрейте колбу с водой на водяной бане, накрытую часовым стеклом. Содержимое колбы перемешайте вращательными движениями. Сдвиньте стекло в сторону, быстро определите характер и интенсивность запаха.

Таблица – Характеристика вод по интенсивности запаха

Интенсивность запаха, баллы	Характер проявления запаха	Описательные определения
0	Запаха нет	Отсутствие ощутимого запаха
I	Очень слабый	Запах, не отмечаемый потребителем, но обнаруживаемый опытным исследователем
II	Слабый	Запах, не привлекаемый внимания потребителя, но обнаруживаемый им, если указать на него
III	Заметный	Запах, легко обнаруживаемый и дающий повод относиться к воде с неодобрением
IV	Отчетливый	Запах, обращающий на себя внимание и делающий воду неприятной для питья
V	Очень сильный	Запах сильный настолько, что делает воду непригодной для питья

Контрольные вопросы

1. Как производится определение физических и органолептических свойств воды?
2. Что такое балльная система оценки вкуса и запаха?

3. Как определяются мутность, прозрачность и цветность воды?
4. Какова цветность воды и соответствует ли она нормам, если при определении цветности воды ее окраска совпала с четвертым цилиндром хромово-кобальтовой шкалы?
5. Какой из показателей качества воды определяют с помощью текста, напечатанного специальным шрифтом?
6. Какому баллу соответствует отчетливая интенсивность вкуса и запаха питьевой воды?
7. Какая цветность и прозрачность допускается нормативами для питьевой воды?
8. Чем определяется порог вкусового восприятия солевых растворов?
9. Чем определяется характер вкуса и привкуса воды?
10. Какие виды вкуса воды различают?
11. Какова процедура определения запаха воды?
12. Чем могут обуславливаться запахи воды в природных водоемах?
13. На чем основан метод количественного определения прозрачности воды?
14. Чем может быть вызвана мутность природных вод?
15. Какая температура питьевой воды считается оптимальной при ее употреблении?
16. Что такое мутность воды, и какие факторы приводят к увеличению мутности?
17. Как влияет мутность на процесс обеззараживания?
18. С какой целью проводят построение градуировочных графиков при количественном определении мутности и концентрации других веществ и ионов?
19. Каков принцип работы фотоэлектроколориметра?
20. Чем определяется и в каких единицах измеряется мутность питьевой воды?
21. Какие факторы влияют на точность проведения измерений оптической плотности?

Тема . Питьевая вода. Гигиенические требования к её качеству

Кейс–задания

Проработав теоретический материал по теме занятия, студент приступает к проведению эксперимента по предлагаемой методике, проводит математическую обработку результатов и делает выводы.

1. При выполнении задания следует четко представлять себе механизм соответствующих химических и электрохимических реакций.
2. Обратите особое внимание на правила обращения и очистки индикаторных

электродов. Чрезвычайно осторожно следует обращаться со стеклянным электродом, так как стенки шарообразного конца его очень тонки (0,03 мм), электрод легко повредить. Поэтому при опускании его в раствор необходимо проследить, чтобы нижний конец электрода сравнения был на несколько миллиметров ниже, чем у стеклянного электрода.

3. Не допускайте образования воронки над раствором во время перемешивания. Время установления показаний прибора примерно 3 мин.

4. По окончании работы приведите в порядок рабочее место, электроды погрузите в дистиллированную воду и тщательно промойте их.

Задание. Определение величины рН исследуемой воды с помощью рН-метра

Цель: освоение методик потенциометрического метода анализа, приобретение навыков работы на рН-метре или иономере.

Приборная техника, реагенты, химическая посуда: рН-метр или иономер; измерительная ячейка; стеклянный и хлоридсеребряный электроды; мерные колбы вместимостью 100 см³; конические колбы вместимостью 100 см³; пипетки вместимостью 10 см³; раствор NaOH 0,1 н; раствор HCl 0,1 н; раствор CH₃COOH 0,1 н.

Выполнение задания. Определение концентрации водородных ионов по методу *прямой потенциометрии* проводят со стеклянным индикаторным электродом. Электрод сравнения – хлоридсеребряный электрод. Изменение потенциала индикаторного электрода (показания гальванометра) пропорционально активной концентрации водородных ионов.

Прямое потенциометрическое определение концентрации водородных ионов и рН исследуемых растворов

Задание 1. Из 10 см³ каждого 0,1 н раствора HCl, CH₃COOH и NaOH приготовьте по 3 разведения в мерной колбе вместимостью 100 см³. Каждое последующее разведение выполните из 10 см³ предыдущего. В стеклянный стаканчик налейте раствор уксусной кислоты с концентрацией C = 0,01 н. Определите с помощью рН-метра величину рН этого раствора (см. инструкцию к рН-метру или иономеру).

Уксусная кислота в растворе диссоциирует по схеме:



Равновесие, которое устанавливается в растворе, можно охарактеризовать константой диссоциации:

$$K_d = \frac{[\text{H}^+][\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

Из схемы диссоциации видно, что $[H^+] = [CH_3COO^-]$. Так как диссоциации подвергается лишь незначительная часть молекул кислоты, то $[CH_3COOH]$ можно считать равной исходной концентрации кислоты C . Тогда выражение для константы диссоциации можно записать в виде:

$$K_D = \frac{[H^+]^2}{C}.$$

Отсюда, по величине $pH = -\lg[H^+]$, можно рассчитать константу диссоциации кислоты. Проведите этот расчет для величины pH , измеренной с помощью pH -метра. Сравните найденную величину константы диссоциации с табличным значением $K_D(CH_3COOH) = 1,86 \cdot 10^{-5}$ и рассчитайте процент ошибки. Определите степень диссоциации уксусной кислоты α по формуле:

$$\alpha = \sqrt{\frac{K}{C}}.$$

Задание 2. Приготовленные растворы, начиная с исходных растворов, поочередно залейте в стакан, в который опустите стеклянный электрод, хлоридсеребряный электрод и термокомпенсатор.

Задание 3. Измерьте и запишите значения pH растворов, затем по значению pH вычислите активную концентрацию водородных ионов (в моль/дм³).

Задание 4. Постройте график зависимости pH от концентрации кислоты и основания. Установите влияние степени диссоциации электролита и его природы на величину pH .

Задание 5. Приготовьте буферную смесь из одного объема 0,1 н CH_3COOH и 0,5 объема 0,1 н $NaOH$. Измерьте pH приготовленного буферного раствора и проверьте его буферное действие, добавляя немного (1–2 см³) 0,1 н HCl или $NaOH$, и измеряя pH раствора.

Запись результатов. Оформите отчет по работе с выводами по каждому пункту. В чем сущность потенциметрического метода анализа; прямой потенциометрии? Укажите применение метода прямой потенциометрии в гидротехнике.

Кейс–задание

Окислительно-восстановительный потенциал (ОВП)

воды и водных растворов

Задание 1. Измерьте значения pH холодной и горячей водопроводной воды. Замените стеклянный электрод платиновым и измерьте окислительно-восстановительный потенциал холодной и горячей водопроводной воды.

Задание 2. Измерьте аналогичным способом значения рН и ОВП речной и родниковой воды.

Задание 3. Измерьте значения рН и ОВП гидролизующихся солей (растворов хлорида меди (II), сульфита натрия).

Запись результатов. Составьте уравнения соответствующих реакций гидролиза солей.

Сведите экспериментальные данные в таблицу и сделайте выводы о влиянии температуры, природы соли, минерализации природных вод на величину водородного и окислительно-восстановительного показателей исследуемых сред.

Кейс задание

Определение содержания сухого остатка воды гравиметрическим расчетным методом

Сухой остаток является одним из основных критериев определения качества воды, который выявляет степень ее минерализации. В качестве основных ионов, благодаря которым можно определить сухой остаток, выступают: сульфаты, хлориды, карбонаты, нитраты, бикарбонаты. Сухой остаток — масса высушенного вещества, остающегося после выпаривания 1 дм³ воды. Сухой остаток характеризует общее содержание примесей воды как растворенных, так и взвешенных, без газов и летучих веществ, температура кипения которых превышает 105–110 °С. Для проведения исследования необходимо провести фильтрование пробы, отделить ее от органических примесей.

Проведение анализа. В предварительно взвешенную фарфоровую чашку диаметром около 10 см и помещенную на водяную баню постепенно приливают 500 см³ исследуемой воды и выпаривают. Водяную баню лучше наполнять дистиллированной водой во избежание попадания в чашку осадка с брызгами кипящей воды.

После выпаривания чашку с осадком высушивают в сушильном шкафу при 105 – 110 °С до постоянной массы и после охлаждения в эксикаторе взвешивают. Для вычисления сухого остатка в 1 дм³ воды найденную массу осадка умножают на 2.

Пример. Масса высушенного осадка в чашке после выпаривания 500 см³ воды равна 0,2120 г, или 212 мг. Следовательно, содержание сухого остатка равно 424 мг/дм³.

АНАЛИЗ ВОДЫ НА СОДЕРЖАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ КАТИОНОВ И АНИОНОВ

Кейс-задания

Определение сульфатов (качественное определение с приближенной количественной оценкой)

Оборудование и реактивы: штатив лабораторный с пробирками; пипетки 5 и 10 см³ с делениями на 0,1 см³; колбы мерные; палочки стеклянные; соляная кислота (1:5); раствор BaCl₂ (5 %); вода дистиллированная.

Для качественного определения сульфат-ионов SO₄²⁻ к 5 см³ воды добавьте 4 капли 10 % – го раствора соляной кислоты и 4 капли 5 % – го раствора хлорида бария BaCl₂. Образуется осадок или муть

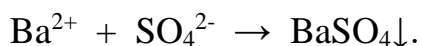


Таблица – Содержание сульфатов по характеристике осадка

Характеристика осадка	Содержание сульфат-ионов, мг/дм ³
Слабая муть через несколько минут	1,0–10
Слабая муть сразу	10–100
Хлопья	100–500
Белый творожистый осадок	>500

Определение хлорид-ионов (качественное определение с приближенной количественной оценкой)

В колориметрическую пробирку налейте 5 см³ воды, подкислите 2–3 каплями азотной кислоты, затем добавьте три капли 10 % раствора нитрата серебра и определите степень помутнения воды.

Примерное содержание хлорид-иона определите по осадку или мути в соответствии с данными таблицы.

Таблица – Содержание хлорид-ионов по характеристике осадка

Характеристика осадка	Содержание хлорид-ионов, мг/дм ³
Опалесценция или слабая муть	1,0–10
Сильная муть	10–50
Хлопья, не осаждающиеся сразу	50–100
Белый объемный осадок	>100

Количественное определение содержания хлорид-иона в питьевой воде титрованием раствором нитрата серебра

Аргентометрия – метод, в котором используется титрант AgNO_3 . Этим методом определяют содержания хлорид-ионов, бромид-ионов и иодид-ионов в воде, а также в водных вытяжках из почв и др.

В основе метода лежат осадительные реакции



Нитрат серебра в водном растворе неустойчив, поэтому вначале готовят его раствор с приблизительной концентрацией, а затем стандартизируют по стандартному раствору хлорида натрия в присутствии хромата калия K_2CrO_4 в качестве индикатора.

Расчет концентрации и титра стандартизованного раствора нитрата серебра проводят по формулам:

$$c(\text{AgNO}_3) \cdot V(\text{AgNO}_3) = c(\text{NaCl}) \cdot V(\text{NaCl}),$$

$$c(\text{AgNO}_3) = c(\text{NaCl}) \cdot V(\text{NaCl}) / V(\text{AgNO}_3),$$

$$T(\text{AgNO}_3) = c(\text{AgNO}_3) \cdot M(\text{AgNO}_3) / 1000.$$

Аппаратура, материалы и реактивы: пипетки на 100, 50,

и 10 cm^3 без делений; пипетка 1 cm^3 с делением через 0,01 cm^3 ; цилиндр мерный на 100 cm^3 ; бюретка 25 cm^3 со стеклянным краном; колбы конические вместимостью 250 cm^3 ; воронки стеклянные; фильтры беззольные «белая лента».

Раствор нитрата серебра; раствор хромата калия; аммиак водный, 25 %; вода дистиллированная.

Приготовление титрованного раствора нитрата серебра

Навеску 2,40 г химически чистого AgNO_3 растворяют в дистиллированной воде и доводят объем раствора дистиллированной водой до 1 dm^3 . Объем раствора, равный 1 cm^3 эквивалентен 0,5 мг Cl^- . Раствор хранят в склянке из темного стекла.

Приготовление 10 %-го раствора (подкисленного азотной кислотой) нитрата серебра

Навеску 10 г нитрата серебра растворяют в 90 cm^3 дистиллированной воды и добавляют 1–2 капли азотной кислоты.

Приготовление 5 %-го раствора хромата калия

Навеску 50 г K_2CrO_4 растворяют в небольшом объеме дистиллированной воды и доводят объем раствора дистиллированной водой до 1 dm^3 .

Метод количественного определения хлорид-иона основан на осаждении хлорид-иона в нейтральной или слабощелочной среде раствором нитрата серебра в присутствии хромата калия в качестве индикатора. После осаждения хлорида серебра в точке эквивалентности образуется хромат серебра. При этом желтая окраска раствора переходит в оранжево-желтую. Точность метода 1–3 мг/дм³. С учетом результатов качественного определения хлорид-иона отбирают 100 см³ испытуемой воды или меньший ее объем (10–50 см³) и доводят до 100 см³ дистиллированной водой. Без разбавления определяются хлориды в концентрации до 100 мг/дм³. Величина рН титруемой пробы должна находиться в пределах 6–10. Если вода мутная, ее фильтруют через беззольный фильтр «белая лента», промытый горячей водой.

Отмеренный объем воды внесите в две конические колбы и прибавьте по 1 см³ раствора хромата калия. Одну пробу оттитруйте раствором нитрата серебра до появления слабооранжевого оттенка. Вторую пробу используйте в качестве контрольной пробы. При значительном содержании хлоридов образуется осадок AgCl, мешающий определению. В этом случае к оттитрованной первой пробе прилейте 2–3 капли титрованного раствора NaCl до исчезновения оранжевого оттенка, затем оттитруйте вторую пробу, пользуясь первой, как контрольной пробой.



Обработка результатов. Содержание хлорид-иона (X), мг/дм³, вычислите по формуле:

$$X = \frac{V(\text{p-ра AgNO}_3) \cdot K \cdot g \cdot 1000}{V},$$

где: V – объем раствора нитрата серебра AgNO₃, израсходованный на титрование, см³;

K – поправочный коэффициент к титру раствора нитрата серебра, принимаем K = 1;

g – количество хлорид-иона, соответствующее 1 см³ раствора нитрата серебра (0,5 мг);

V – объем пробы, взятый для определения, см³.

Расхождения между результатами повторных определений при содержании Cl⁻ от 20 до 200 мг/дм³ – 2 мг/дм³; при более высоком содержании 2 отн. %.

Сделайте вывод о содержании хлорид-ионов в пробе исследуемой воды и о соответствии этого показателя санитарно-гигиеническим нормативам.

Определение содержания фосфатов с приближенной

количественной оценкой

Химическая посуда и реактивы: химический стакан объемом 100 см³, мерный цилиндр объемом 100 см³, мерные пипетки объемом 5 см³; раствор соляной кислоты (1:5), раствор молибдата аммония (NH₄)₂MoO₄, раствор хлорида олова.

В химический стакан налейте 50 см³ пробы воды, добавьте 1 см³ соляной кислоты (1:5), 1 см³ раствора молибдата аммония и по каплям введите 3 капли раствора хлорида олова. По интенсивности окраски полученного раствора сделайте вывод о количестве фосфат-ионов в исследуемой воде.

Таблица – Данные для определения содержания фосфатов в воде

Окраска раствора	Содержание фосфатов, мг/л
Светло-голубая	0,1–10
Голубая	10–45
Синяя	Более 45

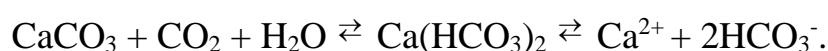
Обнаружение фосфат-иона (PO₄³⁻)

Поместите в пробирку 7–8 капель раствора молибдата аммония (NH₄)₂MoO₄ и 5–6 капель 6 н раствора азотной кислоты HNO₃.

В полученную смесь добавьте 5–6 капель анализируемого раствора и слегка нагрейте. В присутствии фосфат-иона PO₄³⁻ появляется желтый осадок.

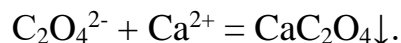
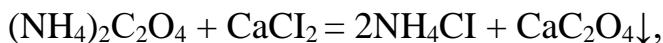
Определение катионов кальция (Ca²⁺)

Источниками поступления кальция в поверхностные воды являются процессы химического выветривания и растворения минералов, прежде всего известняков, доломитов, гипса, кальцийсодержащих силикатов и других осадочных и метаморфических пород.



Метод определения массовой концентрации катионов кальция аналогичен методу определения общей жесткости с реактивом трилоном Б той же разницей, что анализ проводится в сильнощелочной среде (pH 12–13) в присутствии индикатора мурексида. Значение ПДК кальция согласно нормативам физиологической полноценности питьевой воды по СанПиН 2.1.4.1116-02. «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества» находится в диапазоне 25–130 мг/дм³.

К 5 мл исследуемой воды прибавьте каплю уксусной кислоты. После непродолжительного нагревания добавьте 3 капли раствора оксалата аммония и каплю водного раствора аммиака NH₄OH. При наличии катионов кальция выпадает белый кристаллический осадок оксалата кальция, нерастворимый в воде и в уксусной кислоте:



Определение содержания ионов железа

Железо почти всегда присутствует в природных водах, так как оно повсеместно рассеяно в горных породах. Железо существует в природе в различных формах в зависимости от степени окисления: в свободном состоянии Fe^0 , а также в виде Fe^{2+} , Fe^{3+} в различных химических соединениях.

Значение ПДК для железа общее в водоемах рыбохозяйственного значения составляет $0,1 \text{ мг/дм}^3$, воде водоемов хозяйственно-питьевого назначения – $0,3 \text{ мг/дм}^3$.

Задание 1. Определение содержания железа по окраске растворов стандартной шкалы

Химическая посуда и реактивы: стеклянные пробирки объемом 10 см^3 , мерные пипетки объемом 10 см^3 , мерные колбы объемом 50 см^3 ; раствор серной кислоты 1 н, раствор сульфосалициловой кислоты 10 %, стандартная шкала для определения содержания катионов железа в воде.

Для определения содержания в воде солей железа налейте 10 см^3 исследуемой воды в мерную колбу, добавьте 1 см^3 серной кислоты (для создания кислой среды и для окисления двухвалентного железа в трехвалентное состояние). Затем прибавьте 5 см^3 раствора сульфосалициловой кислоты с концентрацией 10 %. Доведите раствор до метки дистиллированной водой и перемешайте. Для сравнения с растворами стандартной шкалы приготовленный раствор налейте в пробирку до уровня, одинакового со стандартными растворами. Окраску сравнивайте, рассматривая растворы сверху. В присутствии ионов железа раствор окрашивается в розовый цвет. По стандартной шкале (таблица) определите содержание в воде катионов железа.

Таблица – Стандартная шкала для определения содержания катионов железа в воде

Номер пробирки	1	2	3	4	5
Содержание катионов железа, мг/л	0,05	0,10	0.15	0,20	0,30

Содержание катионов железа в пробе воды считать равным тому значению, которое соответствует стандартному раствору шкалы с окраской раствора, наиболее близкой окраске пробы.

Задание 2. Обнаружение катионов железа (общее железо)

Заполните пробирку на 1/3 испытуемой водой, добавьте несколько капель азотной кислоты для создания кислой среды и окисления железа до трехвалентного состояния и прибавьте 5 капель раствора роданида аммония NH_4CNS с концентрацией 10 %. При наличии ионов Fe^{3+} появляется красное окрашивание, присущее роданиду аммония $\text{Fe}(\text{CNS})_3$.

Примерное содержание трехвалентного железа определяется по цвету раствора (таблица).

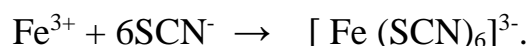
Таблица – Шкала оценки содержания Fe^{3+}

Цвет раствора	Желтовато-красный	Красный	Ярко-красный
Содержание Fe^{3+} , мг/дм ³	0,4 – 1,0	1,1–3,0	3.1– 10,0

Фотоколориметрическое определение железа (III)

в почвенной вытяжке в виде тиоцианатного комплекса методом градуировочного графика

Фотоколориметрическое определение железа (III) в почвенном растворе основано на реакции образования в вытяжках комплексонов с тиоцианат-ионами:



В кислой среде образуются комплексы красного цвета. Интенсивность окраски при стоянии уменьшается из-за разрушения комплексных ионов.

Светопоглощение свежеприготовленных растворов для фотометрирования измеряют при длине волны 490 нм.

Реактивы и оборудование:

1. Стандартный исходный раствор сульфата железа (III), $T(\text{Fe}^{3+}) - 2 \cdot 10^{-4}$ г/см³.
2. HNO_3 , раствор (1:1).
3. NH_4SCN , раствор с концентрацией 10 % (или RSCN).
4. H_2O дистиллированная.
5. Мерные колбы, 50 мл (6 шт.)
6. Мерные пробирки, 2 шт. (для HNO_3 и NH_4SCN).
7. Бюретка, 25 мл.

8. Кюветы, $l = 1$ см (2 шт.).
9. Фотоэлектроколориметр (КФК–2 или КФК–3).
10. Аналитические весы.
11. Фильтровальная бумага (кусочки).

Выполнение работы

1. Приготовление реактивов

Проверка воды на присутствие Fe (III). Перед приготовлением растворов проверьте дистиллированную воду на присутствие катионов Fe (III): в пробирку с дистиллированной водой добавьте 3–4 кристаллика NH_4SCN . Появление розовой окраски указывает на присутствие катионов Fe (III) в воде, следовательно, необходима дополнительная перегонка воды.

Исходный стандартный раствор сульфата железа (III) ($T(\text{Fe}^{3+}) = 2 \cdot 10^{-4}$ г/см³): навеску 0,714 г сульфата железа $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ перенесите в мерную колбу вместимостью 1 л.

Прилейте 100–200 мл дистиллированной воды, добавьте 10 мл раствора HNO_3 (1:1), перемешивая раствор круговыми движениями колбы. Растворите полностью навеску, доведите объем раствора дистиллированной водой до метки, перемешайте и перенесите раствор в склянку для хранения.

Раствор роданида аммония NH_4SCN с концентрацией 10 %: взвесьте на электронных весах 100 г NH_4SCN , перенесите в мерный стакан вместимостью 1 л, прилейте ≈ 700 мл воды и, перемешивая стеклянной палочкой, добейтесь полного растворения. После этого доведите раствор в мерном стакане дистиллированной водой до 1 л, перемешайте и перенесите в склянку для хранения.

Раствор азотной кислоты HNO_3 (1:1): в мерный стакан вместимостью 1 л прилейте 500 мл дистиллированной воды. Затем отмерьте мерным цилиндром 500 мл HNO_3 (конц.) ($\rho = 1,42$ г/см³)

и медленно прилейте кислоту в стакан с водой, перемешивая стеклянной палочкой.

Приготовление серии эталонных растворов для градуировочного графика: тщательно вымытую бюретку ополосните исходным стандартным раствором сульфата железа (≈ 10 мл), затем заполните бюретку до «0» этим раствором.

В подготовленные к работе мерные колбы вместимостью 50 мл (тщательно вымытые и пронумерованные) прилейте из бюретки стандартный раствор сульфата железа (III): в 1-ю колбу – 2 мл; 2-ю – 2,5 мл; 3-ю – 5; 4-ю – 7,5 мл; 5-ю – 100 мл.

В каждую колбу прилейте по 1 мл HNO_3 (1:1), затем добавьте 10 мл раствора NH_4SCN с концентрацией 10 %, доведите объем раствора дистиллированной водой до метки (50 мл).

Приготовление раствора сравнения (растворитель, холостая проба): в мерную колбу вместимостью 50 мл прилейте 1 мл HNO_3 (1:1), затем 10 мл раствора NH_4SCN , доведите объем раствора дистиллированной водой до метки (50 мл).

2. Измерение оптической плотности серии эталонных растворов и анализируемого раствора

Ознакомьтесь с правилами работы на фотоэлектроколориметре: КФК–2, или КФК–3. Включите прибор в сеть, установите требуемую длину волны.

Подготовьте к работе 2 кюветы ($l = 1\text{ см}$): тщательно вымойте, 2–3 раза ополосните дистиллированной водой, осушите стенки кюветы кусочками фильтровальной бумаги.

Подготовьте кювету с раствором сравнения: ополосните кювету раствором сравнения, затем заполните ее этим раствором до метки на стенке кюветы, осушите стенки кюветы фильтровальной бумагой и установите ее в кюветодержатель (2-ой паз), ручку перемещения кювет установите в положение 1. Закройте крышку кюветного отделения и установите значение оптической плотности (шкала D) на «0» (см. правила работы на фотоколориметре).

КФК–2 – однолучевой фотоколориметр, предназначен для измерения величин пропускания T , оптической плотности D_λ и концентрации окрашенных растворов, рассеивающих взвесей, эмульсий и коллоидных систем в области спектра 315–980 нм (рисунок).

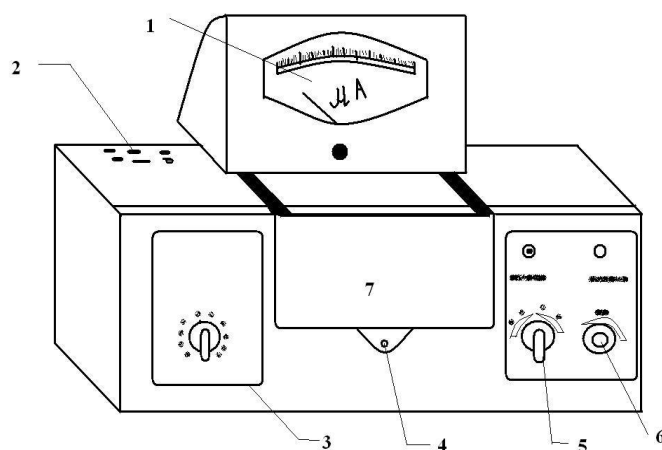


Рисунок – Общий вид прибора КФК–2:

- 1 – микроамперметр; 2 – лампа накаливания; 3 – переключатель светофильтров; 4 – переключатель кювет; 5 – переключатель чувствительности; 6 – ручки установки усиления;

Для выбора оптимальной полосы поглощения используют 11 светофильтров.

Пределы измерения пропускания 100–5 %, оптической плотности светофильтров 0–1,3.

КФК–2 комплектуется широким набором кювет с рабочей длиной от 100 см³ до 1 см³.

Правила работы на колориметре фотоэлектрическом концентрационном КФК–2

1. Подготовка прибора к работе

Включить колориметр в сеть и прогреть не менее 15 мин. Во время прогрева кюветное отделение должно быть открыто при этом стрелка микроамперметра (1) должна установиться на «0» по шкале пропускания (Т, %).

Установить светофильтр (3) на требуемую длину волны.

Установить тумблер «чувствительность» (5) в положение 1 по шкале, соответствующей требуемой длине волны, при длине больше 550 нм по красной (см. на передней панели).

После прогрева прибора проверить положение стрелки микроамперметра: если стрелка отклонена от «0» по шкале Т, % ее устанавливают на нуль с помощью ручки «О» (см. на правой боковой стенке прибора).

2. Проведение измерений

Поместить в кюветное отделение кюветы: в 1-й паз – кювету с исследуемым веществом; во второй паз – кювету с растворителем. Закрывать крышку кюветного отделения и поставить кюветодержатель в положение 1 (см. ручку на передней панели).

Установить отсчет 100 по шкале Т, % с помощью тумблера «чувствительность» сначала по шкале «Грубо», затем – «Точно».

Перевести ручку кюветодержателя в положение II (при этом в световой поток попадает кювета с исследуемым веществом). Снять показания по шкале оптической плотности.

Измерения повторить 2 раза.

Примечание. После проведения измерений кюветы тщательно вымыть и высушить. Кюветное отделение насухо протереть, прибор выключить из сети и накрыть чехлом.

На панели прибора указаны средние значения полосы пропускания светофильтров. Максимальная длина волны поглощения света исследуемым раствором должна совпадать с полосой пропускания светофильтра. Исходя из окраски исследуемого раствора, находят полосу поглощения (таблица).

Таблица – Выбор полосы светопоглощения

Окраска исследуемого раствора	Полоса светопоглощения, нм
Желтая	400–440
Оранжевая	440–470
Красная	470–500
Малиновая	500–540
Фиолетовая	540–570
Синяя	570–600
Зелено-синяя	590–625
Сине-зеленая	625–670
Зеленая	670–750

Пример: раствор имеет красную окраску. Полоса поглощения: 470–500 нм (таблица 8.6).

Определив *полосу светопоглощения* исследуемым раствором, выбирают светофильтр: максимальная длина волны светопропускания светофильтра *должна входить в полосу светопоглощения* (таблица).

Таблица – Спектральные характеристики светофильтров КФК–2

Маркировка на диске	Маркировка светофильтра	Длина волны, соответствующая максимуму пропускания, нм	Ширина полосы пропускания, нм
1	315	315 \pm 5	35 \pm 15
2	364	364 \pm 5	25 \pm 10
3	400	400 \pm 5	45 \pm 10
4	440	440 \pm 10	40 \pm 10
5	490	490 \pm 10	35 \pm 10
6	540	540 \pm 10	25 \pm 10
7	590	590 \pm 10	25 \pm 10
8	670	670 \pm 5	20 \pm 5
9	750	750 \pm 5	20 \pm 5
10	870	870 \pm 5	25 \pm 5
11	980	980 \pm 5	25 \pm 5

В таблице находим светофильтр, у которого максимальная длина волны светопропускания входит в выбранную полосу поглощения. Нужный светофильтр № 5, $\lambda_{\text{max}} = 490$ нм.

Закон Бугера-Ламберта-Бера справедливый для монохроматического излучения графически выражается прямой линией, проходящей через начало координат: $D_{\lambda} = f(C)$ (рисунок).

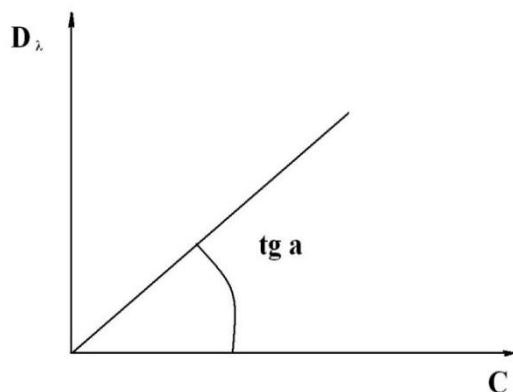


Рисунок – Графическое выражение закона светопоглощения

Измеряют оптическую плотность всей серии стандартных растворов при оптимальной длине волны и строят градуировочный график $D_{\lambda} = f(C)$:

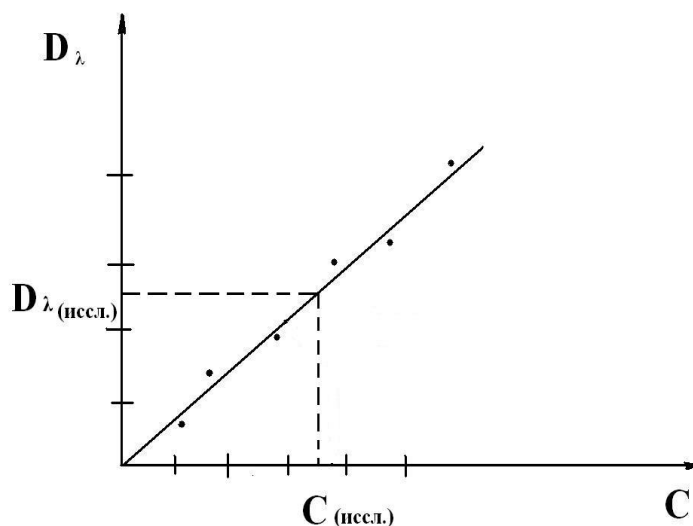


Рисунок – Градуировочный график

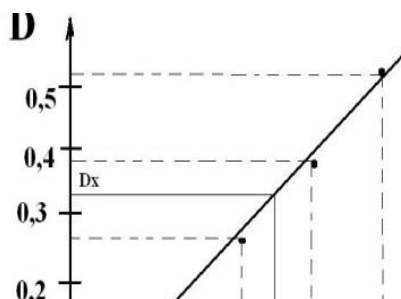


Рисунок – Градуировочный график
для определения Fe(III)

Построение градуировочного графика

График строят на миллиметровой бумаге (15 см × 15 см): Ось абсцисс (X) – для концентрации растворов, ось ординат (Y) – для оптической плотности D. Для построения графика берут средние значения оптической плотности.

Если поглощение исследуемого вещества подчиняется закону Бугера-Ламберта-Бера, то график имеет вид прямой. Если график отклоняется от прямой линии, то необходимо приготовить серию стандартных растворов из большего числа концентраций таким образом, чтобы они отличались друг от друга не более чем на 10 %.

Измеряют оптическую плотность исследуемых растворов при тех же условиях (λ , l, тот же прибор) и, пользуясь калибровочным графиком, находят концентрацию исследуемых растворов.

Измерения повторяют 2–3 раза и записывают в таблицу.

Таблица – Оптическая плотность исследуемых растворов

№ п/п	Растворы	T, г/см ³	D		
			1	2	Среднее
1	Эталонные рас- творы				
2					
3					
4					
5					
	Анализируемый раствор				

5. Расчеты

Расчет концентрации серии эталонных растворов (T_{эт}):

$$T_{\text{эт}} = \frac{T_{\text{исх}} \cdot V_{\text{исх}}}{V_{\text{ф}}},$$

где $T_{\text{исх}}$ – титр исходного стандартного раствора сульфата железа ($2 \cdot 10^{-4}$ г/см³);
 $V_{\text{исх}}$ – объем исходного стандартного раствора сульфата железа, взятый для приготовления серии эталонных растворов, мл;
 $V_{\text{ф}}$ – объем окрашенного раствора (фотометрируемого), мл (50 мл).

Расчет содержания железа в анализируемом растворе

Найти титр железа в анализируемом растворе. На ось ординат нанесите среднее значение оптической плотности анализируемого раствора (D_x) и проведите прямую до пересечения с графиком, из точки пересечения опустите перпендикуляр на ось абсцисс – это будет значение $T_x(\text{Fe}^{3+})$ (рисунок 8.4)

Расчет массы Fe(III) в анализируемом растворе:

$$m(\text{Fe}^{3+}) = T_x(\text{Fe}^{3+}) \cdot V_a,$$

где $T_x(\text{Fe}^{3+})$ – титр железа в анализируемом растворе, г/см³;
 V_a – общий объем анализируемого раствора, мл (50 мл).

Сделайте выводы о выполнении целей задания.

Определение содержания меди в водном растворе методом градуировочного графика

Цель: закрепить знания основ метода фотоэлектроколориметрии, свободно работать самостоятельно, а также в составе студенческой группы, применить полученные навыки исследовательской работы, а также умения анализировать полученные экспериментальные данные.

Технические средства, химическая посуда, химреактивы:

ФЭК–3 с набором кювет;
Мерные колбы вместимостью 50 см³ – 5 шт;
Мерный цилиндр вместимостью 10 см³;
Градуированная пипетка вместимостью 10 см³;
Стандартный раствор CuSO₄ с концентрацией 1,000 мг/см³;
Раствор аммиака с массовой долей 5,0 %;
Фильтровальная бумага.

Общий принцип работы. Световой поток от источника 2, отражаемый рефлектором 1, проходит через диафрагму 3 и попадает на систему светофильтров.

Теплозащитный светофильтр 4 поглощает инфракрасные (тепловые) лучи, нейтральный светофильтр 5 поглощает ультрафиолетовое излучение. Цветной светофильтр 6 преобразует полихроматический свет в монохроматический и выделяет узкий участок спектра с определенной длиной волны. Монохроматический свет попадает в кювету 7 с раствором, при этом часть света поглощается. Прошедший через раствор свет поступает на фотоэлемент 8, где энергия света преобразуется в электрическую энергию. Аналитический сигнал измеряют микроамперметром 9.

Отклонение стрелки микроамперметра пропорционально интенсивности прошедшего через анализируемый раствор света.

По нижней шкале прибора измеряют оптическую плотность

$D = 0-2$, по верхней – светопропускание $T = 0-100\%$.

Внимание! 1. Фотоэлектродколориметр необходимо включить в сеть за 10–15 мин до выполнения измерений.

2. В ячейке кюветодержателей не должны проливаться растворы из кювет. После окончания работы кюветы следует вымыть, прибор выключить, ячейки кюветодержателей протереть насухо.

Устройство фотоэлектродколориметра ФЭК-3

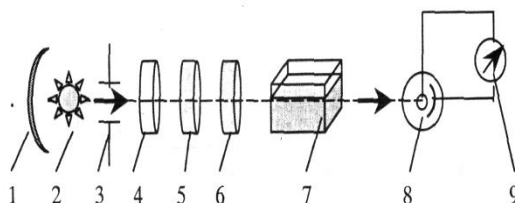


Рисунок – Схема фотоэлектродколориметра КФК–3:

- 1 – рефрактор; 2 – источник света; 3 – диафрагма;
- 4, 5 и 6 – теплозащитный, нейтральный и цветной светофильтры; 7 – кювета с анализируемым раствором;
- 8 – фотоэлемент; 9 – микроамперметр

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Изучение спектральной характеристики раствора

В мерную колбу пипеткой отбирают 5,00 см³ исходного (стандартного) раствора CuSO₄, мерным цилиндром добавляют 5,00 см³ раствора аммиака, доводят до метки дистиллированной водой и перемешивают.

Одну кювету заполняют анализируемым раствором, другую – дистиллированной водой. Кюветы необходимо предварительно ополоснуть исследуемым раствором и заполнять только до метки. С внешней стороны кюветы фильтровальной бумагой тщательно протирают грани, через которые проходит световой поток.

Измеряют оптическую плотность окрашенного раствора с различными светофильтрами.

Результаты измерений записывают в таблицу:

Длина волны, нм	440	490	540	590	670	750
Оптическая плотность D						

Строят график зависимости оптической плотности от длины волны $D = f(\lambda)$ и выбирают светофильтр. Оптимальной является длина волны, при которой свет *максимально поглощается* раствором.

Делают вывод, какой светофильтр следует применять при работе с раствором аммиаката меди.

Проверка выполнимости закона Бугера-Ламберта-Бера

В мерную колбу пипеткой отбирают 5,00 см³ исходного (стандартного) раствора CuSO₄, мерным цилиндром добавляют 5,00 см³ раствора аммиака, доводят до метки дистиллированной водой и перемешивают.

Измеряют оптическую плотность окрашенного раствора при выбранном светофильтре поочередно в кюветах с толщиной поглощающего слоя 1, 2, 3 и 5 см. Измерения проводят относительно дистиллированной воды, которую помещают в кюветы с такой же толщиной слоя.

Результаты измерений заносят в таблицу:

Толщина слоя, см	1	2	3	5
Оптическая плотность D				

По полученным данным строят график зависимости оптической плотности от толщины поглощающего слоя $D = f(l)$. Выбирают оптимальную кювету, в которой оптическая плотность максимальна, но не превышает 0,8.

Построение градуировочного графика

Готовят серию стандартных растворов, содержащих

0,01–0,2 мг/см³ Cu²⁺. Для этого в 4 мерные колбы пипеткой отбирают 2,50; 5,00; 7,40 и 10,00 см³ стандартного раствора, содержащего 1 мг/см³ Cu²⁺. В каждую колбу добавляют по 5 см³ раствора аммиака, доводят до метки дистиллированной водой и перемешивают. Измеряют оптическую плотность растворов при выбранном светофильтре и оптимальной толщине поглощающего слоя. Результаты измерений записывают в таблицу:

Концентрация в растворе, Cu ²⁺ мг/см ³				
Оптическая плотность D				

Концентрацию Cu²⁺ в стандартных растворах ($C_{ст}$) рассчитывают по уравнению:

$$C_{исх} \cdot V_{исх} = C_{ст} \cdot V_{ст}.$$

Строят градуировочный график в координатах: оптическая плотность – концентрация. Прямолинейность графика свидетельствует о том, что поглощение раствора аммиаката меди подчиняется закону Бугера-Ламберта-Бера.

Анализ контрольного раствора

Контрольный раствор с неизвестным содержанием Cu²⁺ готовят к анализу, как описано выше для серии стандартных растворов. Оптическую плотность окрашенного раствора измеряют в тех же условиях. По градуировочному графику находят концентрацию раствора, соответствующую средней оптической плотности.

Расчет. Содержание Cu²⁺ (m, мг) в контрольном растворе вычисляют по формуле:

$$m = C_x \cdot V,$$

где C_x – концентрация раствора, найденная по градуировочному графику, мг/см³; V – вместимость колбы, см³.

Рассчитывают относительную погрешность определения с учетом истинного значения массы Cu^{2+} в растворе.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Каким образом проводят качественное и количественное определение ионов железа в воде?
2. В чем суть принципов методов качественной и количественной оценки показателей качества воды, используемых в экспериментах?
3. Приведите уравнения качественных реакций на ионы Fe^{3+} .
4. Приведите уравнение качественной реакции на ионы Fe^{2+} .
5. Приведите уравнение качественной реакции на хлорид-ионы.
6. Каким образом можно охарактеризовать качественное и количественное определение хлорид – ионов, сульфат – ионов, фосфат-ионов в воде?
7. Какие основные источники поступления ионов кальция в природные воды?
8. На чем основан метод количественного определения хлорид-ионов?
9. Какие основные требования предъявляют к производственной воде?
10. Приведите формулу расчета концентрации хлорид-ионов в пробах воды.
11. На чем основано определение содержания ионов кальция в воде?
12. В чем сущность закона Бугера – Ламберта – Бера? Каково его математическое выражение?
13. В чем отличие спектрофотометрии от фотоэлектроколориметрии?
14. Что такое внутренняя оптическая плотность (D)? Что такое внутреннее пропускание (T)?
15. В чем сущность метода градуировочного определения концентрации анализируемого вещества?
16. Каковы требования к построению градуировочного графика?
17. Какова формулировка и графическая интерпретация основного закона светопоглощения?
18. Какое назначение светофильтров и фотоэлементов в фотоэлектроколориметре?
19. Каков принцип выбора светофильтра?
20. В чем состоит принцип выбора кюветы?
21. Определите содержание Fe^{3+} (в мг/дм^3), если оптическое поглощение его раствора с сульфосалициловой кислотой равно 0,45 в кювете толщиной 2 см, а $\varepsilon = 4 \cdot 10^3$.

Ответ: 3,13 мг/дм^3 .

22. При фотоколориметрическом определении Fe^{3+} с сульфосалициловой кислотой их стандартного раствора с содержанием железа 10 мг/см^3 приготовили ряд

разведений в мерных колбах вместимостью 100 см³, измерили оптическое поглощение A и получили следующие данные:

V _{ст} , см ³	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
A	0,12	0,25	0,37	0,50	0,62	0,75

Определите концентрацию Fe³⁺ в анализируемых растворах, если их оптическое поглощение равно 0,30 и 0,50.

Ответ: C_{Fe³⁺} равна 24 и 40 мг/100 см³.

23. Определите содержание меди (в %) в 10 г образца, 1 г которого растворили в мерной колбе вместимостью 100 см³. Оптическое поглощение полученного раствора в кювете с толщиной слоя 3 см составило 0,675, а $\epsilon = 4,5 \cdot 10^4$.

Ответ: $3,2 \cdot 10^{-3}$ %.

24. Определите концентрацию Cu²⁺ (в моль/дм³ и мг/дм³), если оптическое поглощение раствора аммиаката меди в кювете с l=2см составляет 0,254, а молярное поглощение 423,3.

Ответ: $3 \cdot 10^{-4}$ моль/дм³; 19,2 мг/дм³.

Жесткость воды

Единицей измерения жесткости (Ж) воды в системе СИ является молярная концентрация эквивалентов (C_{э_{кв}}) в расчете на 1 м³ раствора.

Размерность жесткости [моль экв/м³] или численно равная ей величина с принятой размерностью в химии [ммоль экв/дм³]; последняя являлась основой измерения жесткости воды в России до 2005 года.

Новая единица измерения жесткости воды в России – это градус жесткости (°Ж). Один градус жесткости равен 20,04 мг Ca²⁺ или 12,15 мг Mg²⁺ в 1 дм³ воды, т. е. численно градус жесткости соответствует 1 ммоль экв/дм³.

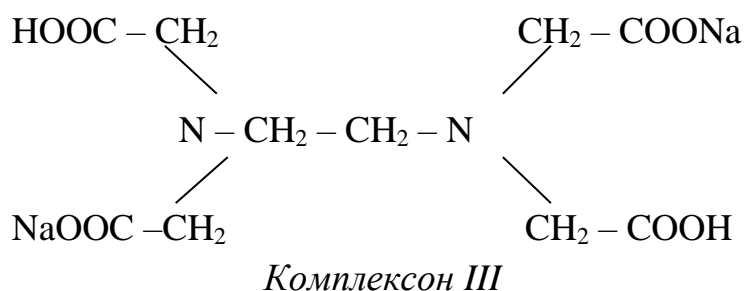
По значению общей жесткости природных вод установлена следующая классификация:

- °Ж < 1,5 ммоль экв/дм³ – малая жесткость,
- °Ж = 1,5 – 3,0 ммоль экв/ дм³ – средняя,
- °Ж = 3,0 – 6,0 ммоль экв/ дм³ – повышенная,
- °Ж = 6,0 – 12,0 ммоль экв/ дм³ – высокая,
- °Ж > 12 ммоль экв/ дм³ – очень высокая жесткость.

Общая жесткость (°Ж_{общ}) и временная жесткость воды (Ж_{вр}) определяются путем титрования пробы воды растворами точно известной концентрации, а постоянная (Ж_{пост}) рассчитывается по разнице между общей и временной жесткостью

$$J_{\text{пост}} = J - J_{\text{вр}}$$

Метод определения общей жесткости основан на образовании прочного комплексного соединения трилона Б или комплексона III (двунатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты – ЭДТА)



с ионами кальция Ca^{2+} и магния Mg^{2+} (хелатного металлкомплекса) в щелочной среде (pH = 10).

Среда создается путем добавления аммиачного буферного раствора $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$. При реакции ионы водорода замещаются на ионы кальция и магния.

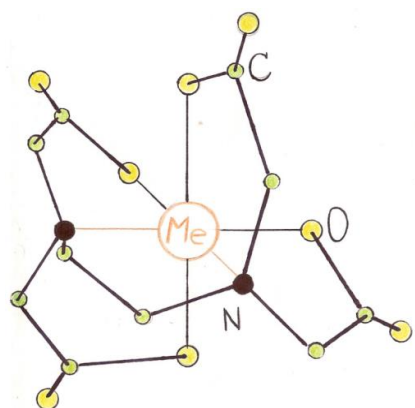


Рисунок – Пространственное строение комплексоната

Индикатором служит обычно хромоген черный специальный ET-00, образующий с ионами Ca^{2+} и Mg^{2+} растворимые комплексы винно-красного цвета:



не оставалось воздуха. После этого обязательно уберите воронку и установите раствор на нулевое деление (по нижнему мениску).

Выполняя титрование, следует соблюдать следующие правила.

1. Каждое титрование начинают с нулевого деления шкалы, так как при этом компенсируются погрешности калибровки бюретки.

2. Титрование проводят не очень быстро (3–4 капли в секунду), иначе раствор не будет вовремя стекать со стенок и отсчет окажется неверным.

3. Объем расходуемого на титрование раствора не должен превышать емкости одной бюретки. Отсчет объема после вторичного наполнения сильно снижает точность определения.

Ход определения. В тщательно вымытую колбу для титрования отмерьте пипеткой Мора $100,0 \text{ см}^3$ исследуемой воды и прилейте 5 см^3 аммонийной буферной смеси. Внесите на конце шпателя $\approx 20\text{--}30 \text{ мг}$ сухой смеси индикатора с хлоридом натрия до появления хорошо заметной, но не очень темной винно-красной окраски.

Титрование. Прибавляйте по каплям комплексон к воде медленно, постоянно встряхивая колбу с водой, наблюдая за окраской раствора. Титруйте до перехода окраски из винно-красной в голубую окраску от одной лишней капли титранта. Данные занесите в таблицу. Повторите титрование 2–3 раза и из сходящихся отсчетов возьмите среднее значение.

Таблица – Данные титрования

№ п/п	$V_B, \text{ см}^3$	$V_T, \text{ см}^3$	$C_T, \text{ моль/дм}^3$
1	100		0,05
2	100		
3	100		

$$V_T(\text{ср}) = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{3}$$

Общую жесткость воды (Ca^{2+} и Mg^{2+} на 1 л) вычислите по формуле:

$$Ж = \frac{C_T V_T \cdot 1000}{V_B}, \text{ ммоль/дм}^3 \text{ или } ^\circ\text{Ж}$$

где C_T – молярная концентрация эквивалентов раствора комплексона III;

V_T – средний объем рабочего раствора комплексона, затраченный на титрование, см^3 ;

V_B – объем воды, взятый для определения жесткости, см^3 .

1000 – коэффициент пересчета на 1 дм³.

Сравните результаты расчета с данными таблицы показателей качества вод и сделайте вывод о жесткости исследуемой воды.

Кейс задание

Определение гидрокарбонатной жесткости воды

Одним из важнейших показателей качества воды является щелочность (символ – Щ, единица – ммоль/л). Общая щелочность определяется суммой анионов слабых кислот, способных реагировать с хлороводородной или серной кислотами. Общая щелочность включает, в основном, гидрокарбонатную и карбонатную щелочности. Если величина рН не превышает величину 8,4, то щелочность определяется концентрацией гидрокарбонат-ионов. Предельно допустимая концентрация (ПДК) гидрокарбонат-ионов в питьевой воде составляет 60 мг/дм³.

Обучающиеся должны усвоить основные приемы кислотно-основного титрования: уметь правильно выбирать индикатор при титровании различных кислот и оснований, самостоятельно выполнять расчеты, уметь анализировать полученные экспериментальные данные, делать выводы.

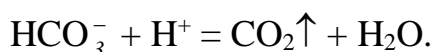
Посуда и реактивы: бюретка на 25 см³, закрепленная в штативе; колба Эрленмайера для титрования на 250 см³; фарфоровый стакан для слива; пипетки на 10 см³ и 100 см³; воронка диаметром 3 см; мерная колба на 100 см³.

Раствор хлороводородной кислоты HCl; индикатор – метиловый оранжевый; колба с анализируемой водой; тетраборат натрия кристаллический (бура) Na₂B₄O₇ · 10H₂O; вода дистиллированная.

Содержание гидрокарбонат-ионов определяют титрованием воды раствором HCl с индикатором метиловым оранжевым. Химизм процесса выражается уравнениями:



Ионно-молекулярное уравнение реакции:



Экспериментальная работа включает несколько этапов:

- 1) приготовление вторичного стандартного раствора хлороводородной кислоты;
- 2) приготовление первичного стандартного раствора тетрабората натрия;

3) стандартизация раствора хлороводородной кислоты по тетраборату натрия;

4) определение концентрации гидрокарбонат-ионов.

1. *Приготовление 250 мл приблизительно 0,1 н раствора хлороводородной кислоты*

Массу HCl в 250 мл вычисляют по уравнению:

$$m_{(\text{HCl})} = M_{\text{эк}} \cdot C_{\text{эк}} \cdot V_{\text{р.}}$$

Молярная масса эквивалентов HCl равна 36,46 г/моль, в 250 мл 0,1 н раствора ее должно содержаться:

$$m_{(\text{HCl})} = 36,46 \cdot 0,1 \cdot 0,25 = 0,912 \text{ г.}$$

Для дальнейших вычислений необходимо определить плотность имеющейся в лаборатории концентрированной кислоты, опустив ареометр в цилиндр с кислотой.

Но взвешивать кислоту неудобно, поэтому ее массу пересчитывают на объем:

$$V_{(\text{HCl})} = m/\rho.$$

Растворы приблизительно концентрации кислот можно готовить следующим образом.

1. Находят объем дистиллированной воды $V(\text{H}_2\text{O})$, необходимый для приготовления раствора:

$$V_{(\text{H}_2\text{O})} = V_{\text{р}} - V_{(\text{HCl})}.$$

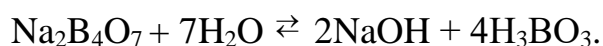
Мерным цилиндром отмеряют нужный объем дистиллированной воды и переносят его в склянку для приготовления раствора.

2. Мерным цилиндром (или мерной пробиркой) отмеряют нужный объем кислоты и переносят кислоту **в склянку с водой (!)**. Затем закрывают склянку пробкой и содержимое тщательно перемешивают.

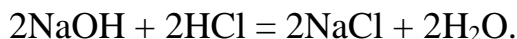
На склянке должна быть сделана надпись: HCl; 0,1 н, дата, фамилия того, кто приготовил раствор.

2. *Приготовление 100 мл стандартного раствора тетрабората натрия*

Исходным веществом, наиболее удобным для установки титра хлороводородной кислоты, считают тетраборат натрия $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Водный раствор его вследствие протолиза имеет щелочную реакцию:



Поэтому его можно титровать кислотами:



Из суммарного уравнения:



видно, что в результате реакции накапливается слабая ортоборная кислота. Следовательно, рН раствора в точке эквивалентности будет несколько меньше 7 и для титрования следует взять метиловый оранжевый (или метиловый красный).

Поскольку один моль тетрабората натрия $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ в этой реакции взаимодействует с 2 моль ионов водорода, молярная масса эквивалентов равна:

$$M_{\text{эк}}(\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}) = 381,4 : 2 = 190,7 \text{ г/моль}.$$

Для приготовления 100 мл 0,1 н раствора требуется тетрабората натрия

$$m = M_{\text{эк}} \cdot C_{\text{эк}} \cdot V = 190,7 \cdot 0,1 \cdot 0,1 = 1,907 \text{ г}.$$

Однако точно взвесить вычисленную массу буры трудно. Поэтому в маленькой пробирке или на часовом стекле необходимо взять навеску свежеперекристаллизованного тетрабората натрия, около 2 г (с точностью до 0,0002 г), перенести при помощи воронки в мерную колбу вместимостью 100 мл и, обмывая воронку, прилить немного горячей воды, так как в холодной он растворяется плохо. Добившись полного растворения, следует охладить колбу водой под краном и довести объем раствора дистиллированной водой до метки. Не забудьте при этом убрать воронку, и прибавление воды заканчивайте с помощью пипетки осторожно, по каплям (глаз на уровне метки). Если все-таки воды будет прилито больше, чем следует, то отливать ее нельзя, нужно повторить весь процесс приготовления раствора. Приготовленный раствор тщательно перемешивают, закрыв колбу пробкой.

Титр раствора вычисляют по уравнению:

$$T(B) = \frac{m_{(B)}}{V_P}.$$

Зная титр, молярную концентрацию эквивалентов тетрабората натрия в растворе рассчитывают по уравнению:

$$C_{\text{эк}} = \frac{T \cdot 1000}{M_{\text{эк}}}.$$

Величины титра и молярной концентрации эквивалентов раствора всегда должны иметь *четыре значащих цифры*.

3. Стандартизация раствора хлороводородной кислоты по тетраборату натрия

В процессе стандартизации можно выделить следующие этапы.

1. Подготовка бюретки к работе. Тщательно вымытую бюретку дважды ополаскивают небольшими порциями кислоты для удаления остатков воды. Пользуясь воронкой, наполняют бюретку кислотой так, чтобы ее мениск был несколько выше нулевого деления. Заполняют раствором резиновую трубку и наконечник, вытеснив из них пузырьки воздуха. Затем воронку убирают, так как с нее может капать раствор, и, выпуская лишнюю кислоту, устанавливают нижний край мениска на нулевом делении. В таком состоянии бюретка готова к работе.

2. Взятие точного объема тетрабората натрия. Чистую пипетку вместимостью 10 см^3 ополаскивают раствором тетрабората натрия, наполняют её раствором так, чтобы уровень жидкости в ней оказался выше метки примерно на 2 см. После этого зажимают верхнее отверстие пипетки указательным пальцем и поднимают её над раствором. Затем слегка приоткрывают отверстие пипетки, чтобы стекла лишняя жидкость и нижний край мениска коснулся метки (10 мл). Переносят отмеренный раствор буры в коническую колбу для титрования, прикасаясь концом ее к стенке колбы. Приливают к раствору тетрабората натрия одну каплю метилового оранжевого, перемешивают (желтая окраска).

3. Приготовление «свидетеля». Для повышения точности титрования в другой конической колбе готовят «свидетель»: отмеривают в нее 20 см^3 дистиллированной воды, прибавляют 1 каплю метилового оранжевого и 1–2 капли кислоты. При этом раствор должен приобрести очень слабое, но заметное розовое окрашивание.

4. Титрование. На основание штатива, на котором укреплена бюретка, ставят колбу с раствором тетрабората натрия под бюретку и приступают к титрованию, приливая кислоту в колбу медленно, по каплям, перемешивая раствор. Титрование прекращают при появлении устойчивой бледно-розовой окраски от одной лишней капли кислоты. Первое титрование считают ориентировочным.

Титрование повторяют до получения сходящихся результатов, т. е. пока отсчеты будут отличаться друг от друга не более чем на 0,1 мл. Все результаты титрования записывают в журнал.

Найдите среднее арифметическое объема HCl и вычислите молярную концентрацию эквивалентов хлороводородной кислоты.

Таблица – Данные титрования при стандартизации HCl

№	V(буры), мл	V(HCl), мл	$c_{\text{эк}}(\text{буры}),$ моль/дм ³	$c_{\text{эк}}(\text{HCl}),$ моль/дм ³

1	10			
2	10			
3	10			
		$V_{\text{ср}} =$		

Молярную концентрацию эквивалентов кислоты вычислите по уравнению титриметрии:

$$c_{\text{ЭК}}(X) \cdot V_{\text{ЭК}}(X) = c_{\text{ЭК}}(T) \cdot V_{\text{ЭК}}(T);$$

$$c_{\text{ЭК}}(\text{HCl}) = c_{\text{ЭК}}(T) \cdot V_{\text{ЭК}}(T) / V_{\text{ЭК}}(X)$$

Титрованный раствор хлороводородной кислоты используйте для определения щелочности воды.

Ход определения.

Чистой мерной пипеткой Мора вместимостью 100 см³ перенесите 100 см³ анализируемой воды в коническую колбу. Прибавьте 2–3 капли метилового оранжевого. Раствор окрасится в желтый цвет.

Приступая к титрованию, проверьте уровень раствора кислоты в бюретке. Он должен быть на нулевой отметке по нижнему мениску.

Титруйте воду раствором HCl до перехода желтой окраски индикатора в бледно-розовую. Повторите титрование 2–3 раза и занесите результаты титрования в таблицу.

Таблица – Данные титрования воды хлороводородной кислотой

№ п/п	$V(\text{H}_2\text{O})$, мл	$V(\text{HCl})$, мл	$C_{\text{ЭК}}(\text{HCl})$, моль/л	Щ (HCO_3^-), ммоль/л
1	100			
2	100			
		$V_{\text{ср}}$		

Для вычисления гидрокарбонатной жесткости (щелочности) воды найдите молярную концентрацию эквивалентов гидрокарбонат-ионов и умножьте ее на 1000:

$$\text{Щ}(\text{HCO}_3^-) = \frac{V(\text{HCl}) \cdot c(\text{HCl})}{V(\text{H}_2\text{O})} 1000, \text{ ммоль/дм}^3.$$

Кейс задание

Определение частичной окисляемости в пробах питьевых и природных вод титриметрическим методом

Окисляемость – величина, характеризующая содержание в воде органических и минеральных веществ, окисляемых (при определенных условиях) одним из сильных химических окислителей. Окисляемость выражают либо в миллиграммах перманганата калия, либо в миллиграммах кислорода, расходуемых на окисление примесей в 1 дм³ воды.

В практике водоочистки для природных малозагрязненных вод определяют *перманганатную окисляемость*, а в более загрязненных водах, как правило, *бихроматную окисляемость* (называемую также ХПК – «химическое потребление кислорода»).

В водоемах и водотоках, подверженных сильному воздействию хозяйственной деятельности человека, бихроматная окисляемость (ХПК) используется в качестве меры содержания органического вещества в пробе воды. В соответствии с требованиями к составу и свойствам воды водоемов у пунктов питьевого водопользования величина ХПК не должна превышать 15 мг О₂/дм³.

При анализе питьевой воды обычно определяют перманганатную окисляемость. Перед использованием воду проверяют на отсутствие восстановителей. Перманганат калия (KMnO₄), будучи сильным окислителем, реагирует в кислой среде с восстановителями. При холостом определении расход раствора перманганата калия на титрование не должен превышать 0,5 см³.

Для очистки от восстановителей к 1 см³ дистиллированной воды добавляют 10 см³ серной кислоты (1:15) и небольшой избыток (до образования розового цвета) основного раствора перманганата калия, а затем перегоняют. Первую порцию дистиллята объемом 100 см³ отбрасывают. Приготовленную дистиллированную воду используют для приготовления растворов реактивов и для разбавления проб.

Исследуемая вода должна соответствовать требованиям СанПиН (норматив перманганатной окисляемости питьевой воды 5 мг О₂ в одном литре).

Подготовка лабораторной посуды для титрования

Конические колбы, применяемые для титрования, используют *только* для определения перманганатной окисляемости. Новые колбы очищают путем кипячения с подкисленным раствором перманганата калия. Для этого в коническую колбу приливают 100 см³ дистиллированной воды, 5 см³ серной кислоты (1:3) и 20 см³ раствора перманганата калия (0,002 моль/дм³) и кипятят в течение 10 мин. Чистоту посуды проверяют холостым определением.

Приготовление растворов

При приготовлении растворов серной кислоты необходимо соблюдать осторожность. Растворы готовят в вытяжном шкафу, добавляя серную кислоту к дистиллированной воде.

Серная кислота (1:3).

К 3 объемам дистиллированной воды прибавляют при перемешивании 1 объем серной кислоты. После охлаждения раствора до 40 °С к нему прибавляют по каплям раствор KMnO_4 (0,002 моль/дм³) до слабо-розовой окраски.

Серная кислота (1:15).

К 15 объемам дистиллированной воды прибавляют при перемешивании 1 объем серной кислоты. После охлаждения раствора до 40 °С к нему прибавляют по каплям раствор KMnO_4 (0,002 моль/дм³) до слабо-розовой окраски.

Основной раствор щавелевой кислоты с концентрацией 0,05 моль/дм³

Растворяют (6,30[±]0,01) г щавелевой кислоты в растворе серной кислоты (1:15) и доводят объем до метки раствора до 1 дм³ этим же раствором кислоты.

При приготовлении основного раствора из стандарт-титра содержимое ампулы количественно переносят в мерную колбу вместимостью 1 дм³ и доводят объем раствора до метки раствором серной кислоты (1:15).

Раствор щавелевой кислоты с концентрацией 0,005 моль/дм³

В мерную колбу вместимостью 1 дм³ пипеткой с одной меткой наливают 100 см³ раствора щавелевой кислоты (0,005 моль/дм³). Объем доводят до метки раствором серной кислоты (1:15) и перемешивают.

Основной раствор перманганата калия с концентрацией 0,02 моль/дм³.

При приготовлении основного раствора из стандарт-титра содержимое ампулы количественно переносят в мерную колбу вместимостью 1 дм³ и доводят объем раствора до метки дистиллированной водой. Основной раствор используют через 2 недели после приготовления. При этом колбу помещают в темное место и в течение 2 недель ежедневно перемешивают.

Раствор перманганата калия с концентрацией 0,002 моль/дм³.

В мерную колбу вместимостью 1 дм³ пипеткой с одной меткой наливают 100 см³ раствора перманганата калия с концентрацией 0,02 моль/дм³. Объем доводят до метки дистиллированной водой и перемешивают. Пригодность раствора проверяют по значению поправочного коэффициента, который устанавливают каждый раз перед использованием раствора.

Установление поправочного коэффициента к раствору перманганата калия

В коническую колбу наливают 100 см³ дистиллированной воды, прибавляют 10 см³ раствора щавелевой кислоты

(0,005 моль/дм³) и 5 см³ раствора серной кислоты (1:3). Смесь нагревают до кипения и титруют раствором перманганата калия (0,002 моль/дм³) до слабо-розовой окраски. Поправочный коэффициент (К) для приведения концентрации раствора перманганата калия точно к 0,002 моль/дм³ рассчитывают по формуле с точностью до третьего знака:

$$K = \frac{10}{V},$$

где 10 – объем раствора щавелевой кислоты (0,005 моль/дм³), см³;

V – объем раствора перманганата калия (0,002 моль/дм³), см³.

Если поправочный коэффициент (К) раствора отличается от 1,00 больше, чем на +/- 0,05, то раствор укрепляют, разбавляют или готовят заново. Для укрепления раствора добавляют раствор перманганата калия с концентрацией 0,02 моль/дм³.

Выполнение задания. В коническую колбу вместимостью 250 см³ налейте 100 см³ анализируемой воды, внесите 5 см³ серной кислоты, разбавленной водой (1:3), 10 см³ 0,002 моль/дм³ раствора перманганата и несколько стеклянных шариков или капилляров. Закройте колбу часовым стеклом, ее содержимое за 5 мин подогрейте до кипения и кипятите 10 мин. К горячему раствору немедленно добавьте 10 см³ раствора щавелевой кислоты (0,005 моль/дм³) и размешайте его вращением колбы. Обесцветившийся горячий раствор оттитруйте раствором перманганата калия (0,002 моль/дм³) до появления слабо-розового окрашивания. Температура раствора не должна падать ниже 80 °С. Если при титровании пробы расходуется более 7 см³ раствора перманганата калия, то пробу разбавляют и повторяют определение.

Если при анализе предварительно разбавленной пробы на титрование расходуется менее 2 см³ раствора перманганата калия, тогда определение повторяют с менее разбавленной или неразбавленной пробой.

Израсходованное на титрование количество перманганата равно количеству его, пошедшему на окисление примесей воды.

Если раствор при кипячении обесцветится или побуреет, определение повторите с разбавленной пробой воды, и одновременно поставьте холостой опыт с водой, взятой для разбавления.

Для холостого опыта в коническую колбу отмерьте 100 см³ дистиллированной воды и проведите определение окисляемости так же, как и в исследуемой воде.

Значение перманганатной окисляемости, выраженное в расчете на атомарный кислород в мг/дм³, определяют по формуле:

$$X = \frac{(V_1 - V_2) \cdot K \cdot C \cdot 8 \cdot 5 \cdot 1000 \cdot K_p}{V},$$

где: V_1 – объем раствора перманганата калия, израсходованного на титрование исследуемой пробы, см^3 ;

V_2 – объем раствора перманганата калия, израсходованного на титрование холодной пробы, см^3 ;

K – поправочный коэффициент к раствору перманганата калия;

C – концентрация раствора перманганата калия, равная $0,002$ моль/ дм^3 ;

V – объем пробы, взятой для анализа, см^3 ;

K_p – коэффициент разбавления пробы;

8 – атомная масса кислорода;

5 – стехиометрический коэффициент.

Сделайте вывод по величине перманганатной окисляемости воды о степени загрязнения (классе чистоты) исследуемой воды.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под качеством воды? Что понимается под нормами качества?
2. Какие группы показателей качества питьевой выделяют и, какие свойства они характеризуют? По каким показателям производится органолептическая оценка вод?
3. Какие минеральные соли могут содержаться в питьевой воде? Какие соли обуславливают жесткость воды?
4. Чему равна жесткость воды, в 10 л которой содержится 4,08 г кальция?
5. В каких единицах измеряется жесткость? Чему равна жесткость мягкой воды, жесткой, очень жесткой?
6. Что понимается под общей жесткостью воды?
7. Наличием, каких ионов определяется временная и постоянная виды жесткости?
8. На чем основан метод комплексонометрии? Почему его иначе называют *хелатометрией*?
9. Зачем к титруемому раствору добавляют аммонийную буферную смесь?
10. Как устанавливают точку эквивалентности при комплексонометрическом титровании?
11. Какова химическая формула комплексона III? В чем проявляется его способность к образованию комплексонатов с металлами?
12. Каков алгоритм определения временной жесткости воды?
13. Что такое общая и активная кислотность и что характеризуют эти понятия?
14. Гидроксильный показатель воды равен 9. Какую реакцию среды имеет вода?

15. Концентрация ионов водорода в растворе равна $9,6 \cdot 10^{-10}$ моль/дм³. Чему равен водородный показатель раствора?
16. Концентрация гидроксид-ионов в растворе равна $6 \cdot 10^{-10}$ моль/дм³. Чему равен водородный показатель раствора?
17. Какая концентрация ионов водорода в растворе, если рН равен 3.25?
18. Какие различают методы определения активной кислотности?
19. Каково устройство и принцип действия индикаторных электродов и электродов сравнения?
20. В чем суть рН-метрического метода определения величины водородного показателя?
21. Что называется окисляемостью воды? Указать ход определения окисляемости. Что характеризует величина окислительно-восстановительного потенциала ОВП воды?
22. Чему равна концентрация ионов H^+ и OH^- в растворе, рН которого равен 8,45?

Тема. Физико-химические процессы, используемые в технологии обработки производственных и сточных вод

Методы устранения жёсткости воды

Кейс задание

Устранение временной жесткости

Химическая посуда: пробирки, коническая колба на 50 мл.

Реактивы: известковая вода.

Задание А. В пробирку с известковой водой пропустите углекислый газ из аппарата Киппа. Выпавший вначале осадок растворяется при дальнейшем пропуске газа.

Дайте объяснение наблюдению, напишите соответствующие уравнения реакций в молекулярной и ионной форме.

Задание Б. Раствор, полученный в (А), разделите на две части. К одной прилейте 1–2 см³ известковой воды, другую часть нагрейте до кипения. Отметьте, что происходит. Напишите уравнение реакций в молекулярной ионной форме.

Устранение постоянной жесткости

Химическая посуда: пробирки.

Реактивы: 0,5 н раствор Na_2CO_3 , 0,1 н раствор Na_3PO_4 .

Задание А. Налейте в пробирку 5–6 см^3 жесткой воды, и добавьте 1–2 см^3 раствора соды. Что наблюдаете? Напишите уравнения реакции в молекулярном и ионном виде.

Задание Б. Налейте в пробирку 5–6 см^3 жесткой воды и добавьте 2–3 см^3 раствора фосфорнокислого натрия. Что наблюдаете? Напишите уравнение реакции в ионной и молекулярной форме.

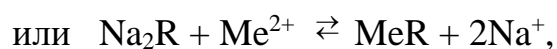
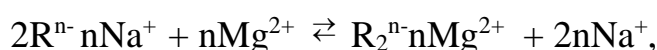
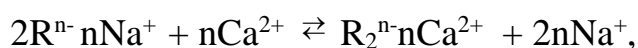
Ионообменный способ умягчения воды

Ионообменный способ умягчения воды является наиболее эффективным и универсальным, так как снижает одновременно и временную и постоянную жесткость.

Ионный обмен протекает на ионитах, представляющих собой твердые полиэлектролиты, у которых ионы одного знака заряда зацеплены на твердой матрице, а ионы противоположного знака заряда способны переходить в раствор и заменяться другими ионами того же заряда. В зависимости от того, какие ионы переходят в раствор, различают катиониты и аниониты.

Чаще для умягчения природной воды методом катионирования применяют катиониты, у которых обмениваемыми ионами служат ионы натрия Na^+ (Na-катиониты) или H^+ (H-катиониты).

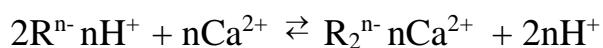
Na-катионит обменивает ионы натрия на ионы кальция и магния, при этом умягчение воды можно выразить уравнениями:

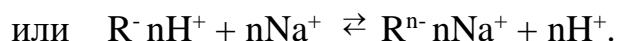
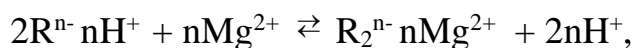


где R – функциональные группы катионитов, $-\text{SO}_3\text{H}$, $-\text{PO}(\text{OH})_2$, $-\text{COOH}$.

В результате Na-катионирования снижается общая жесткость воды, однако содержание при этом практически не меняется, так как в раствор переходят ионы Na^+ .

При H-катионировании происходит обмен ионов H^+ ионита на катионы, содержащиеся в воде:



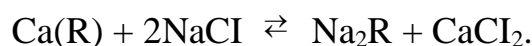


В результате этого обмена из воды удаляются ионы Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ и др. В воде увеличивается концентрация ионов H^+ , которые связываются с карбонат- и гидрокарбонатами:

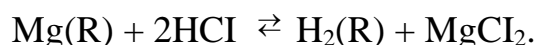


В результате H-катионирования происходит умягчение воды, снижается щелочность и солесодержание, но уменьшается значение pH воды, в результате чего она становится коррозионно активной. Поэтому H-катионирование проводят одновременно с другими методами ионного обмена.

Регенерацию Na-катионита проводят 5–10 % раствором хлорида натрия:



Регенерацию H-катионита проводят 1–2 % раствором соляной кислоты или серной кислотой:



Выделяющиеся соли хлорида кальция и хлорида магния вымывают из катионита умягченной водой.

Умягчение воды ионообменным способом

Химическая посуда: конические колбы на 250 см³ (2 шт), колонка с ионитом.

Реактивы: раствор оксалата аммония $(NH_4)_2C_2O_4$ с $w = 10\%$.

Задание А. В пробирку налейте 2–3 см³ жёсткой воды, добавьте 2–3 капли раствора оксалата аммония $(NH_4)_2C_2O_4$. Что наблюдается? Составьте молекулярное и ионное уравнения реакции.

Задание Б. Исследуемую жёсткую воду пропустите через ионитную колонку, наполненную Na-катионитом. Наберите небольшое количество воды из колонки в пробирку и добавьте 3–4 капли оксалата аммония. Наблюдается ли образования осадка? Если нет, то почему?

Напишите уравнения соответствующих реакций в молекулярной и ионной форме, обозначив формулу катионита через Na_2R .

Контрольные вопросы

1. Как можно уменьшить содержание солей жесткости? Приведите соответствующие уравнения реакций умягчения воды.
2. Какие существуют методы умягчения воды?
3. В чем суть ионообменного способа умягчения воды?
4. Растворами, каких веществ проводят регенерацию Na-катионита, H-катионита?
5. Что представляют собой иониты? Катиониты? Аниониты?

ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. В чем отличие титриметрического метода анализа от гравиметрического?
2. Что такое точка эквивалентности, как ее определяют?
3. Перечислите используемые методы титриметрического анализа.
4. Что такое точка эквивалентности, конечная точка титрования?
5. Чему равны молярные массы эквивалентов H_2SO_4 , H_2SO_3 , $Mg(OH)_2$ и $Ba(OH)_2$ в реакциях полной нейтрализации и в реакциях неполной нейтрализации?
6. Что такое титр раствора? Какова масса HNO_3 , содержащаяся в 500 мл раствора, если титр его равен 0,006300 г/мл?
Ответ: 3,15 г.
7. Титр раствора HCl равен 0,003592 г/мл. Вычислите молярную концентрацию раствора.
Ответ: 0,09858 н.
8. Имеется 0,1205 н раствор H_2SO_4 . Определите его титр.
Ответ: $T = 0,00590$ г/мл.
9. На титрование 20,00 мл раствора HNO_3 затрачено 15,00 мл 0,1200 н раствора $NaOH$. Вычислите концентрацию, титр и массу HNO_3 в 250 мл раствора.
Ответ: 0,09000 н; $T = 0,005672$ г/мл; $m = 1,418$ г.
10. Какой объем 0,1500 н раствора $NaOH$ пойдет на титрование: а) 21,00 мл 0,1133 н раствора HCl ; б) 21,00 мл раствора HCl с титром 0,003810?
Ответ: а) 15,85 мл; б) 14,63 мл.
11. Какова молярная концентрация эквивалентов раствора $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$, полученного растворением 1,7334 г ее в мерной колбе вместимостью 250 мл?
Ответ: 0,1100 н.
12. Что такое первичные стандартные растворы? Каковы требования, предъявляемые к первичным стандартным веществам?
13. Растворы, каких веществ являются вторичными стандартами? Как готовятся такие растворы?

14. Почему, устанавливая титр раствора, пользуются той же мерной посудой, что и при выполнении самого определения?

15. Какую массовую долю (%) карбоната натрия Na_2CO_3 содержит образец загрязненной соды, если на нейтрализацию навески ее в 0,2648 г израсходовано 24,45 мл 0,1970 н HCl ?

Ответ: 96,50 %.

16. С какой целью производят известкование воды? Напишите уравнения происходящих реакций. Вычислите количество извести $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с концентрацией 60 %, необходимое для умягчения 1 м³ воды с общей жесткостью 8 мг-экв/дм³.

Ответ: 296 г извести.

Темы 8-10 Микробиология

Кейс задания

Изучение устройства микроскопа и техники микроскопирования

Цель занятия: ознакомление с назначением микробиологической лаборатории; освоение техники микроскопирования микробиологических препаратов.

Ход занятия

1. ознакомление с организацией микробиологической лаборатории и правилами работы в ней.
2. изучение устройства биологического микроскопа и правил микроскопии микробиологических препаратов.
3. самостоятельная работа

Самостоятельная работа

1. Микроскопия демонстрационных препаратов при большом увеличении (объектив 40^X) и их зарисовка в тетрадь
2. Оформление протокола исследования

Пояснения к занятию

Для изучения микроорганизмов используют различные методы:

микроскопический – исследование с помощью специальных оптических приборов формы и строения микроорганизмов

микробиологический – выращивание микробов в лабораторных условиях и изучение их жизнедеятельности

биологический – изучения действия микробов на различные живые организмы.

Исследования микроорганизмов осуществляются в специально оборудованном помещении, которое называется микробиологической лабораторией. Материалом для исследований могут служить вода, почва, смывы с различных объектов, выделения

человека. Цель исследований – определение состава и свойств микрофлоры различных объектов, а в производственных условиях – выращивание и селекция полезных видов микроорганизмов. В состав микробиологической лаборатории входят лабораторные комнаты для исследования, а также подсобные помещения для подготовки питательных сред и реактивов, мытья посуды, стерилизации.

Основное оборудование: микроскопы, термостаты, автоклав и другие приборы для стерилизации сред, инвентаря, посуды, холодильники. Дополнительное оборудование: необходимые питательные среды, красители и другие материалы.

Во время работы необходимо:

Работать в условиях стерильности, т.к. исследуемый материал может содержать болезнетворные микробы.

Бережно обращаться с микроскопом и другими предметами лабораторного оборудования.

По ходу работы вести записи и делать зарисовки микроскопической картины в тетради.

По окончании работы привести рабочее место в исходное состояние. В лаборатории запрещается:

1. Находиться в верхней одежде
2. Работать без халатов
3. Принимать пищу.

Для изучения микроорганизмов пользуются микроскопами, позволяющий получить действительное, увеличенное, обратное изображение предмета в проходящем свете (рисунок 1).

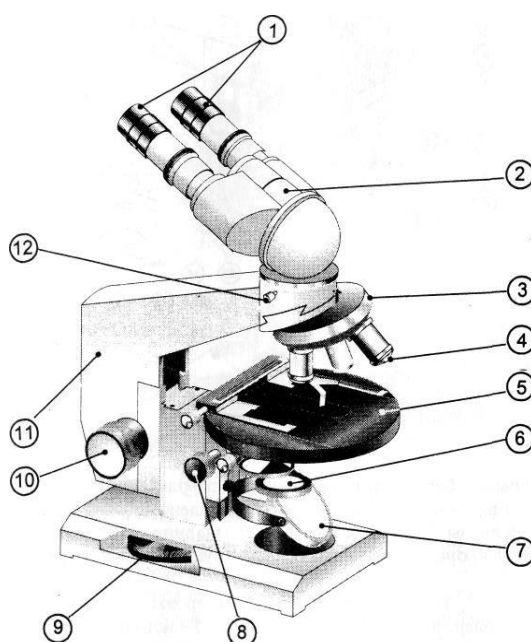


Рисунок 1. Микроскоп: 1 - окуляры; 2 - бинокулярная насадка; 3 - револьверное устройство; 4 - объектив; 5 - предметный столик; 6 - конденсор; 7 - зеркало; 8 - рукоятка перемещения кронштейна конденсора; 9 - рукоятка тонкой фокусировки; 10 - рукоятка грубой фокусировки; 11 - тубусодержатель; 12 - винт для крепления насадки

Механическая часть микроскопа состоит из штатива, в котором различают ножку, основание и тубусодержатель и предметного столика, прикрепляемого к основанию штатива.

Предметный столик перемещается в горизонтальной плоскости с помощью двух винтов, находящихся слева и справа. На поверхности столика имеются две клеммы для закрепления препарата. Кроме того, на нем можно установить крестообразный столик, служащий для передвижения препарата в двух взаимно перпендикулярных направлениях с помощью двух винтов, расположенных справа.

Тубусодержатель поднимается и опускается с помощью макрометрического и микрометрического винтов, предназначенных для грубой и точной фокусировки объекта. Поворот винта на один оборот поднимает или опускает тубусодержатель на 2 мм, микрометрического на 0,1 мм. Вверху тубусодержатель имеет гнездо для прямого или наклонного тубуса, на котором крепится револьвер, куда ввинчиваются 2-4 объектива.

Замена объективов производится при повороте револьвера вокруг оси.

Оптическая часть микроскопов состоит из осветительного аппарата, объективов и окуляров. Осветительный аппарат расположен под предметным столиком и состоит из зеркала, конденсора и ирис-диафрагмы.

Зеркало имеет две поверхности: плоскую и вогнутую, оно отражает световые лучи и направляет их к конденсору. При естественном освещении и при малых увеличениях употребляется плоское зеркало, при искусственном и при естественном при больших увеличениях – вогнутое.

Конденсор—представляет собой системы сильных линз для усиления яркости освещения рассматриваемого объекта. Собирая лучи света, отраженные зеркалом, конденсор концентрирует их в плоскости препарата. Передвигается конденсор в вертикальном направлении при помощи винта. При опускании конденсора поле зрения микроскоп затемняется, при поднятии – освещается.

Ирис-диафрагма, расположенная под конденсором, состоит из тонких металлических сегментов, которые при помощи рычажка можно сдвигать или раздвигать, регулируя при этом поступление света в конденсор.

Объективы являются наиболее важной частью микроскопа. Они ввинчиваются в гнезда револьвера и состоят из системы линз, заключенных в металлическую оправу. Передняя, или фронтальная, линза объектива является самой маленькой и единственной, дающей увеличение. Остальные линзы в объективе только исправляют недостатки полученного изображения и называются коррекционными.

Кроме того, объективы делятся на сухие и иммерсионные. Сухими называются объективы, при работе с которыми между фронтальной линзой и рассматриваемым предметом находится слой воздуха. Иммерсионным называются объективы, фронтальная линза которых при работе погружается в нанесенную на препарат каплю жидкости с показателем преломления стекла.

Лучшим для этой цели является кедровое масло с коэффициентом преломления 1,515. Световые лучи при переходе из стекла в слой кедрового масла не преломляются и, не отражаясь, попадают в объектив. Таким образом, достигается наилучшее освещение предмета. Биологические микроскопы обычно имеют 3-4 объектива с цифровым обозначением 10, 20, 40, 60, 90^x, показывающим собственное увеличение этих объективов.

Окуляр вставляется в верхний конец тубуса. Окуляр представляет собой систему двух плоско-выпуклых линз, обращенных выпуклостью в сторону объектива. Линза, обращенная к глазу, называется глазной, обращенная к препарату – собирающей. Расстояние между линзами равно полусумме их фокусного расстояния этих объективов. Окуляры помечаются цифрами, показывающими их собственное увеличение 5, 7, 10, 15^x. Для того, чтобы определить увеличение данной системы микроскопов, следует умножить показатель увеличения объектива на показатель увеличения окуляра. (10^x x 40^x).

Действительное изображение предмета дает объектив. Окуляр же только увеличивает изображение, данное объективом и, не прибавляя ничего нового, дает увеличенное обратное и мнимое изображение рассматриваемого объекта.

Правила пользования микроскопом:

Микроскоп помещают на рабочем столе на расстоянии 3-5 см от края стола ручкой к себе. Сначала ставят объектив с малым увеличением (10^x) и при этом увеличении устанавливают наилучшее освещение, которое достигается при регулировке положения зеркала, конденсора и диафрагмы. На предметный столик помещают препарат и закрепляют его клеммами.

Опускают объектив при помощи макрометрического винта почти до соприкосновения с предметным стеклом. Медленно вращают макровинт против часовой стрелки до появления четкого изображения препарата.

Морфология бактерий, плесневых грибов, дрожжей и техника их микроскопирования

Цель занятия: ознакомление с морфологией микроорганизмов и методами их изучения под микроскопом; приобрести умения и навыки работы с микроскопом.

Ход занятия

1. Ознакомление с морфологией бактерий, плесневых грибов и дрожжей и принципами их систематики
2. Ознакомление с методами подготовки прижизненных и фиксированных окрашенных препаратов микроорганизмов
3. Ознакомление с методом окраски бактерий по Грамму
4. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа

1. Приготовление фиксированного мазка из смеси бактерий. Изучение демонстрационных препаратов.
2. Изучение культуральных свойств мицелиальных грибов, выращенных в чашках Петри на среде сусло-агар. Приготовление прижизненных препаратов типа «раздавленная капля».
3. Изучение морфологии клеток винных дрожжей, пленчатых дрожжей Микодерма и спорообразующих дрожжей в препарате «раздавленная капля»
4. Зарисовка препаратов и оформление протокола исследования.

Пояснения к занятию

Для исследования морфологии микроорганизмов готовят специальные препараты, которые в зависимости от задач исследования могут содержать живые или убитые клетки микроорганизмов.

Препараты готовят на предметных стеклах толщиной не более 1,2–1,4 мм. Поверхность стекла должна быть тщательно очищена и обезжирена. Для приготовления препаратов живых микроорганизмов применяют покровные стекла толщиной до 0,17 мм, которыми накрывают препарат. Живые клетки микроорганизмов можно рассматривать под микроскопом в неокрашенных препаратах и препаратах, окрашенных прижизненно.

Прижизненное исследование микробов применяется в практических лабораториях весьма ограниченно: из-за малой контрастности живых клеток этот метод пригоден для изучения морфологии только крупных микробов, например микроскопических грибов; в прижизненных препаратах бактерий исследуют главным образом подвижность клеток.

Методы приготовления микробиологических препаратов:

«Висячая капля»: небольшую каплю суспензии клеток наносят на покровное стекло, и осторожно накладывают на него предметное стекло с луночкой так, чтобы кап-

ля свободно помещалась в центре углубления. Края луночки предварительно смазывают вазелином, препарат переворачивают и микроскопируют (подвижные микроорганизмы).

«Раздавленная капля» неокрашенный препарат: на предметное стекло наносят каплю жидкости (при работе с бактериями, дрожжами – водопроводную воду, микроскопическими грибами – смесь равных объемов этилового спирта и глицерина), вносят в нее немного исследуемых микроорганизмов, размешивают и накрывают покровным стеклом. Излишки выступившей жидкости удаляют фильтровальной бумагой.

«Раздавленная капля» окрашенный препарат: к капле микробной суспензии на предметном стекле добавляют каплю слабого раствора красителя, затем размешивают и накрывают покровным стеклом (дифференцирования живых и мертвых клеток).

Этапы приготовления фиксированных окрашенных препаратов:

Приготовление мазка: на предметное стекло наносят каплю водопроводной воды, вносят в нее небольшое количество исследуемого материала, взятого из плотной среды бактериальной петлей, и размешивают (в случае роста на жидкой среде на стекло наносят каплю микробной суспензии). Микробную взвесь размазывают петлей на площади 2–3 см² тонким слоем.

Высушивание и фиксация: мазок высушивают на воздухе или в струе теплого воздуха над пламенем спиртовки, держа стекло мазком вверх. Затем охлажденный мазок фиксируют в пламени спиртовки: стекло с мазком, обращенным кверху, проводят 3–4 раза через пламя. При этом микробы погибают, мазок прикрепляется к стеклу, окрашиваемость клеток улучшается. Возможна фиксация химическим путем.

Окраска препарата, может быть, простой и сложной. При простых методах окраски используют одну окраску. На охлажденный фиксированный мазок наносят раствор выбранного красителя. Срок окраски анилиновыми красителями 1-3 мин. Затем мазок промывают слабой струей воды, осторожно промокают фильтровальной бумагой, и рассматривают с иммерсией. Применяют метод главным образом для обзорной микроскопии. Сложные методы окраски заключаются в последовательном окрашивании двумя или несколькими красителями. Эти методы служат для дифференциации видов микробов по способности к окрашиванию или для выявления отдельных клеточных структур.

Окраска бактерий по методу Грамма является дифференциальной и широко используется для определения видовой принадлежности бактерий. По этому способу одни бактерии прочно окрашиваются в сине-фиолетовый цвет (грамположительные бактерии, гр⁺), другие обесцвечиваются в процессе окраски, и выявляются только при дополнительном окрашивании в красный цвет (грамотрицательные бактерии, гр⁻).

Способность окрашиваться по Грамму определяется различиями свойств и химического состава клеточной оболочки и цитоплазматической мембраны у бактерий.

Морфология бактерий

Бактерии – это мельчайшие, в большинстве своем бесхлорофильные одноклеточные организмы, основным способом размножения которых является вегетативное деление клетки пополам.

По форме бактерии принято делить на:

шаровидные (кокки)

- а) монококки – клетки расположены одиночно б) диплококки – кокки, соединенные по два;
- в) тетракокки – клетки, расположенные по четыре;
- г) стрептококки – кокки, расположенные в виде длинной или короткой цепочки;
- д) сарцины – кокки, расположенные в виде пакетов;
- е) стафилококки – беспорядочное скопление кокков, чаще в виде гроздьев винограда.

Палочковидные по расположению палочек подразделяют на диплобактерии – палочки, соединенные попарно, стрептобактерии – палочки, расположенные в виде цепочки, извитые формы (вибрионы, спириллы, спирохеты).

Физиология микроорганизмов

Методы культивирования микроорганизмов

Цель занятия: ознакомление с принципами приготовления питательных сред и методами выращивания микроорганизмов в лабораторных условиях.

Ход занятия

1. Ознакомление с физиологией микроорганизмов и с основной терминологией.
2. Ознакомление со свойствами и классификацией питательных сред
3. Ознакомление с условиями выращивания микроорганизмов и методами их посева на питательные среды
4. Самостоятельная работа

Самостоятельная работа

1. Ознакомление с коллекцией питательных сред и их описание.
2. Посев взвеси микроорганизмов на поверхность мясопептонного агара в чашке Петри.
3. Оформление протокола исследования.

Пояснения к занятию

Питательные среды служат для выделения из исследуемого материала чистых культур микробов и изучения их свойств. Питательные среды являются основой бактериологических работ, нередко определяя своим качеством результаты исследований.

В состав сред, применяемых для выращивания бактерий, входят необходимые для построения белков цитоплазмы органогены: азот, углерод, водород, кислород; а также неорганические соединения, содержащие фосфор, калий, серу, натрий, магний, железо и микроэлементы: кобальт, йод, марганец, бор, цинк, молибден, медь и др. Все перечисленные элементы должны находиться в питательной среде в удобоусвояемом для данного микроорганизма соединении, причем требования различных микробов в этом отношении разнообразны.

Питательные вещества могут усваиваться микробами только при определенной реакции питательной среды, так как проницаемость оболочек микробных клеток изменяется в зависимости от рН среды. Потребность в питательных веществах и физических условиях у различных видов микробов неодинакова и этим исключается возможность создания универсальной питательной среды. По консистенции различают плотные и жидкие питательные среды. Плотные питательные среды готовят из жидких посредством прибавления к ним клеевых веществ: агара и желатина. Агар-агар (по-малайски - желе) — продукт растительного происхождения, добываемый из морских водорослей. В воде агар-агар растворяется при температуре 80–86 °С, застывает при 36–40 °С.

Желатин – белковое вещество животного происхождения. Применение его как уплотнителя ограничено из-за низкой (22–21 °С) температуры разжиже-

ния. Плотными средами являются, например, мясопептонный агар (МПА), сусло-агар (СА), мясопептонный желатин.

Для приготовления тщательных сред используют:

1. Продукты животного происхождения: мясо, молоко, яйца, кровь и т. д.
2. Продукты растительного происхождения: картофель и др.
3. Органические и неорганические соединения определенного состава.

Те среды, где используются натуральные продукты, называются естественными. Синтетические питательные среды, доставленные из химических соединений, называются искусственными.

Питательные среды должны:

содержать необходимые для питания микроба питательные вещества; иметь реакцию рН, оптимальную для выращиваемого вида микроба; иметь достаточную влажность, так как микробы питаются по законам

диффузии и осмоса;

быть стерильными, обеспечивая тем самым возможность выращивания чистых культур микроорганизмов.

Питательные среды подразделяются на среды общего назначения и специальные. К первой группе относятся мясопептонные: агар, бульон, питательный желатин. Среда общего назначения (общеупотребительные) используют для выращивания многих патогенных микробов и применяют в качестве основы для приготовления специальных сред, добавляя к ним кровь, сахар, молоко, сыворотку и другие ингредиенты, необходимые для роста того или иного вида микроба. К специальным питательным средам относятся элективные (избирательные) и дифференциально-диагностические питательные среды.

Элективные (избирательные) среды. Принцип их создания основан на удовлетворении основных биохимических и энергетических потребностей того вида микроба, для культивирования которого они предназначаются и менее пригодны или вовсе непригодны для развития других микробов.

Дифференциально-диагностические питательные среды: используют для определения видовой принадлежности исследуемого микроба, основываясь на особенностях его обмена веществ. По своему назначению дифференциально-диагностические питательные среды разделяются на четыре основные группы:

- 1) для выявления протеолитической и гемолитической способности микробов, содержащие в своем составе белковые вещества: кровь, молоко, желатин, свернутую кровяную сыворотку;
- 2) с индифферентными химическими веществами, которые служат источником питания для одних видов микробов и не усваиваются другими;
- 3) с углеводами и многоатомными спиртами для обнаружения соответствующих ферментов;
- 4) для определения редуцирующей способности микробов.

Для жизнедеятельности микроорганизмов существенное значение имеют не только состав питательной среды, но и такие факторы, как кислотность среды, аэрация, температура, свет, влажность. Развитие микроорганизмов возможно лишь в определенных пределах каждого фактора, причем для различных групп микробов эти пределы часто неодинаковы.

Кислотность среды (рН) имеет решающее значение для роста многих микробов. Большинство бактерий лучше всего растет при рН, близком к 7,0; напротив, микроскопические грибы предпочитают слабокислые среды.

Аэрация. Потребности в свободном кислороде у микробов неодинаковы. Аэробы и факультативные анаэробы выращивают при доступе кислорода в обычных условиях воздушной среды. Культивирование анаэробов производится в бескислородных условиях, которые достигаются различными приемами.

Температура. Для оптимального развития микроорганизмов необходима температура, соответствующая видовым потребностям культуры.

Большинство видов бактерий активно размножается при температуре 36–37 °С, мицелиальные грибы – при 25–30 °С, холодолюбивые микробы при температуре в пределах от 0 до 20 °С. Для теплолюбивых микробов оптимальная температура роста – 45–65 °С. При отклонении температуры от оптимальной, развитие микроорганизмов задерживается.

Свет. Большинство микроорганизмов не нуждаются в свете, а прямые солнечные лучи подавляют их развитие. Техника посевов микроорганизмов в пробирки и чашки Петри с питательной средой, поэтапно, показана на рисунках ниже.

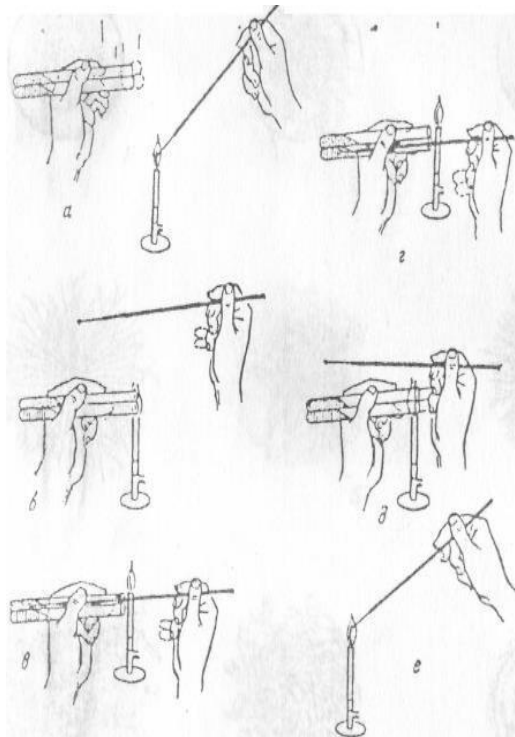


Рисунок. Посев микроорганизмов в пробирки со средой:

а, е - стерилизация петли; б – стерилизация краев пробирки; в, г – взятие и посев материала; д – закрывание пробирок пробками

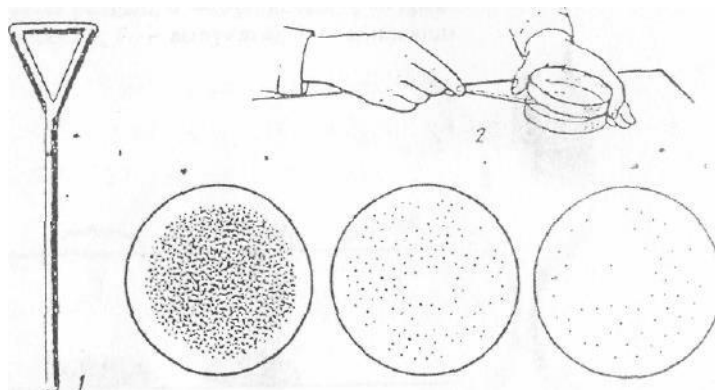


Рисунок. Рассев культуры микроорганизмов на поверхность плотной среды шпателем: 1 – шпатель Дригальского; 2 – рассев; 3 – рост микроорганизмов после посева

Санитарно-микробиологический контроль окружающей среды

Основной целью СМК является профилактика инфекционных заболеваний человека, и в частности пищевых заболеваний микробной природы, поскольку различные объекты внешней среды – вода, почва, воздух, инвентарь, одежда и др., загрязненные болезнетворными микроорганизмами, могут способствовать передаче возбудителей заболеваний от больных к здоровому человеку. Кроме того, внешняя среда, обильно загрязненная микроорганизмами, снижает стойкость продуктов при хранении, обсеменяя их возбудителями микробной порчи.

Вода – благоприятная естественная среда для развития микроорганизмов. Главным фактором, определяющим наличие микроорганизмов в воде, является наличие в ней питательных веществ в виде растворенных органических и минеральных элементов. Количество микроорганизмов прямо пропорционально степени загрязнения воды. В зависимости от источников загрязнения воды состав микрофлоры сильно различается. В воде могут находиться типичные почвенные сапрофиты, специфические водные м/о, а также патогенные виды. Бактериологический анализ воды проводят чаще всего путем высева определенного объема воды на плотные питательные среды. При исследовании воды необходимо подготовить среду и произвести посев исследуемой воды. Полученные данные оформить в виде таблицы.

Бактериологический анализ воды

Источник воды	Количество м/о в 1 мл исследованной воды	Заключение о чистоте воды
Дистиллят		
Водопровод		
Водоем		

По содержанию общего числа бактерий в 1 мл можно сделать заключение: чистая – до 100 бактерий в 1 мл, сомнительной чистоты – 100–500 бактерий, загрязненная – 500 и более бактерий.

Компетенции: ПКС-1 *Способен собирать, анализировать и систематизировать исходные данные для проектирования систем водоснабжения, обводнения и водоотведения или их элементов;*

ПКС 1.5 *Анализирует и согласовывает проектную информацию по системам водоснабжения, обводнения и водоотведения или их элементов для подготовки актуальных проектных решений в современных условиях.*

Коллоквиум № 1

Вариант № 1.

1. Круговорот воды в природе (схема, процессы). Изотопный состав воды. Окислительно-восстановительные свойства воды (на конкретных примерах и уравнениях реакций).
2. Кинетика химических процессов. Влияние температуры воды на скорость реакций (правило и формула Вант-Гоффа).
3. Отдельные виды буферных растворов в практике водоподготовки.
4. Вычислите массу $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, необходимую для приготовления 200 см³ 0,05 М раствора.

Коллоквиум № 1

Вариант №2.

1. Строение молекулы воды. Структура жидкой воды. Межмолекулярные водородные связи (продемонстрировать рисунками и схемами).
2. Природные воды как дисперсные системы. Поверхностные явления. Адсорбция на поверхности твердых тел, десорбция. Адсорбент, адсорбтив, адсорбат, (раскрыть смысловое содержание).
3. Растворимость газов воде (от каких факторов зависит). Закон Генри.
4. Вычислите концентрацию ионов водорода в растворе с концентрацией гидроксид-ионов 10^{-5} моль/л.

Коллоквиум № 1

Вариант № 3.

1. Вода – амфолит. Диссоциация воды, ионное произведение воды, водородный и гидроксильный показатели. Значение величины pH для физико-химических и биологических процессов (примеры).
2. Факторы, от которых зависит обогащение воды кислородом. Сезонные и суточные колебания концентраций кислорода в воде. Положительная и отрицательная роль кислорода (проиллюстрировать примерами в виде схем и уравнений процессов).
3. Электрокинетический (дзета-потенциал) и термодинамический потенциалы. Поясните, почему дзета-потенциал является мерой устойчивости коллоидных систем.
4. Приведите качественный состав ацетатной буферной смеси и укажите механизм ее действия при прибавлении небольшого количества раствора щелочи NaOH .

Коллоквиум № 1

Вариант № 4.

1. Буферные системы. Буферная емкость. Приведите формулы для расчета величины pH буферных растворов а) из смеси слабой кислоты и ее соли; б) для смесей слабых оснований с их солями.
2. Поясните сущность гидролиза на примере соли Na_2CO_3 . Приведите формулу для расчета константы гидролиза этой соли
3. Временная жесткость воды. Способы ее устранения (уравнения реакций).
4. Вычислите: а) массовую долю вещества в процентах; б) молярную концентрацию эквивалентов раствора ортофосфорной кислоты, полученного при растворении кислоты массой 18 г в 282 см^3 воды, если плотность его $1,031 \text{ г/см}^3$.

Коллоквиум № 1

Вариант № 5.

1. Общая, временная, постоянная виды жесткости воды. Приведите уравнения реакций устранения постоянной жесткости воды
2. Вид гибридизации атома кислорода в молекуле воды Причина возникновения дипольного момента воды.
3. Различные формы углекислоты. Стабильность воды и ее оценка.
4. Рассчитайте массу гашеной извести, необходимой для устранения временной жесткости в одном кубической метре воды, если жесткость воды равна $7 \text{ }^\circ\text{Ж}$.

Коллоквиум № 1

Вариант № 6.

1. Приведите уравнения качественных реакций на ионы (катионы и анионы) жесткости.
2. Какие системы называются буферными? Приведите примеры буферных смесей и укажите их роль в процессах водоподготовки.
3. Показатели качества питьевой воды. Вещества, обуславливающие органолептические качества питьевой воды.
4. Вычислите необходимую дозу, мг/л, коагулянта $Al_2(SO_4)_3$, снижающую щелочность обрабатываемой воды на $0,7 \text{ мг-экв/л}$.

Коллоквиум № 1

Вариант № 7.

1. Приведите уравнение, по которому можно выразить углекислотное равновесие в *природных* водах и уравнение константы диссоциации CO_2 . При каких условиях в природных водах могут находиться гидрокарбонатные ионы?
2. При каких значениях показателя стабильности S (> 1 ; < 1 ; $= 1$) вода склонна к отложению карбоната кальция; агрессивна по отношению к металлу и бетону; стабильна? Оценка стабильности воды в практике водоснабжения по величине pH и индексу Ланжелъе.
3. Дайте определение процесса коагуляции. Укажите заряд коагулирующих ионов мицеллы золя гидроксида железа (III), стабилизированного хлоридом железа (III), приняв во внимание заряд гранулы данного золя.

4. Вычислите pH раствора, в котором $pOH = 6$.

Коллоквиум № 1

Вариант № 8.

1. Характер и источники загрязнения водоемов.
2. Какие соли обуславливают жесткость воды. Качественные реакции на ионы жесткости. Ионитный способ умягчения воды
3. Перечислите аномальные свойства воды. Как объяснить наличие этих свойств у воды?
4. Приведите расчеты по приготовлению 250 мл приблизительно 0,1 н раствора HCl .

Коллоквиум № 1

Вариант № 9.

1. Растворимость твердых веществ в воде. Процесс растворения твердого вещества в жидкости а) приведите схему процесса растворения кристаллов хлорида натрия; б) укажите факторы, от которых зависит растворимость этого вещества в воде; в) что является мерой растворимости твердого вещества?
2. Чем объясняются а) высокая теплоемкость воды? б) увеличение плотности воды при ее нагревании в интервале от 0 до 4 °С?
3. Дайте характеристику природной воды. Какие ионы наиболее часто содержатся в природных водах?
4. Приведите расчеты по приготовлению 100 мл 0,1 н раствора тетрабората натрия $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ – исходного вещества для установки титра хлороводородной кислоты. Приведите уравнения для расчета титра и молярной концентрации эквивалентов тетрабората натрия.

Коллоквиум № 1

Вариант № 10.

1. Перечислите области техники, промышленности, где используется вода. Какие требования предъявляются к воде в быту и АПК?
2. Химические свойства воды. Составьте уравнения реакций взаимодействия воды с оксидами, солями.
3. При смешивании растворов солей сульфата алюминия и сульфида натрия каждая из солей гидролизуетя необратимо до конца с образованием соответствующих основания и кислоты. Выразите этот совместный гидролиз ионно-молекулярным и молекулярным уравнениями. Приведите уравнение связи степени гидролиза с константой гидролиза для указанного случая гидролиза.
4. Вычислите жесткость воды, зная, что в 500 л ее содержится 202,5 г $Ca(HCO_3)_2$

Темы №№ 8-10.

Коллоквиум №2

Вариант № 1.

1. Микробиология, определение, предмет изучения. Систематика микроорганизмов.

- 2.Строение бактериальной клетки. Химический состав бактерий. Питание и дыхание бактерий.
- 3.Микрофлора и макрофауна активного ила.
- 4.Химические показатели качества воды, рН, жесткость, ХПК, БПК.

Коллоквиум №2

Вариант №2.

- 1.Морфология бактерий. Нитчатые формы бактерий. Изменчивость микроорганизмов.
- 2.Характер и источники загрязнений водоемов.
- 3.Влияние внешних условий на развитие микроорганизмов. Факторы роста. Влияние температуры, света, реакции среды.
- 4.Размножение, движение, спорообразование бактерий.

Коллоквиум №2

Вариант № 3.

- 1.Влияние внешних условий на развитие микроорганизмов. Факторы роста.
- 2.Анаэробные процессы очистки сточных вод. Механизм метанового брожения. Сбраживание в метантенках.
- 3.Биоценозы биологической пленки.
- 4.Источники присутствия соединений азота в водоемах, их природа. Аммиак, нитриты и нитраты.

Коллоквиум №2

Вариант № 4

- 1.Источник появления соединений меди в питьевой воде, вид присутствия железа и марганца в натуральной воде, влияние на качество питьевой воды. Обезжелезивание, деманганизация.
- 2.Что понимается под ПДК? Нормы ПДК, контроль за соблюдением нормативов ПДК.
- 3.Аэробные процессы очистки сточных вод. Биологические фильтры.
- 4.Дыхание микроорганизмов и их роль в круговороте веществ в природе

Коллоквиум №2

Вариант № 5

- 1.Основные приемы технического воздействия на микробное население воды. Вредные и полезные микроорганизмы. Жизнедеятельность микроорганизмов на водопроводных очистных сооружениях.
- 2.Состав и показатели качества сточных вод.
- 3.Ультрамикробы: строение, формы, размножение, возбудители болезней человека, животных и растений.
- 4.Бактериофаги.

Коллоквиум №2

Вариант № 6

- 1.Строение эукариотической клетки.
2. Классификация бактерий.
- 3.Ферменты.
- 4.БПК_{полн} очищаемого стока. Иловый индекс.

Коллоквиум №2

Вариант № 7

- 1.Роль воды в распространении инфекционных болезней. Особенности размножения патогенных микроорганизмов и способа их питания. Сроки выживания.
- 2.Принцип гигиенических критериев качества питьевой воды.
- 3.Процессы формирования и самоочищения водоемов; факторы влияющие на указанные процессы.
- 4.Гидрофлора водоемов, патогенные кишечные простейшие, бактерии и вирусы. Коли-титр, коли-индекс.

Коллоквиум №2

Вариант № 8

- 1.Методы обработки осадков сточных вод и их использование.
- 2.Основные этапы приготовления фиксированного окрашенного препарата.
- 3.Строение бактериальной клетки.
4. Санитарно-показательные микроорганизмы.

Коллоквиум №2

Вариант № 9

- 1.Сульфатовосстанавливающие бактерии, их биогеохимическая роль в прродных водах.
- 2.Микрофлора активного ила.
- 3.Автотрофные бактерии.
- 4.Участие микробов в миграции химических элементов подземных вод.

Коллоквиум №2

Вариант № 10

- 1.Состав микробного населения биопленок, роль в процессах очистки.
- 2.Бактериальная коррозия.
- 3.Почвенные методы очистки сточных вод.
- 4.Влияние химического состава питьевой воды на здоровье и условия жизни населения.

Коллоквиум №2

Вариант № 11

1. Самоочищение водоема: трофическая цепь.
2. Озонирование воды. Основные параметры качества воды, изменяющиеся при обработке воды озоном.
3. Методы хлорирования природной воды.
4. Почвенная очистка сточных вод.

Коллоквиум №2

Вариант № 12

1. Современная классификация бактерий.
2. Физиология микроорганизмов. Химический состав клетки микроорганизмов. Ферменты.
3. Водоросли, колониальные организмы, черви.
4. Основные принципы систематики микроорганизмов в системе живого мира.

Тесты

Тема. Пробоотбор воды

Тестовые задания

1. Пробоотбор воды не должен
 - а) соответствовать применяемой методике анализа
 - б) отражать условия и место отбора воды
 - в) проводиться так, чтобы произошли изменения в содержании компонентов или в свойствах воды
2. Организация, устанавливающая виды отбора проб
 - а) ВОЗ
 - б) ИСО
 - в) ФАС
3. Типы вод, подлежащие анализу
 - а) сточные
 - б) поверхностные
 - в) подземные
4. Условия отбора проб вод, подлежащих анализу, регламентируются стандартами
 - а) государственными
 - б) международными
 - в) отраслевыми

5. Разовый отбор проб вод проводится
 - а) вручную
 - б) автоматически
 - в) выборочно

6. Периодический отбор проб проводится
 - а) всегда
 - б) в случае вариации состава воды в пространстве
 - в) в случае вариации состава воды во времени

7. Периодический отбор проб берут
 - а) на определенных участках течения реки
 - б) из различных глубин озера, водохранилища, пруда
 - в) через определенные промежутки времени

8. Регулярный отбор проб это метод отбора проб воды
 - а) стоячей
 - б) текущей
 - в) проточной

9. Проба, характеризующая состав воды в данный момент времени в данном месте
 - а) средняя
 - б) простая
 - в) средне пропорциональная

10. Смешанная проба отбирается за период
 - а) больше одних суток
 - б) до одних суток
 - в) не имеет значения

11. Усредненную пробу текущей воды берут
 - а) в фарватере течения
 - б) в местах сильного течения
 - в) не имеет значения

12. Пробу поверхностных вод берут на глубине (см) от поверхности

- а) 5–10
- б) 20–30
- в) 0–5

13. Пробу стоячей воды, как правило

- а) фильтруют
- б) получают ее смешением пропорциональных порций воды
- в) отбирают с различных мест и глубин

14. Отбор проб сточных вод проводят

- а) в турбулентных потоках
- б) вне зон действия подпора
- в) в зоне действия подпора

15. Пробы питьевой воды отбирают в распределительной сети

и в самой сети после спуска воды при полностью открытом кране в течение не менее минут

- а) 10
- б) 5
- в) 15

16. К каждой отобранной пробе воды составляется сопроводительный документ, в котором должно быть указано

- а) наименование вида вод, место, дата, время отбора, номер тары
- б) способ отбора проб, вид пробы, ФИО должностного лица, ответственного за отбор воды
- в) температура воды и pH

17. Проба воды подвергается анализу

- а) не позднее 6 часов после отбора пробы
- б) в день отбора
- в) не позднее 12 часов после отбора пробы

18. Законсервированная проба воды анализируется

- а) не позднее чем через 3 суток с момента отбора
- б) не позднее чем через 2 суток с момента отбора
- в) для определения некоторых параметров при хранении в течение длительного времени

Тема. Коррозия металлов в водной среде

Тестовые задания

Вариант 1

1. В раствор электролита, содержащего растворенный кислород, опустили цинковую пластинку и цинковую пластинку, частично покрытую медью. В каком случае процесс коррозии цинка происходит интенсивнее? Дайте схему процесса.

- а) интенсивнее корродирует цинковая пластинка;
- б) интенсивнее корродирует цинковая пластинка, частично покрытая медью;
- в) коррозия цинка протекает без изменений.

2. Укажите металл, используемый при протекторной защите железных изделий от коррозии. Почему?

- а) Ag б) Co в) Sn г) Mg.

Вариант 2

1. Как происходит атмосферная коррозия железа, покрытого слоем никеля, если покрытие нарушено? Дайте схему процесса.

- а) корродирует покрытие;
- б) разрушаются оба металла;
- в) корродирует железо;
- г) не изменяется ни железо, ни никель.

2. При контакте, с каким металлом наиболее быстро протекает коррозия железа?

- а) Fe/Ni б) Fe/Sn в) Fe/Cd г) Fe/Pb.

Вариант 3

1. Как происходит атмосферная коррозия оцинкованного железа при нарушении покрытия? Дайте схему процесса.

- а) разрушаются оба металла;
- б) корродирует железо;
- в) разрушается покрытие;
- г) не изменяется ни цинк, ни железо.

2. Какие участки поверхности цинка при дифференциальной аэрации служат катодом. Почему?

- а) плохо аэрируемые; б) хорошо аэрируемые.

Вариант 4

1. В раствор соляной кислоты поместили цинковую пластинку и цинковую пластину, частично покрытую никелем. В каком случае процесс коррозии цинка происходит интенсивнее? Дайте схему процесса.

- а) коррозия цинка протекает без изменений;
- б) интенсивнее корродирует цинковая пластина;
- в) интенсивнее корродирует никелевое покрытие;
- г) интенсивнее корродирует цинковая пластинка, частично покрытая никелем.

2. При контакте, с каким металлом происходит максимальное ускорение коррозии алюминия?

- а) Al/Fe б) Al/Cr в) Al/Co г) Al/Cu.

Вариант 5

1. Две железные пластинки, частично покрытые одна оловом, другая медью, находятся во влажном воздухе. На какой из этих пластинок быстрее образуется ржавчина? Почему? Дайте схему процессов коррозии этих пластинок. Каков состав продуктов коррозии железа?

- а) FeO б) Fe₃O₄ в) Fe(OH)₂ г) FeOOH.

2. Коррозия, каких металлов, усиливается с понижением pH среды?

- а) Fe б) Ni в) Mn г) Be.

Вариант 6

1. Железное изделие покрыли свинцом. Какое это покрытие – анодное или катодное? Почему? Дайте схему процесса при нарушении покрытия во влажном воздухе и в соляной кислоте. Какие продукты коррозии образуются в первом и во втором случаях?

- а) Fe Cl₂ б) Pb (OH)₂ в) FeO г) Fe OOH.

2. Какой металл не корродирует в разбавленной серной кислоте в результате образования защитной плёнки на его поверхности?

- а) Sn б) Fe в) Pb г) Zn.

Вариант 7

1. В чем суть протекторной защиты металлов от коррозии? Приведите пример протекторной защиты никеля в электролите, содержащем растворенный кислород. Какой металл будет разрушаться? Составьте электронные уравнения анодного и катодного процессов коррозии.

- а) разрушается никель;
- б) разрушаются оба металла;
- в) не изменяется ни протектор, ни никель;
- г) разрушается протектор.

2. Какой металл не корродирует в разбавленной серной кислоте в результате образования защитной пленки на его поверхности?

- а) Al б) Zn в) Pb г) Fe.

Вариант 8

1. Как происходит атмосферная коррозия луженой меди при нарушении покрытия? Дайте схему процесса.

- а) корродирует медь;
- б) разрушаются оба металла;
- в) не изменяется ни медь, ни олово;
- г) разрушается покрытие.

2. Укажите металл, используемый при протекторной защите железа от коррозии. Почему?

- а) Cu б) Ni в) Zn г) Pb.

Вариант 9

1. Как происходит атмосферная коррозия луженого железа при нарушении покрытия? Дайте схему процесса.

- а) разрушается покрытие;
- б) корродирует железо;
- в) разрушаются оба металла;
- г) не изменяется ни олово, ни железо.

2. Какие участки поверхности железа при дифференциальной аэрации служат анодом? Почему?

- а) хорошо аэрируемые, б) плохо аэрируемые.

Вариант 10

1. Железо оцинковано. Какой металл будет разрушаться при коррозии в щелочной среде? Что будет происходить на аноде? Что будет продуктом коррозии?

- а) Fe б) Zn в) $\text{Fe}^0 - 2e^- = \text{Fe}^{2+}$ г) $\text{Zn}^0 - 2e^- = \text{Zn}^{2+}$
д) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ е) $\text{Zn}(\text{OH})_2$

2. При контакте, с каким из металлов быстрее корродирует железное изделие в кислой среде?

- а) Zn б) Cu в) Mg г) Ni.

Вариант 11

1. Олово содержит примесь меди. Какой из металлов будет разрушаться при коррозии в щелочной среде? Какой процесс будет происходить на катоде?

- а) медь б) олово в) $\text{Sn}^0 - 2e^- = \text{Sn}^{2+}$ г) $\text{O}_2 + 4e^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{OH}^-$.

2. При контакте, с каким из металлов быстрее корродирует свинцовое изделие в морской воде?

- а) Mg б) Fe в) Zn г) Cu.

Вариант 12

1. Никелированное железо находится в кислой среде. Что разрушается? Какой процесс идет на катоде?

- а) никель б) железо в) $\text{Fe}^0 - 2e^- = \text{Fe}^{2+}$
г) $\text{Ni}^0 - 2e^- = \text{Ni}^{2+}$ д) $\text{O}_2 + 4e^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{OH}^-$
е) $2\text{H}^+ + 2e^- = \text{H}_2$.

2. Какие факторы усиливают коррозию железа?

- а) контакт с цинком;
б) повышение pH электролита ($pH > 7$);
в) присутствие в поверхностной пленке ионов Cl^- .

Вариант 13

1. Какой процесс идет на анодном участке при аэрационной коррозии железа?

- а) $\text{Fe} - 2e^- = \text{Fe}^{2+}$ б) $4\text{Fe}(\text{OH})_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{Fe}(\text{OH})_3$
в) $4\text{OH}^- - 4e^- = 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2$ г) $\text{O}_2 + 4e^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{OH}^-$.

2. Медь содержит примесь цинка. Какой из металлов будет катодом в микрогальваноземеле?

Какой процесс пойдет на катоде при коррозии в кислой среде? Что будет продуктом коррозии?

- а) медь б) цинк в) $\text{O}_2 + 4e^- + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{OH}^-$
г) $2\text{H}^+ + 2e^- = \text{H}_2^0$ д) соль меди е) соль цинка.

Вариант 14

1. Какой металл будет разрушаться при коррозии латуни (медь + цинк) в водной среде? На каком металле будет происходить процесс восстановления?

- а) Cu б) Zn в) на Cu г) на Zn.

2. Какой из металлов может служить анодным покрытием по никелю?

- а) медь б) олово в) свинец
г) золото д) серебро е) хром.

Вариант 15

1. Какой металл, входящий в состав хромированного железа, будет разрушаться в первую очередь при коррозии в щелочной среде? Какие продукты получаются в результате коррозии?

- а) Fe б) Cr в) $\text{Fe}(\text{OH})_3$ г) NaCrO_2
д) Fe_2O_3 е) Cr_2O_3 .

2. Железо с нарушенным покрытием кадмия находится в кислой среде. Какой металл разрушается при этом? Какой металл является катодом?

- а) Cd б) Fe.

Тема. Природные воды – дисперсные системы

Тестовые задания

1. Системы, в которых одно вещество в виде мелких частиц распределено в среде другого вещества называются
2. Совокупность мелких частиц составляет дисперсную
3. Вещество, в котором распределены мелкие частицы, называют дисперсионной
4. Эмульсия, это
 - туман
 - молоко
 - мазь
 - строительный раствор
5. Аэрозоль, это
 - туман
 - молоко
 - мазь
 - строительный раствор
6. Суспензия, это
 - туман
 - молоко
 - мазь
 - строительный раствор
7. Гель, это
 - туман
 - молоко
 - мазь
 - строительный раствор
8. Система, образованная газовой дисперсной средой и жидкой дисперсной фазой – это
 - аэрозоль
 - эмульсия
 - суспензия
 - гель
9. Система, образованная жидкой дисперсной средой и жидкой дисперсной фазой – это
 - аэрозоль
 - эмульсия
 - суспензия
 - гель

10. Особое студнеобразное коллоидное состояние системы – это

- аэрозоль
- эмульсия
- суспензия
- гель

11. Свойства коллоидных растворов, характеризующееся беспорядочным хаотичным движением коллоидно-дисперсных частиц – это

- броуновское движение
- диффузия
- седиментация
- коагуляция

12. Свойства коллоидных растворов, характеризующееся самопроизвольным природным смешиванием растворов – это

- броуновское движение
- диффузия
- седиментация
- коагуляция

13. Свойства коллоидных растворов, характеризующееся оседанием дисперсных частиц под действием гравитационного поля – это

- броуновское движение
- диффузия
- седиментация
- коагуляция

14. Золь иодида серебра с положительно заряженными гранулами в водной среде конденсационным методом, в основе которого лежит реакция обмена, можно приготовить, если в избытке раствор

- K_2SO_4
- AgI
- KI
- $AgNO_3$

15. Свойства коллоидных растворов, характеризующееся разрушением коллоидных частиц – это

- броуновское движение
- диффузия
- седиментация
- коагуляция

Темы Физико-химическая характеристика природных вод
Питьевая вода. Гигиенические требования к ее качеству

Тестовые задания

1. Масса $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ ($M = 286 \text{ г/моль}$) для приготовления 100 мл 0,1 н раствора равна

- а) 14,3 г;
- б) 28,6 г;
- в) 1,43 г;
- г) 2,86 г.

2. Выражение закона эквивалентов в аналитической химии имеет вид:

а) $C = \frac{n(\text{раств. вещества})}{V(\text{раствора})}$

б) $T = \frac{n(\text{раств. вещества}) * M(\text{раств. вещества})}{V(\text{раствора})}$

в) $\omega = \frac{m(\text{раств. вещества})}{m(\text{раствора})}$

г) $C_T \cdot V_T = C_X \cdot V_X$.

3. К стандартным веществам относят те, которые:

- а) при хранении не разрушаются;
- б) имеют окраску;
- в) не содержат примесей;
- г) имеют состав, соответствующий химической формуле.

4. Процесс постепенного приливания раствора-титранта к анализируемому раствору называется:

- а) разбавлением;
- б) титрованием;
- в) смешением
- г) эквивалентом титранта.

5. Момент завершения химической реакции в титриметрии называют:

- а) скачком титрования;
- б) кривой титрования;
- в) линией нейтральности;
- г) точкой эквивалентности.

6. Из пипетки анализируемый раствор следует:

- а) выдувать грушей;

- б) сливать по стенке колбы;
- в) выдувать ртом;
- г) выливать через широкую.

7. Титр раствора рассчитывают по формуле:

а) $C = \frac{T(\text{раствора}) \cdot 1000}{M_{\text{экв.}}(\text{вещества})}$;

б) $T = \frac{m(\text{раств. вещества})}{V(\text{раствора})}$;

в) $\omega = \frac{m(\text{раств. вещества})}{m(\text{раствора})}$;

г) $C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$.

8. Основное уравнение для расчетов в титриметрическом анализе:

а) $C = \frac{n}{V(\text{л})}$

б) $T = \frac{C \cdot M_{\text{экв.}}}{1000}$

в) $C = \frac{n_{\text{экв.}}}{V(\text{л})}$

г) $m = C_M \cdot M \cdot V(\text{л})$

д) $C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$.

9. Растворы с точно известной концентрацией готовят в колбах.

10. Раствор, приготовленный по точной навеске или из фиксанала, называется

- а) стандартным;
- б) стандартизированным;
- в) оттитрованным;
- г) буферным.

11. Общая жесткость воды.....равна, если на титрование

100 мл природной воды пошло в среднем 17,6 мл 0,05 н раствор комплексона

- а) 1,76 мольэкв/дм³;
- б) 17,6 ммольэкв/дм³;
- в) 8,80 мольэкв/дм³;
- г) 8,80 ммольэкв/дм³.

12. Общую жесткость воды определяют методом.....

- а) хелатометрии;
- б) ацидиметрии;
- в) комплексонометрии;
- г) аргентометрии.

13. Карбонатная жесткость воды, на титрование 100 мл которой израсходовано 8,5 мл 0,1 н раствора HCl, равна

- а) 0,85 мольэкв/дм³;
- б) 0,85 ммольэкв/дм³;
- в) 8,50 мольэкв/дм³;
- г) 8,50 ммольэкв/дм³.

14. Частичную окисляемость природных и питьевых вод можно определить методом

- а) хелатометрии;
- б) перманганатометрии;
- в) нейтрализации;
- г) аргентометрии.

15. Стандартизируют раствор перманганата калия по стандартному раствору

- а) тетрабората натрия;
- б) щавелевой кислоты;
- в) хлорида натрия;
- г) уксусной кислоты.

16. Какими ионами обусловлена постоянная жесткость воды?

- а) Cl⁻, SO₄²⁻;
- б) CO₃²⁻, HCO₃⁻;
- в) NO₃⁻.

17. Какая жесткость воды устраняется кипячением в течение 1 часа при атмосферном давлении?

- а) постоянная; б) общая; в) временная.

18. К какому классу относится вода, если ее общая жесткость равна 5 ммоль-экв/л?

- а) мягкая;
- б) довольно жесткая;

- в) средней жесткости;
- г) жесткая.

19. По ГОСТ для хозяйственно-питьевых целей жесткость воды не должна превышать

- а) 6 ммоль-экв/л;
- б) 8 ммоль-экв/л;
- в) 7 ммоль-экв/л;
- г) 6,5 ммоль-экв/л.

20. Через какие соединения устраняются гидрокарбонаты кальция и магния?

- а) CaCO_3 , MgCO_3 ;
- б) CaCO_3 , $\text{Mg}(\text{OH})_2$;
- в) $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

21. Какой из реагентных методов применяют для устранения карбонатной жесткости и одновременно для уменьшения щелочности?

- а) кипячение; б) известкование; в) введение NaOH .

Тема. Характеристика бытовых и производственных сточных вод

Тема Физико-химические процессы, используемые в технологии обработки природных и сточных вод

Задание 1. Допустимый диапазон рН воды для водоемов хозяйственного значения

- А) 3-10; Б) 4-9,5; В) 5-8; Г) 6,5-8,5.

Задание 2. Способность гидробионтов жить в воде с определенной степенью загрязнения органическими соединениями называется

- А) толерантность; Б) специфичность; В) сапробность; Г) хемотрофность.

Задание 3. На скорость процесса самоочищения водоема оказывает влияние

- А) температура; Б) биологическое разнообразие водоемов; В) кислородный режим; Г) окислительно-восстановительный потенциал; Д) интенсивность действия человека; Е) рН воды.

Задание 4. Метод очистки сточных вод, состоящий в удалении суспензий и эмульсий за счет захвата их пузырьками воздуха и выноса на поверхность, называется

- А) флотация; Б) экстракция; В) адсорбция; Г) коагулирование.

Задание 5. Сточные воды бывают

А) ливневые; Б) бытовые; В) сельскохозяйственные; Г) промышленные.

Задание 6. Молярную концентрацию эквивалентов рассчитывают по формуле:

$$1) T = \frac{m(\text{раств. вещества})}{V(\text{раствора})}$$

$$2) \omega = \frac{m(\text{раств. вещества})}{m(\text{раствора})}$$

$$3) C = \frac{n(\text{раств. вещества})}{V(\text{раствора})}$$

$$4) C = \frac{n_{\text{экр}}(\text{раств. вещества})}{V(\text{раствора})}$$

Задание 7. К химическим методам очистки сточных вод относят

А) нейтрализацию; Б) электролиз; В) гидролиз; Г) окисление.

Задание 8. Чем опасны неорганические кислоты как загрязнители природных вод

А) растворяют породы, слагающие дно водоема; Б) повышают рН воды;

В) понижают рН воды; Г) способствуют цветению воды.

Задание 9. К биологическим загрязнителям воды относят

А) нефть; Б) диоксины; В) водоросли; Г) тяжелые металлы; Д) лигнины.

Задание 10. Карбонатную жесткость обеспечивают ионы

А) HCO_3^- ; Б) Cl^- ; В) Ca^{2+} ; Г) HSO_4^- .

Задание 11.

ПДК железа в питьевой воде

А) 50 мг/л; Б) 100 мг/л; В) 150 мг/л; Г) 175 мг/л.

Задание 12. Олигодинамия – это метод обеззараживания воды с использованием

А) меди; Б) фтора; В) хлора; Г) серебра.

Задание 13. Анализ воды начинается с

А) химического анализа; Б) органолептического исследования; В) отбора проб;

Г) бактериологического анализа; Д) радиологического анализа.

Тема «Микробиология питьевых и сточных вод»

Основы общей микробиологии

1. Клеточного строения не имеют

А) вирусы; Б) риккетсии; В) амёбы; Г) сарцины.

2. Вирусы не могут

А) иметь белковую оболочку; Б) иметь сферическую форму;

В) размножаться вне организма хозяина; Г) вызывать заболевания растений.

3. Кокки, делящиеся в разных плоскостях и располагающиеся в виде грозди винограда, называются

А) стрептококки; Б) диплококки; В) сарцины; Г) стафилококки.

4. Кокки, располагающиеся в виде цепочек, называются
А) стрептококки: Б) диплококки: В) сарцины: Г) микрококки.
5. Кокки, делящиеся в трех взаимно перпендикулярных плоскостях и образующиеся пакеты по 8-16 клеток, называются
А) стрептококки: Б) диплококки: В) сарцины: Г) кластридии.
6. Вибрионы относятся к
А) палочковидным микроорганизмам: Б) вирусам:
В) извитым микроорганизмам: Г) коккам.
7. Возбудитель лептоспироза относится к
А) спириллам: Б) спирохетам: В) вибрионам: Г) корнебактериям.
8. Энергия ассимилированной клетки фиксируется в виде
А) белков: Б) цитоплазмы: В) АТФ: Г) ферментов.
9. Микроорганизмы, осуществляющие перевод солнечной энергии в энергию химических связей называются
А) автотрофы: Б) микротрофы: В) гетеротрофы: Г) хемотрофы.
10. Микроорганизмы, использующие для своей жизнедеятельности энергию в форме химических реакций, называются
А) автотрофы: Б) хемотрофы: В) гетеротрофы: Г) фототрофы .
11. АТФ в микробной клетке является источником
А) энергии: Б) питания: В) генетической информации: Г) света.
12. АТФ в клетке синтезируется за счет присоединения к АДФ
А) остатка серной кислоты: Б) остатка нуклеиновой кислоты:
В) остатка фосфорной кислоты: Г) остатка пальмитиновой кислоты.
13. Рост и развитие культуры микроорганизмов в закрытой системе лимитируется
А) наличием в питательной среде тяжелых металлов: Б) концентрацией питательных веществ: В) наличием посторонней микрофлоры Г) накоплением продуктов обмена .
14. Наименьший объем воды, при посеве которого на глюкозную среду обнаруживают газообразование, называют
А) коли-титр: Б) коли-индекс: В) бродильный титр: Г) общее микробное число.
15. Минимальный объем воды, в котором обнаруживается 1 кишечная палочка, называется
А) коли-титр: Б) коли-индекс: В) титр фекального стрептококка: Г) общее микробное число.

17. Для крупных городов России коли-индекс не должен превышать
А) 1: Б) 2: В) 5: Г) 10.

18. Способность гидробионтов жить в воде с определенной степенью загрязнения органическими соединениями называется
А) толерантность: Б) специфичность: В) сапробность: Г) хемотрофность.

Контрольная работа № 1
«Химия питьевых и сточных вод»
Основные вопросы, выносимые на контроль

- Растворы, их приготовление, растворимость, расчет содержания растворенного вещества и осмотического давления растворов, произведение растворимости солей;
- Гидролиз солей, расчет величины рН гидролизующихся типов солей, констант гидролиза;
- Искусственные и природные буферные системы, их значение;
- Расчет эквивалентов веществ;
- Кислотно-основные и окислительно-восстановительные свойства веществ;
- Дисперсные системы, расчет доз коагулянта, поверхностные явления на границе раздела фаз, адсорбция;
- Расчет скоростей химических реакций и определение их направленности;
- Формирование, состав, динамика состава природных вод;
- Основные показатели качества (состава) природных, сточных вод.
- Расчет щелочности воды;
- Коагуляция, расчет дозы коагулянта;
- Обеззараживание;

Вариант

1. Напишите уравнение качественной реакции на фосфат-анион с указанием аналитического эффекта. Назовите реактив и продукты реакции.
2. Как можно определить формы уголекислоты, содержащиеся в воде?
3. Что понимают под стабильностью воды? Как ее можно оценивать?
4. Химизм устранения временной и постоянной видов жесткости воды.
5. Физико-химическая сущность процессов обезжелезивания.
6. На заводе, производящем свинцово-никелевые аккумуляторы, произошел аварийный сброс сточных вод в закрытый водоем. Оцените экологическую обстановку в водоеме. Каковы вероятные последствия аварии для обитателей водоема и здоровья человека?
7. Объясните явления-процессы, происходящие в природной воде естественным способом или вызванные хозяйственной деятельностью человека:
Почему в зимнее время обитатели водоемов не погибают?
Объясните факт отравления людей съедобными морскими моллюсками, выловленными в зоне, загрязненной нефтепродуктами.

Магний – основа зеленого пигмента хлорофилла. В питательной среде, которой выращивается растение методом гидропоники, вместо ионов магния присутствуют ионы кальция. Вызовет ли это какие-либо изменения в организме растения? Если да, то, какие и почему? Какие причины могут обусловить аналогичный процесс в природной среде?

Контрольная работа № 2
«Микробиология питьевых и сточных вод»
Основные вопросы, выносимые на контроль

- Методы биологической очистки;
- Характеристики микробов;
- Методы борьбы с поверхностным бактериальным загрязнением;
- Морфология вирусов, микромицетов, бактерий;
- Основные факторы, определяющие жизнедеятельность микроорганизмов (физические, биологические, химические);
- Физиология микроорганизмов. Функции микроорганизмов процессе очистки сточных вод.

Вариант

1. Микробные сообщества, как фактор самоочищения водоемов и приемы технического воздействия на микробное население воды;
2. Методы изучения микроорганизмов;
3. Цветение природных водоемов. Организмы-обрастатели и борьба с ними;
4. Расщепление органических веществ микроорганизмами в анаэробных условиях.
5. Перечислите основные этапы приготовления фиксированного окрашенного препарата.
6. Сточные воды некоторого промышленного предприятия содержат соли тяжелых металлов, неорганические кислоты, поверхностно-активные вещества (ПАВ) и другие загрязнители окружающей среды. Они в виде взвеси поступают на очистные сооружения. В процессе их очистки происходят процессы нейтрализации, коагуляции, осаждения, фильтрации и извлечения веществ, которые могут быть реализованы или использованы повторно.

Для осаждения большинства ионов тяжелых металлов из сточных вод часто применяется гидроксид кальция (гашеная известь). Если годовой объем очищаемой воды равен 2000 м^3 , а содержание в нем ионов Ni^{2+} составляет $147,5 \text{ мг/дм}^3$, то с учетом 10%-го избытка реагента, необходимого для полного осаждения, расход гидроксида кальция составит _____ кг в год.

Для осаждения большинства ионов тяжелых металлов из сточных вод часто применяется гидроксид кальция (гашеная известь). Если годовой объем очищаемой воды равен 2000 м^3 , а содержание в нем ионов Ni^{2+} составляет $147,5 \text{ мг/дм}^3$, то с учетом 10%-го избытка реагента, необходимого для полного осаждения, расход гидроксида кальция составит _____ кг в год.

(Ответ привести с точностью до целых; $A_r(\text{Ni}) = 59$)

7. В основе самоочищения водоемов от органических загрязнителей лежит процесс окисления этих веществ. Если органических веществ в воде немного, то они окисляются растворенным в воде кислородом. Этот процесс ускоряется под действием солнечного света. Способствуют окислению и некоторые микроорганизмы. Существуют химические методы интенсификации процесса окисления органических за-

грязнителей в воде. Какой из предложенных ниже реагентов вы выберете для ускорения этого процесса: а) пероксид водорода; б) хлор и или его кислородсодержащие производные; в) смесь озона с воздухом? Дайте обоснованный ответ.

Самостоятельная работа 1. «Введение. Теоретические основы химии воды. Вода как химический индивидуум и как дисперсная система»

1. Перечислите аномальные физические свойства воды.
2. Напишите уравнения качественных реакций на катион калия и карбонат-анион с указанием аналитического эффекта. Назовите реактивы и продукты реакции.
3. Приведите уравнения реакций, характеризующие окислительно-восстановительные свойства воды.

Приведите расчетные формулы и зависимости, используемые при приготовлении растворов, связанные с разбавлением, концентрированием и смешением.

Самостоятельная работа 2. «Водные растворы электролитов»

1. Дайте пояснение термину «коагуляция». Как можно вызвать коагуляцию коллоидов? Сформулируйте правило коагуляции коллоидных систем различными электролитами – правило знака и зарядности (Шульце-Гарди).
2. Рассчитайте pH буферного раствора, содержащего 0,1 моль NH_4OH и 0,1 моль NH_4Cl . Как изменится pH: а) при добавлении к 1 л раствора 0,01 моль HCl ; б) при добавлении 0,01 моль NaOH ; в) при разбавлении раствора водой в 10 раз? Константа диссоциации гидроксида аммония $K_k = 1,79 \cdot 10^{-5}$, $pK_o = 4,75$.
3. Определите pH 0,1М раствора NH_4OH , если степень диссоциации принять равной 0,01 %.

4. Вычислите произведение растворимости карбоната стронция, если в 10 л насыщенного раствора содержится 0,1 г этой соли.

Самостоятельная работа 3. «Физико-химическая характеристика природных вод. Качество питьевой воды»

1. Факторы формирования природных вод.
2. Дайте пояснения терминам: водородный показатель, минерализация воды, окисляемость воды.
3. Какие вещества обуславливают органолептические качества питьевой воды? Что понимается под цветностью воды? Как ее определяют?

Темы рефератов

№ п/п	Наименование темы реферата
1	Значение химии и микробиологии в практике сельского хозяйства.
2	Проблемы водоснабжения в сельском хозяйстве.
3	Экология воды, пути решения проблемы загрязнения воды.
4	Вода в жизни человека, технике и сельском хозяйстве. Экология воды.

5	Значение воды в жизнедеятельности живых организмов.
6	Вода - это жизнь.
7	Зависимость ОВП и рН воды от её ионного состава.
8	Проблемы очистки и использования воды для мелиорации земель.
9	Источники водоснабжения. Показатели качества воды.
10	Химико-экологическая оценка водных экосистем.
10.1	Нормирование экологического состояния водных экосистем.
10.2	Тяжёлые металлы в водных экосистемах: поступление, формы нахождения, аккумуляция.
10.3	Органические вещества в водных экосистемах: поступление, трансформация, токсическое действие на биоту.
11	Технология улучшения качества природных вод.
11.1	Седиментационное осветление природных вод.
11.2	Современные технологии осветления природных вод фильтрованием.
11.3	Современные методы обезжелезивания подземных вод.
11.4	Защита водоисточников от сброса сточных вод.
12	Системы водоотведения и очистки сточных вод.
12.1	Современные технологические процессы очистки сточных вод
12.2	Биологическая очистка сточных вод.
12.3	Общие аспекты аэробной биологической очистки сточных вод.
12.4	Методы обработки осадков сточных вод и их использование.
13.	Воздействие водной среды на технологические материалы: металлы, древесину, бетон и железобетон.
14.	Культивирование, посев и хранение препаратов микроорганизмов.
15.	Микробные сообщества, как фактор самоочищения водоемов и приемы технического воздействия на микробное население воды.

Темы научных дискуссий (круглых столов)

Вода, как универсальный растворитель – основная причина загрязнения природных источников пресной воды.

Задания для контрольных работ студентов заочной формы обучения

Каждый студент заочной формы обучения должен выполнить одну контрольную работу. Вариант задания определяется по двум последним цифрам номера зачетной книжки (таблица).

Варианты контрольных заданий

Последние две цифры шифра	Номера задач для контрольных работ								
00	10	20	30	40	50	60	70	80	90
01	1	11	21	31	41	51	61	71	81
02	2	12	22	32	42	52	62	72	82
03	3	13	23	33	43	53	63	73	83
04	4	14	24	34	44	54	64	74	84
05	5	15	25	35	45	55	65	75	85
06	6	16	26	36	46	56	66	76	86
07	7	17	27	37	47	57	67	77	87
08	8	18	28	38	48	58	68	78	88
09	9	19	29	39	49	59	69	79	89
10	13	21	32	41	51	60	71	88	90
11	14	23	37	40	50	59	70	87	88
12	15	24	36	39	49	58	69	86	87
13	16	25	35	38	48	57	68	85	86
14	17	26	34	37	47	56	67	84	85
15	18	27	33	36	46	55	66	83	84
16	19	28	32	35	45	54	65	82	83
17	20	29	31	34	44	53	64	81	82
18	21	30	30	33	43	52	63	80	81
19	22	29	31	32	42	51	62	89	90
20	23	28	32	43	51	52	60	70	89
21	24	27	33	42	48	50	61	72	87
22	15	26	34	41	47	52	60	68	86
23	16	25	35	45	55	59	69	79	85
24	17	27	36	46	56	66	76	80	84
25	1	10	23	33	39	44	57	65	83
26	2	11	22	38	40	46	56	64	82
27	3	12	21	39	49	51	55	63	81
28	4	13	20	22	26	36	54	62	82
29	5	14	29	35	43	53	61	68	83
30	6	15	28	34	37	48	52	60	84
31	7	16	27	32	48	51	61	71	85
32	8	17	26	31	42	50	69	78	86
33	9	18	25	27	31	49	57	68	87
34	10	19	24	28	30	48	56	67	88
35	11	20	23	29	36	45	55	70	89
36	12	28	30	48	54	65	69	76	90

Контрольные задания

1. Выразите в молях: а) $6,02 \cdot 10^{22}$ молекул C_2H_2 ; б) $1,80 \cdot 10^{24}$ атомов азота; в) $3,01 \cdot 10^{23}$ молекул NH_3 . Какова мольная масса указанных веществ?
2. В какой массе $NaOH$ содержится столько же эквивалентов, сколько в 140 г KOH ?
3. В каком количестве $Cr(OH)_3$ содержится столько же эквивалентов, сколько в 174,96 г $Mg(OH)_2$?
4. Определите эквивалент и эквивалентную массу фосфора, кислорода и брома в соединениях PH_3 , H_2O , HBr .
5. Перечислите аномальные свойства воды. Какое значение они имеют?
6. Какие главные катионы и анионы находятся в природных водах? Каковы их значения для химических свойств воды?
7. Закон действия масс. Зависимость скорости химической реакции от температуры.
8. Равновесие в гомогенных системах. Константа равновесия. Сдвиг равновесия. Принцип Ле-Шателье.
9. Напишите выражения для константы равновесия гомогенной системы $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$. Как изменится скорость прямой реакции - образования аммиака, если увеличить концентрацию водорода в три раза?
10. Вычислите, во сколько раз увеличится скорость реакции, протекающей в газовой фазе, при повышении температуры от 30° до 70° , если температурный коэффициент реакции равен 2.
11. В гомогенной системе $CO + Cl_2 \rightleftharpoons COCl_2$ равновесные концентрации реагирующих веществ соответственно равны: $[CO] = 0,2$ моль/л; $[Cl_2] = 0,3$ моль/л; $[COCl_2] = 1,2$ моль/л. Вычислите константу равновесия системы и исходные концентрации Cl_2 и CO .
12. При некоторой температуре равновесие гомогенной системы $2NO + O_2 \rightleftharpoons 2NO_2$ установилось при следующих концентрациях реагирующих веществ: $[NO]_{p=}$ 0,2 моль/л; $[O_2] = 0,1$ моль/л; $[NO_2] = 0,1$ моль/л. Вычислите константу равновесия и исходную концентрацию NO и O_2 .
13. Произведение растворимости (ПР) для труднорастворимых веществ. Что можно найти по величине ПР?
14. Произведение растворимости (ПР) карбоната кальция $CaCO_3$ при $25^\circ C$ равно $4,8 \cdot 10^{-9}$. Определите концентрацию ионов кальция и CO_3^{2-} в граммах на литр в насыщенном растворе.
15. Произведение растворимости (ПР) $AgCl$ при $20^\circ C$ равно $1,61 \cdot 10^{-10}$. Определите кон-

центрацию ионов серебра и хлора в насыщенном растворе AgCl , не содержащем других растворенных веществ.

16. Ионное произведение воды. Вычислите pH раствора, в котором $\text{pOH} = 6$. Кислотность и щелочность растворов.

17. Вычислите концентрацию гидроксильных ионов, если водородный показатель (pH) равен 4,5.

18. При каком водородном показателе (pH) раствор будет иметь нейтральную, кислую или щелочную среду? Как изменится водородный показатель дистиллированной воды, если к 1 л ее добавить 0,01 г-экв KOH .

19. Гидролиз солей. Константа гидролиза. Определение величины pH при гидролизе.

20. Как влияет на гидролиз нагревание и разбавление раствора. Напишите уравнение реакций гидролиза солей при большом разбавлении FeSO_4 , NiCl_2 , $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$. Почему эти соли в растворах имеют кислую реакцию?

21. Напишите уравнения реакций гидролиза солей Na_2CO_3 , $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ в молекулярном и ионном виде. Какие реакции называются реакциями гидролиза?

22. При смешивании концентрированных растворов FeCl_3 и Na_2CO_3 образуется $\text{Fe}(\text{OH})_3$ и CO_2 . Почему образуются эти вещества? Составьте молекулярное и ионное уравнения реакции.

23. При смешивании растворов $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ и Na_2S каждая из взятых солей гидролизуеться необратимо до конца с образованием соответствующих основания и кислоты. Выразите этот совместный гидролиз ион-молекулярным и молекулярным уравнениями реакций.

24. Какое значение pH (>7) имеют растворы следующих солей: K_3PO_4 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, Na_2S ? Составьте ионно-молекулярные и молекулярные уравнения гидролиза этих солей.

25. Вычислите pH 0,01н раствора ацетата натрия, если $K_e = 1 \cdot 10^{-14}$ г-ион/л, константа диссоциации уксусной кислоты $K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1,76 \cdot 10^{-5}$.

26. Степень гидролиза. Как связана константа гидролиза со степенью гидролиза? Напишите уравнения реакций гидролиза четырех типов солей.

27. Напишите уравнения реакций гидролиза в молекулярном и ионном виде следующих солей: AlCl_3 , ZnSO_4 , $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2$. Какое значение pH (>7) имеют растворы?

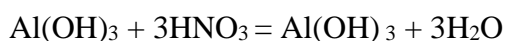
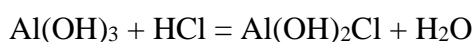
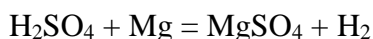
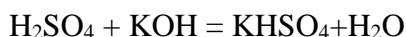
28. Значение величины pH , т. е. концентрации водородных ионов, для физико-химических и биологических процессов.

29. Теория буферных растворов. Буферная емкость. Роль буферных систем при работе очистных сооружений, при химической очистке воды от взвесей методом коагулирования.

30. Вычислите водородный показатель pH, если:

- а) концентрация ионов водорода равна $1 \cdot 10^{-6}$ г-ион/л;
- б) концентрация ионов гидроксила равна $1 \cdot 10^{-6}$ г-ион/л.

31. Что называется химическим эквивалентом элемента, вещества? Как рассчитывается эквивалент солей (средних, основных, кислых), кислот, оснований? Вычислите эквиваленты и эквивалентные массы H_2SO_4 и $Al(OH)_3$ в реакциях, выраженных следующими уравнениями:



32. Водородные показатели двух вод равны 7 и 9. Реакция, какой воды более кислая? Во сколько раз в ней больше концентрация ионов водорода? Чему равна концентрация гидроксильных ионов, если водородный показатель (pH) равен 8,5?

33. Чему равен водородный показатель воды, в которой концентрация гидроксильных и водородных ионов равны друг другу? Чему будет равен водородный показатель, если к 1 л дистиллированной воды прибавить 0,001 г-экв соляной кислоты?

34. Концентрация растворов. Понятия насыщенного, концентрированного, разбавленного растворов. Способы выражения концентрации. Массовая доля растворенного вещества в растворе, молярная, эквивалентная концентрации. Титр раствора.

35. В $0,5 \text{ м}^3$ раствора содержится 50 кг безводного NaOH. Вычислите, массовую долю растворенного вещества в растворе, молярную и эквивалентную концентрации раствора.

36. К 3 л раствора азотной кислоты HNO_3 с массовой долей растворенного вещества 10 %, плотностью $\rho = 1,054 \text{ г/см}^3$ прибавили 5 л раствора той же кислоты с массовой долей растворенного вещества 2 %. Вычислите массовую долю растворенного вещества и молярную концентрации полученного раствора, объем которого равен 8 л.

37. Какой объем раствора KOH с массовой долей растворенного вещества 50 % (пл. $1,538 \text{ г/см}^3$) требуется для приготовления 3 л раствора с массовой долей растворенного вещества 6 % плотностью $1,048 \text{ г/см}^3$?

38. Вычислите эквивалентную и молярную концентрации раствора азотной кислоты HNO_3 с массовой долей растворенного вещества 20,8 %, плотностью $1,12 \text{ г/см}^3$. Сколько граммов кислоты содержится в 4 л этого раствора?

39. Из 700 г раствора серной кислоты с массовой долей растворенного вещества 60 % вы-

париванием удалили 200 г воды. Чему равна массовая доля растворенного вещества в оставшемся растворе (в процентах)?

40. Жесткость воды. Какие соли обуславливают жесткость? Как они образуются в природных водах?

41. Опишите термохимический метод умягчения воды. Ответ мотивируйте соответствующими уравнениями реакций.

42. Содово-известковый и фосфатный методы умягчения воды. Какое количество извести CaO и соды Na_2CO_3 необходимо для умягчения 500 л воды, жесткость которой равна 4 мг-экв/л?

43. Какие соединения обуславливают временную жесткость, какие постоянную? Магние-вая жесткость воды равна 4 мг-экв/л, содержание ионов кальция равно 80 мг/л. Чему равна общая жесткость воды?

44. Умягчение воды методом обмена ионов.

45. С какой целью производят известкование воды? Напишите уравнения происходящих реакций. Вычислите количество 60 %-ой извести $\text{Ca}(\text{OH})_2$, необходимое для умягчения 1 м³ воды с общей жесткостью 8 мг-экв/л.

46. Вычислите жесткость воды, зная, что в 600 л ее содержится 65,7 г гидрокарбоната магния и 61,2 г сульфата кальция.

47. Определите необходимую дозу CaO , мг/л, для обработки воды со следующими данными: карбонатная жесткость 45 мг-экв/л; свободная CO_2 - 15 мг/л, ионов магния Mg^{2+} - 18 мг/л; активного продукта в извести 60 %.

48. Какое количество MgSO_4 надо растворить в 1 л дистиллированной воды, чтобы получить воду с жесткостью 5 мг-экв/л. Содержание ионов магния в воде равно 36 мг/л, кальция - 61 мг/л. Чему равна общая жесткость?

49. Катионитовый фильтр объемом 75 м³ умягчил 1,5 м³ воды с первоначальной жесткостью воды 10 мг-экв/л. Какая обменная емкость катионита? Дайте характеристику ионообменных смол.

50. Определите количество воды в литрах, которое может умягчить катионитовый фильтр объемом 3 м³ с обменной емкостью 200 г-экв/л, если общая жесткость воды равна

6 мг-экв/л. Что собой представляет катионитовый фильтр? Назовите этапы работы катионитового фильтра.

51. Вода с карбонатной жесткостью 3,5 мг-экв/л подвергается Na-катионированию. Определите концентрацию бикарбоната натрия, мг/л, в умягченной воде. Опишите процесс двухступенчатого процесса Na-катионирования. Какие реакции имеют место в данном

процессе?

52. Рассчитайте расход соли на одну регенерацию катионита, если высота слоя катионита 2 м, обменная емкость 280 г-экв/м³, удельный 200 г/г-экв, диаметр фильтра 2,5 м. Опишите процесс умягчения воды при параллельном фильтровании через аммоний-катионит и Na-катионит.

53. Когда производят подщелачивание воды при коагуляции сернокислым алюминием? Как вызвать хлопьеобразование, если коагуляция воды происходит при низкой температуре? Как поступают, когда временная жесткость, необходимая для использования всей дозы коагулянта, недостаточна? Вычислите оптимальную дозу коагулянта Al₂(SO₄)₃ при мутности воды, равной 100 мг/л.

54. Обеззараживание воды хлором и хлорсодержащими веществами. Понятие «активный хлор». Определите содержание активного хлора в хлорной извести следующего состава: 3CaOCl₂·Ca(OH)₂·5H₂O.

55. От каких факторов зависит хлоропоглощаемость воды? Когда производят хлорирование воды с аммонизацией?

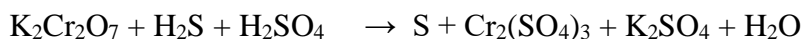
56. Дайте характеристику окислительно-восстановительных реакций. Что понимают под степенью окисления? Составьте уравнение окислительно-восстановительной реакции, идущей по схеме



укажите окислитель, восстановитель, процесс окисления и восстановления.

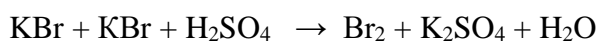
57. Исходя из степени окисления азота, серы и марганца в соединениях NH₃, HNO₂, HNO₃, H₂S, H₂SO₃, H₂SO₄, MnO₂, KMnO₄, определите, какие из них могут быть только восстановителями, только окислителями и какие проявляют как окислительные, так и восстановительные свойства.

58. Могут ли происходить окислительно-восстановительные реакции между следующими веществами: а) H₂S и HJ; б) H₂S и H₂SO₃; в) H₂SO₃ и HClO₄. На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнении реакции, идущей по схеме



Укажите окислитель, восстановитель, процесс окисления, восстановления.

59. Исходя из степени окисления хлора в соединениях: HCl, HClO₃, HClO₄, определите, какое из них является только окислителем, только восстановителем и какое может проявлять как окислительные, так и восстановительные свойства. Почему? На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнение реакции, идущей по схеме



60. Могут ли происходить окислительно-восстановительные реакции между веществами: а) NH_3 и KMnO_4 ; б) HNO_2 и HJ ; в) HCl и H_2Se ? Почему? На основании электронных уравнений расставьте коэффициенты в уравнение реакции, идущей по схеме



61. В каком соотношении необходимо смешать кислые и щелочные сточные воды для их полной нейтрализации, зная, что щелочность сточных вод равна 10 мг-экв/л, а кислотность - 20 мг-экв/л. Рассчитайте необходимое весовое количество гашеной извести для нейтрализации 500 м³ сточных вод, содержащих 4,5 г/л серной кислоты.

62. Сточные воды травильного цеха содержат серную кислоту в количестве 4,5 г/л. Сколько негашеной извести нужно для нейтрализации кислоты, если объем сточных вод составляет 1 м³ ?.

63. Коллоидное состояние вещества. Классификация коллоидных систем. Коагуляция и седиментация (мотивировать ответ на примерах)

64. Строение коллоидных частиц. Природа двойного электрического слоя. ζ - и ϵ -потенциал. Изозлектрическое состояние. Представьте условную химическую формулу строения мицеллы коллоидного раствора кремниевой кислоты, если в растворе имеются H_2SiO_3 ; K^+ ; SiO_3^{2-} . Представьте строение мицеллы в изозлектрическом состоянии.

65. Электрокинетические явления. Электроосмос, электрофорез и их практическое применение.

66. Общая характеристика сорбционных процессов. Сорбционное равновесие.

67. Сорбция на границе раздела твердое вещество-жидкость. Изотермы сорбции.

68. Формы угольной кислоты. Установите соотношение между концентрациями гидрокарбонатного иона HCO_3^- и угольной кислоты H_2CO_3 при $\text{pH} = 4$, $t^\circ = 25^\circ$, если константа диссоциации угольной кислоты по первой ступени $K_1 = 4 \cdot 10^{-7}$.

69. Стабильность воды. Методы определения стабильности. Определите соотношение между концентрациями ионов $[\text{CO}_3^{2-}]$ и $[\text{HCO}_3^-]$ при $\text{pH} = 12$, $t^\circ = 25^\circ\text{C}$, если константа диссоциации по второй ступени $K_2 = 5,6 \cdot 10^{-11}$.

70. Определите стабильность воды, если в ней содержится $[\text{CO}_2] = 44 \text{ мг/л}$,

$[\text{HCO}_3^-] = 122 \text{ мг/л}$ и $[\text{Ca}^{2+}] = 80 \text{ мг/л}$. Определите концентрацию $[\text{HCO}_3^-]$ в воде при $\text{pH} = 10$, концентрации $[\text{CO}_3^{2-}] = 4 \text{ г-ион/л}$, константе диссоциации $K_2 = 5,6 \cdot 10^{-11}$.

71. Состав и показатели качества сточных вод.

72. Методы очистки сточных вод. Деструктивные и регенеративные методы. Приемы, используемые в процессе очистки сточных вод.

73. Морфология бактерий. Строение бактериальной клетки.
74. Размножение, движение, спорообразование бактерий.
75. Питание, обмен веществ, ферменты. Классификация ферментов.
76. Дыхание микроорганизмов и их роль в круговороте веществ в природе.
77. Влияние внешних условий на развитие микроорганизмов. Факторы роста.
78. Аэробные процессы очистки сточных вод. Биологические фильтры. Биоценозы биологической пленки.
79. Аэротенки. Биоценоз активного ила. Иловый индекс, возраст активного ила.
80. Анаэробные процессы очистки сточных вод. Механизм метанового брожения. Сбраживание в метантенках.
81. Объем Мирового океана 1370 млн. км^3 , а в одной капле воды ($\sim 0,03 \text{ мл}$) содержится 250 млрд. атомов урана. Оцените массу урана в Мировом океане и сравните его запасы в океанической воде с запасами в разведанных месторождениях на суше – 18 млн.т.
82. Молярная концентрация золота в морской воде равна $2,5 \cdot 10^{-11} \text{ моль/л}$, а в 1 т золотосодержащей руды содержится 10 г золота (указаны средние значения). Рассчитайте: 1) объем морской воды, в котором содержится 1 кг золота;
- 2) во сколько раз массовая доля золота в промышленных рудах больше его массовой доли в морской воде (плотность воды $\sim 1 \text{ г/см}^3$);
- 3) оцените максимальные затраты на добычу руды и выделение из неё 1 кг золота, если его цена равна $\sim 10 \text{ \$/г}$;
- 4) предположите, какие экологические и экономические последствия можно ожидать для страны, которая продаёт золото, а покупает табак и алкогольные напитки.
83. Концентрация ионов водорода в дождевых водах Нигерии во время грозы достигает $0,001 \text{ моль/л}$. Выполните следующие задания: 1) объясните появление ионов водорода в дождевой воде и напишите уравнения соответствующих реакций; 2) рассчитайте массу кислоты в дождевой воде массой $1 \cdot 10^5 \text{ т}$ (масса среднего грозового облака); 3) оцените массу углекислого газа, поступающую в атмосферу после выпадения таких осадков в районах, содержащих карбонатные породы.
84. В Центральной Европе и Северной Америке бывают дожди, в которых концентрация ионов водорода достигает $1 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}$ ($\text{pH} = 4$). Оцените массы серной и азотной кислот в 1 т дождевой воды, исходя из следующих предположений: 1) кислую среду создает только серная кислота; 2) только азотная кислота; 3) смесь кислот в молярном отношении 1:1. Проанализируйте, какая дождевая вода (из указанных) опаснее для мраморных и известняковых сооружений?

85. Кислотные дожди разрушают памятники культуры. Сравнительно прочный мрамор реагирует с раствором серной кислоты и превращается в гипс ($\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$). Смена температур, потоки дождя и ветер быстро разрушают этот мягкий материал. Оцените объем дождевой воды, содержащей серную кислоту ($\text{pH} = 4$), при контакте с которой слой мрамора толщиной 1 мм и площадью 10 м^2 превращается в гипс. Плотность мрамора $2,8 \text{ г/см}^3$; степени диссоциации серной кислоты, как по первой, так и по второй ступени 100%. Оцените достоверность полученного значения.

86. На дне Черного моря постоянно образуется сероводород – это результат жизнедеятельности сульфатвосстанавливающих бактерий. Происходящий процесс можно выразить схемой:



Рассчитайте объем (н.у.) сероводорода, образующегося при восстановлении 1 кг сульфата кальция, и объясните, почему верхние слои воды (менее 150-200 м) не содержат сероводорода.

87. Фотосинтезирующие бактерии (например, пурпурные и зеленые серобактерии) восстанавливают углекислый газ, используя сероводород как донор водорода. Совокупность этих процессов можно упрощенно представить в виде схемы:



В связи с этим микроорганизмы играют важную роль в очистке от сероводорода освещенных загрязненных водоемов, в которых этот газ образуется в результате разложения органических веществ. Рассчитайте: 1) массу сероводорода, расходуемого при синтезе микроорганизмами углевода массой 90 г; 2) объем очищенной при этом воды, если учесть, что в результате жизнедеятельности бактерий концентрация сероводорода снизилась на 80% и составила 0,5 мг/л (вода с таким содержанием H_2S пригодна для использования в технике).

88. В процессе развития водоросли потребляют 16 атомов азота на каждый использованный атом фосфора. Уравнение синтеза клеточного вещества водорослей в ионно-молекулярной форме может быть упрощенно записано следующим образом: $106\text{CO}_2 + 16\text{NO}_3^- + \text{HPO}_4^{2-} + 122\text{H}_2\text{O} + 18\text{H}^+ \rightarrow \text{C}_{106}\text{H}_{263}\text{O}_{110}\text{N}_{16}\text{P}_1 + 138\text{O}_2$.

Следовательно, если в воде отношение $n(\text{N}) : n(\text{P})$ окажется больше, чем 16:1, лимитирующим фактором роста будет фосфор, в противном случае – азот. На основе экологических наблюдений для озёр и водохранилищ установлены допустимые концентрации фосфора (0,01 мг/л) и азота (0,3 мг/л), одновременное превышение которых приводит к усиленному росту водорослей. Определите, будет ли наблюдаться цветение озера, если концентрация гидрофосфат-ионов в озере равна 0,024 мг/л, а нитрат-ионов 6,2 мг/л, и найдите отношение числа атомов азота к числу атомов фосфора в этом водоеме (гидрофосфат и нитрат-ионы – основные химические формы азота и фосфора в воде). Предложите способы ограничения роста водорослей в водоемах.

89. В подземных водах железо обычно находится в виде гидрокарбоната железа (II), причем концентрация ионов железа может превышать предельно допустимую концентрацию в питьевой воде (0,3 мг/мл). Эти воды очищают от железа упрощенной аэрацией: свободным падением воды с высоты 0,4 – 0,6 м с последующим фильтрованием через слой зернистого материала. Какая масса осадка – гидроксида железа (III) – может выпасть при аэрации 100 т воды с концентрацией ионов Fe^{2+} 2,8 мг/л, если при этом окисляется 90 % ионов Fe^{2+} ?

90. Оцените, на сколько метров поднимется уровень океанов, если все ледники растают. Условия расчета: а) объем льда в ледниках всего земного шара равен ~ 24млн. км³; б) радиус Земли 6370 км; в) океаны занимают 71 % поверхности планеты; г) плотность льда 0,92 г/см³, плотность воды 1,00 г/см³.

Вопросы и задания для проведения промежуточного контроля (зачета)

Компетенции: ПКС-1 *Способен собирать, анализировать и систематизировать исходные данные для проектирования систем водоснабжения, обводнения и водоотведения или их элементов;*

ПКС 1.5 *Анализирует и согласовывает проектную информацию по системам водоснабжения, обводнения и водоотведения или их элементов для подготовки актуальных проектных решений в современных условиях.*

Вопросы к зачету

1. Химизация сельского хозяйства. Химия и охрана гидросферы.
2. Степень электролитической диссоциации. Факторы, влияющие на величину степени диссоциации. Сильные и слабые электролиты.

Задания практические

Рассчитайте массу гидроксида натрия и массу воды, необходимую для приготовления 500г 5%-го моющего раствора.

Вопросы к зачету

1. Реагентные методы очистки сточных вод: обработка коагулянтами, нейтрализация кислот и оснований.
2. Различные методы опреснения воды: дистилляция, вымораживание, электрохимический метод, метод ионного обмена.

Задания практические

Приведите уравнения реакций отдельного обнаружения сульфат, карбонат, ортофосфат и хлорид ионов; укажите аналитические эффекты.

Вопросы к зачету

1. Определение агрессивности угольной кислоты в воде.
2. Строение бактериальной клетки. Химический состав бактерий. Питание и дыхание бактерий.

Задания практические

Опишите схему коррозии сплава цинка с кадмием, находящегося а) в кислом; б) нейтральном растворах.

Приведите электронные уравнения электродных процессов на аноде и катоде в указанных средах. Укажите состав продуктов коррозии.

Вопросы к зачету

1. Природные воды и их характеристика.
2. Свойства хлора и химические основы хлорирования. Хлорирующие реагенты, гидролиз. Хлоропоглощаемость воды. Дехлорирование воды. Хлорирование с предварительной аммонизацией.

Задания практические

Гидроксильный показатель воды равен 9. Какую реакцию среды имеет вода?

Вопросы к зачету

1. Морфология бактерий. Нитчатые формы бактерий. Изменчивость микроорганизмов
2. Механические методы очистки сточных вод. Отстаивание. Коагуляция.

Задания практические

Концентрация ионов водорода в растворе равна $9,6 \cdot 10^{-10}$ моль/дм³. Чему равен водородный показатель раствора?

Вопросы к зачету

1. Методы удаления тяжелых металлов. Реагентные методы. Ионный обмен. Галваноконгуляторы.
2. Микрофлора и микрофауна активного ила.

Задания практические

Концентрация гидроксид-ионов в растворе равна $6 \cdot 10^{-10}$ моль/дм³. Чему равен водородный показатель раствора?

Вопросы к зачету

1. Факторы, влияющие на скорость реакции. Закон действия масс для гомогенной и гетерогенной реакции. Энергия активации.
2. Применение флотации для очистки воды. Виды флотации. Механизм действия.

Задания практические

Какая концентрация ионов водорода в растворе, если рН равен 3.25?

Вопросы к зачету

1. Характер и источники загрязнения водоемов.
2. Поверхностные явления. Адсорбция на границе жидкость-газ, жидкость-жидкость, газ-твердое тело. Практическое применение адсорбции.

Задания практические

Чему равна концентрация ионов Н⁺ и ОН⁻ в растворе, рН которого равен 8,45?

Вопросы к зачету

1. Влияние внешних условий на развитие микроорганизмов. Факторы роста. Влияние температуры света, реакции среды.
2. Бактериологический анализ. Выделение чистых культур.

Задания практические

Чему равны молярные массы эквивалентов H₂SO₄, H₂SO₃, Mg(OH)₂ и Ba(OH)₂ в ре-

акциях полной нейтрализации и в реакциях неполной нейтрализации?

Вопросы к зачету

1. Химические показатели качества воды, рН, жесткость, ХПК, БПК.
2. Самоочищение водоема от патогенной микрофлоры.

Задания практические

Какова масса HNO_3 , содержащаяся в 500 мл раствора, если титр его равен 0,006300 г/мл?

Вопросы к зачету

1. Методы осветления и частичного обесцвечивания воды, обработка воды коагулянтами, выбор оптимальных условий, расчет дозы коагулянта.
2. Окисление органических веществ в аэробных условиях.

Задания практические

Титр раствора HCl равен 0,003592 г/мл. Вычислите молярную концентрацию раствора.

Вопросы к зачету

1. Методы получения коллоидных растворов. Строение мицеллы.
2. Физиология микроорганизмов. Аэробное и анаэробное дыхание. Брожение.

Задания практические

Имеется 0,1205 н раствор H_2SO_4 . Определите его титр.

Вопросы к зачету

1. Окисляемость. Методы определения.
2. Окислительно-восстановительные потенциалы. Определение окислительно-восстановительных условий пресной воды открытых водоемов.

Задания практические

На титрование 20,00 мл раствора HNO_3 затрачено 15,00 мл 0,1200 н раствора NaOH . Вычислите концентрацию, титр и массу HNO_3 в 250 мл раствора.

Вопросы к зачету

1. Основные приемы технического воздействия на микробное население воды. Вредные и полезные микроорганизмы. Жизнедеятельность микроорганизмов на водопроводных очистных сооружениях.

2. Санитарно - химический анализ природных вод. Физические показатели качества воды.

Задания практические

Какой объем 0,1500 н раствора NaOH пойдет на титрование: а) 21,00 мл 0,1133 н раствора HCl ; б) 21,00 мл раствора HCl с титром 0,003810?

Вопросы к зачету

1. Определение прозрачности, мутности, цветности, взвешенных веществ и окисляемости воды.

2. Участие микроорганизмов в круговороте веществ в природе. Ультрамикробы.

Задания практические

Какова молярная концентрация эквивалентов раствора $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, полученного растворением 1,7334 г ее в мерной колбе вместимостью 250 мл?

Вопросы к зачету

1. Растворы. Способы выражения концентрации растворов: молярная, молярная концентрация эквивалентов, моляльность, массовая доля, титр.
2. Простейшие. Общие сведения о строении клетки и местах их обитания. Основы классификации простейших.

Задания практические

Какую массовую долю (%) карбоната натрия Na_2CO_3 содержит образец загрязненной соды, если на нейтрализацию навески ее в 0,2648 г израсходовано 24,45 мл 0,1970 н HCl ?

Вопросы к зачету

1. Общая, постоянная, временная жесткость воды. Методы умягчения воды.
2. Механические методы очистки воды. Фильтрование. Песколовки. Отстойники.

Задания практические

Вычислите количество извести $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с концентрацией 60 %, необходимое для умягчения 1 м³ воды с общей жесткостью 8 мг-экв/дм³.

Вопросы к зачету

1. Влияние физических, химических биологических факторов на развитие микроорганизмов.
2. Аэробные процессы очистки сточных вод. Биологические пруды. Эффективность аэробных методов очистки сточных вод.

Задания практические

Рассчитайте рН речной воды, если концентрации гидроксид ионов в ней 10⁻⁵ моль/л.

Вопросы к зачету

1. Временная жесткость воды. Способы ее устранения.
2. Комплексные соединения. Координационная теория Вернера. Методы получения. Внутренняя и внешняя координационные сферы комплексов. Структура внутренней координационной сферы. Центральный атом - комплексообразователь, лиганды, координационное число, заряд комплексного иона. Химическая связь в координационных соединениях. Типы комплексных соединений. Значение комплексных соединений в химии, биологии, сельском хозяйстве и технике.

Задания практические

Рассчитайте массу гашеной извести, необходимой для устранения временной жесткости в одном кубическом метре воды, если жесткость воды 7°Ж.

Вопросы к зачету

1. Обратимость химических реакций. Химическое равновесие в гомогенных и гетерогенных системах. Состояние динамического химического равновесия, условия и признаки равновесного состояния. Константа химического равновесия, ее роль в оценке направленности химических реакций. Смещение равновесия при изменении концентрации реагирующих веществ, температуры и давления. Принцип Ле - Шателье. Роль представлений о химическом равновесии в понимании и оценке химических и биологических процессов.

2. Коррозия технического железа в различных водных средах и методы защиты его от коррозии.

Задания практические

К раствору Na_2CO_3 добавили следующие вещества:

а) HCl ; б) NaOH ; в) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$; г) K_2S . В каких случаях гидролиз карбоната натрия усилится? Почему? Составьте ионно-молекулярные уравнения гидролиза соответствующих солей.

Вопросы к зачету

1. Общие сведения о растворах. Типы растворов. Водные и неводные растворы. Энергетика процесса растворения. Растворимость веществ. Зависимость растворимости от природы и свойств растворителя и растворённого вещества.

2. В чем уникальность воды? Фазовая диаграмма состояния воды, ее практическое значение. Каков химический состав природных вод? Какие газы, а также другие типы примесей может содержать природная вода?

Задания практические

Имеется раствор $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ с массовой долей $\omega = 10\%$ и плотностью $\rho = 1,105 \text{ г/см}^3$. Каковы молярная концентрация, молярная концентрация эквивалента, титр, моляльность и молярная доля вещества этого раствора?

Вопросы к зачету

1. Методы дехлорирования воды. Уравнения процессов, происходящих при дехлорировании воды.

2. Вода как растворитель. Временная и постоянная жесткость воды. Способы ее устранения.

Задания практические

Составьте формулу мицеллы золя кремниевой кислоты, изобразите схему строения мицеллы, определите заряд коллоидной частицы.

Вопросы к зачету

1. Процессы формирования природных вод

2. Микробные ценозы поверхностных вод.

Задания практические

Катионитовый фильтр объемом 75 м^3 умягчил 1.5 м^3 воды с первоначальной жесткостью, равной 10 мг-экв/дм^3 . Какова обменная емкость (ОЕ) катионита? Дайте характеристику ионообменных смол.

Вопросы к зачету

1. Физические и химические свойства воды

2. Автотрофные бактерии.

Задания практические

Вычислите жесткость воды, зная, что в 1 л ее содержится $202,5 \text{ г Ca}(\text{HCO}_3)_2$.

Вопросы к зачету

1. Экологические последствия загрязнения воды тяжелыми металлами.

2. Водородные бактерии.

Задания практические

Какая масса CaSO_4 содержится в 1 м^3 воды, если жесткость, обусловленная присутствием этой соли, равна 4 ммоль/дм^3 ?

Вопросы к зачету

1. Контроль качества воды.
2. Причины и последствия эвтрофикации водоемов.

Задания практические

Определите содержание Fe^{3+} (в мг/дм^3), если оптическое поглощение его раствора с сульфосалициловой кислотой равно 0,45 в кювете толщиной 2 см, а $\varepsilon = 4 \cdot 10^3$.

Вопросы к зачету

1. Кинетика химических реакций.
2. Метановое брожение.

Задания практические

Определите содержание меди (в %) в 10 г образца, 1 г которого растворили в мерной колбе вместимостью 100 см^3 . Оптическое поглощение полученного раствора в кювете с толщиной слоя 3 см составило 0,675, а $\varepsilon = 4,5 \cdot 10^4$.

Вопросы к зачету

1. Основные термодинамические функции.
2. Почвенные методы очистки сточных вод.

Задания практические

Определите концентрацию Cu^{2+} (в моль/дм^3 и мг/дм^3), если оптическое поглощение раствора аммиаката меди в кювете с $l=2\text{см}$ составляет 0,254, а молярное поглощение 423,3.

Вопросы к зачету

1. Кинетические и термодинамические закономерности сорбции.
2. Роль бактериального населения биопленки в процессах очистки.

Задания практические

Определите содержание Fe^{3+} (в мг/дм^3), если оптическое поглощение его раствора с сульфосалициловой кислотой в кювете толщиной 2 см равно 0,44. Оптическое поглощение стандартного раствора, содержащего 2 мг/дм^3 , равно 0,28.

Вопросы к зачету

1. Методы очистки природных вод.
2. Состав микробного населения биопленок.

Задания практические

Рассчитайте молярное поглощение окрашенного раствора Fe^{3+} с сульфосалициловой кислотой, содержащего $4 \cdot 10^{-3}$ г/дм^3 трехвалентного железа Fe^{3+} , если толщина слоя 2 см, а оптическое поглощение 0,56.

Вопросы к зачету

1. Сущность и значение процессов хлорирования и озонирования.
2. Бактериальная коррозия.

Задания практические

Рассчитайте pH буферного раствора, содержащего 0,1 моль NH_4OH и 0,1 моль NH_4Cl . Как изменится pH: а) при добавлении к 1 л раствора 0,01 моль HCl ; б) при добавлении 0,01 моль NaOH ; в) при разбавлении раствора водой в 10 раз? Константа диссоциации гидроксида аммония $K_{\text{к}} = 1,79 \cdot 10^{-5}$, $\text{p}K_{\text{о}} = 4,75$.

7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков характеризующих этапы формирования компетенций

Локальный нормативный акт университета Пл КубГАУ 2.5.1 «Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся».

Критериями оценки реферата являются: новизна текста, обоснованность выбора источников литературы, степень раскрытия сущности вопроса, соблюдения требований к оформлению.

Оценка **«отлично»** — выполнены все требования к написанию реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность; сделан анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция; сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём; соблюдены требования к внешнему оформлению.

Оценка **«хорошо»** — основные требования к реферату выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении.

Оценка **«удовлетворительно»** — имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата; отсутствуют выводы.

Оценка **«неудовлетворительно»** — тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы или реферат не представлен вовсе.

Кейс-задания

Результат выполнения кейс-задания оценивается с учетом следующих критериев:

- полнота проработки ситуации;
- полнота выполнения задания;
- новизна и неординарность представленного материала и решений;
- перспективность и универсальность решений;
- умение аргументировано обосновать выбранный вариант решения.

Если результат выполнения кейс-задания соответствует обозначенному критерию студенту присваивается один балл (за каждый критерий по 1 баллу).

Оценка **«отлично»** – при наборе в 5 баллов.

Оценка **«хорошо»** – при наборе в 4 балла.

Оценка **«удовлетворительно»** – при наборе в 3 балла.

Оценка **«неудовлетворительно»** – при наборе в 2 балла.

Тестовые задания

Оценка **«отлично»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 85 % тестовых заданий.

Оценка **«хорошо»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 70 % тестовых заданий.

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 51 %.

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется при условии правильного ответа студента менее чем на 50 % тестовых заданий.

Критерии оценки участия в дискуссии:

Оценивается знание материала, способность к его обобщению, критическому осмыслению, систематизации, умение анализировать логику рассуждений и высказываний: навыки публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, критического восприятия информации.

Оценка **«отлично»** ставится, если: студент полно усвоил учебный материал. Проявляет навыки анализа, обобщения, критического осмысления, публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, критического восприятия информации. Материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология; показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации; высказывать свою точку зрения; продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков. Могут быть допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов.

Оценка **«хорошо»** ставится, если: ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5», но при этом имеет один из недостатков: в усвоении учебного материала допущены небольшие пробелы, не искавшие содержание ответа; допущены один – два недочета в формировании навыков публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, критического восприятия информации.

Оценка **«удовлетворительно»** ставится, если: неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала. Имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов; при неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, студент не может применить теорию в новой ситуации.

Оценка **«неудовлетворительно»** ставится, если: не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала. Допущены ошибки в определении понятий, при использовании химической терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов; не сформированы компетенции, умения и навыки публичной речи, аргументации, ведения дискуссии и полемики, критического восприятия информации.

Процедура оценивания реферата:

Критериями оценки реферата являются: новизна текста, обоснованность выбора источников литературы, степень раскрытия сущности вопроса, соблюдения требований к оформлению.

Оценка **«отлично»** — выполнены все требования к написанию реферата: обозначена проблема и обоснована её актуальность; сделан анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция; сформулированы выводы, тема раскрыта полностью,

выдержан объём; соблюдены требования к внешнему оформлению.

Оценка «хорошо» — основные требования к реферату выполнены, но при этом допущены недочёты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объём реферата; имеются упущения в оформлении.

Оценка «удовлетворительно» — имеются существенные отступления от требований к реферированию. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании реферата; отсутствуют выводы.

Оценка «неудовлетворительно» — тема реферата не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы или реферат не представлен во все.

Контрольная работа

Контрольное задание может состоять из теоретического вопроса, практического задания или нескольких заданий (как теоретических, так и практических), в которых студент должен проанализировать и дать оценку конкретной ситуации или выполнить другую аналитическую работы.

Критерии оценки знаний студента при написании контрольной работы

Оценка «отлично» – выставляется студенту, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания вопросов контрольной работы и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений.

Оценка «хорошо» – выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя.

Оценка «удовлетворительно» – выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными понятиями выносимых на контрольную работу тем, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка «неудовлетворительно» – выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания выносимых на контрольную работу вопросов тем дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

Критерии оценки на зачете

По дисциплине «Химия и микробиология воды», формой заключительного контроля знаний является зачет. При этом оценка «зачтено» соот-

ветствует параметрам любой из положительных оценок («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»), а «не зачтено» — параметрам оценки «неудовлетворительно».

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания вопросов экзаменационного билета и умение уверенно применять их на практике при решении конкретных задач, свободное и правильное обоснование принятых решений, а также

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задач некоторые неточности, которые может устранить с помощью дополнительных вопросов преподавателя, а также

Оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными понятиями, выносимыми на зачет, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации.

Оценка «не зачтено» выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания выносимых на зачет вопросов тем дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач.

Оценки «зачтено» и «не зачтено» выставляются по дисциплинам, формой заключительного контроля которых является зачет. При этом оценка «зачтено» должна соответствовать параметрам любой из положительных оценок («отлично», «хорошо», «удовлетворительно»), а «не зачтено» — параметрам оценки «неудовлетворительно».

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная учебная литература

1. Пестунова С. А. Химия воды и микробиология : учеб. пособие / С. А. Пестунова, Е. А. Кайгородова. — Краснодар : КубГАУ, 2017. — 205 с.
https://edu.kubsau.ru/file.php/105/МИКРОБИОЛОГИЯ_15.09.pdf
2. Глинка Н. Л. Общая химия : учеб. пособие / Н. Л. Глинка. — Изд. стер. — М. : Кнорус, 2013. — 750 с.
<http://elib.kubsau.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1>.
3. Коровин Н. В. Общая химия : учебник для вузов / Н. В. Коровин. — М.: Высш. шк., 2013. — 377с. ISBN 978-5-06-004403-3
<http://elib.kubsau.ru/MegaPro/Web/SearchResult/ToPage/1>.

Дополнительная учебная литература

1. Пестунова С.А. Химия воды: теоретические и прикладные аспекты. Учеб. пособие / С. А. Пестунова, Е. А. Кайгородова – Краснодар : КубГАУ 2019. – 173 с.
https://edu.kubsau.ru/file.php/105/POSOBIE_KHIMIJA_VODY_TEOR_I_PRIKLAD_ASPEKTY_438612_v1_.PDF
2. Кайгородова Е. А. Химия элементов: курс лекций для студентов биологических факультетов / Е. А. Кайгородова, Е. С. Костенко, С. А. Пестунова. – Краснодар : КубГАУ, 2013. – 132 с.
http://edu.kubsau.ru/file.php/105/03_03.07.13/14_KHimija_elementov_Kostenko_Pestunova_Kaigorodova.pdf
3. Пестунова С. А. Растворы и другие дисперсные системы: учеб. пособие / С. А. Пестунова, Е. С. Костенко, Е. А. Кайгородова. – Краснодар : 2013. – 479 с.
http://edu.kubsau.ru/file.php/105/04_Rastvory_i_drugie_dispersnye_sistemy_Pestunova_Kostenko_Kaigorodova.pdf
4. Пестунова С. А. Комплексные соединения. Комплексообразование в водных растворах: учеб. пособие / С. А. Пестунова, Е. С. Костенко, Е. А. Кайгородова. – Краснодар : КубГАУ, 2013. – 161 с.
http://edu.kubsau.ru/file.php/105/01_Kompleksnyye_soedinenija_Pestunova_Kostenko_Kaigorodova.pdf
5. Теоретические основы физико-химических методов анализа : учеб. пособие / Е.А. Кайгородова [и др.]. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – 188 с.
https://edu.kubsau.ru/file.php/105/TEORETICHESKIE_OSNOVY_FIZIKO-KHIMICHESKIKH_METODOV_ANALIZA.pdf
6. Курс по химии : теоретические основы и практическое применение : учеб. пособие / С. А. Пестунова. – Краснодар : КубГАУ, 2021. – 205 с.
https://edu.kubsau.ru/file.php/105/_707766_v1_.PDF

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Электронно-библиотечные системы, используемые в Кубанском ГАУ

2020-2022 гг

№	Наименование ресурса	Тематика	Начало действия и срок действия договора	Наименование организации и номер договора
---	----------------------	----------	--	---

1	Znanium.com	Универсальная	17.07.2019 16.07.2020 17.07.2020 16.01.2021 17.01.2021 16.07.2021 17.07.2021 16.01.2022 17.01.2022 16.07.2022 17.07.2022 16.01.2023	Договор № 3818 ЭБС от 11.06.19 Договор 4517 ЭБС от 03.07.20 Договор 4943 ЭБС от 23.12.20 Договор 5291 ЭБС от 02.07.21 Договор 5662 ЭБС от 24.12.2021 Договор № 270 ЭБС от 08.06.2022
2	Издательство «Лань»	Ветеринария Сельское хо- зяйство Технология хранения и пе- реработки пи- щевых продук- тов	13.01.2020 12.01.2021 13.01.2021 12.01.2022 13.01.2022 12.01.2023	ООО «Изд-во Лань» Контракт №940 от 12.12.19 Контракт № 814 от 23.12.20 (с 2021 года отд. кон- тракты на ветеринарию и технологию перераб.) Контракт № 512 от 23.12.20. Договор №815 от 13.01.2022

3	IPRbook	Универсальная	<p>12.11.2019- 11.05.2020</p> <p>12.05.2020 11.11.2020</p> <p>12.11.2020 11.05.2021</p> <p>12.05.2021 11.10.2021</p> <p>12.10.2021 11.03.2022</p> <p>12.03.2022 11.09.2022</p>	<p>ООО «Ай Пи Эр Ме- диа» Лицензионный договор№5891/19 от 12.11.19</p> <p>ООО «Ай Пи Эр Ме- диа» Лицензионный договор№6707/20 от 06.05.20</p> <p>ООО «Ай Пи Эр Ме- диа» Лицензионный договор №7239/20 от 27.10.20</p> <p>ООО «Ай Пи Эр Ме- диа» Лицензионный договор№7937/21П от 12.05.21</p> <p>ООО «Ай Пи Эр Ме- диа» Лицензионный договор №8427/21П от 04.10.21</p> <p>ООО «Ай Пи Эр Ме- диа» Лицензионный договор № 9099/22 от 12.03.2022</p>
---	---------	---------------	--	---

4	Юрайт	Раздел «Легендарные книги» Гуманитарные, естественные науки, биологии технические, сельскохозяйственное хозяйство	08.10.2019 07.10.2020 08.10.2020 07.10.2021 08.10.2021 07.10.2022	От 08.10.2019 № 4239 Безвозмездный, с правом ежегодного продления.
---	-------	---	--	---

Информационно-телекоммуникационные ресурсы сети «Интернет»

1. <http://cyberleninka.ru> Научная электронная библиотека «Киберленинка»
2. <http://cheloveknauka.com> Человек и наука
3. <http://www.rsl.ru/ru> Российская государственная библиотека
4. <http://elibrary.ru> Научная электронная библиотека
5. <http://wikipedia.org/wiki> - Википедия – поисковая система.
6. <http://www.iqlib.ru> – электронно-библиотечная система.
7. <http://studentam.net> – электронная библиотека учебников.
8. www.dissertac.ru – электронная библиотека диссертационных работ
9. Электронная библиотека РФФИ (e-library).
10. Образовательный портал КубГАУ [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://edu.kubsau.local>

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Методические рекомендации по подготовке к зачету

Для получения допуска к зачету по дисциплине студент обязан выполнить все лабораторные работы, оформить результаты в виде отчета, а также выполнить индивидуальные контрольные домашние задания. Защита отчета по лабораторной работе предполагает обсуждение полученных студентом результатов и ответы на вопросы по теме. Подготовка к зачету требует определенного алгоритма действий. Прежде всего, необходимо ознакомиться с вопросами, которые выносятся на зачет. На основе этого надо составить план повторения и систематизации учебного материала на каждый день, чтобы оставить день или его часть для повторного обобщения программного материала.

Нельзя ограничиваться только конспектами лекций, следует проработать нужные учебные пособия, рекомендованную литературу.

Последовательность работы в подготовке к зачету должна быть такая: внимательно прочитать и уяснить суть требований конкретного вопроса программы; ознакомиться с конспектом; внимательно проработать необходимый учебный материал по учебным пособиям и рекомендуемой литературе.

Если для отдельной темы преподаватель предложил специальную научную литературу, которую студент разрабатывал в период подготовки к занятиям, необходимо вернуться к записям этих материалов (а в отдельных случаях к оригиналам).

В отдельной тетради на каждый вопрос следует составить краткий план ответа в логической последовательности и с фиксацией необходимого иллюстративного материала (примеры, рисунки, схемы, уравнения химических реакций).

Если отдельные вопросы остаются неясными, их необходимо написать на полях конспекта, чтобы выяснить на консультации. Основные положения темы после глубоко осознания их сути следует заучить, повторяя несколько раз или рассказывая коллеге. Важнейшую информацию следует обозначать другим цветом, это помогает лучше их запомнить.

Следует постепенно переходить от повторения материала одной темы к другой. Когда повторен и систематизирован весь учебный материал, необходимо пересмотреть его еще раз уже со своими записями.

Удобнее готовиться к зачету в читальном зале библиотеки или в специализированном учебном кабинете. В течение суток необходимо работать 8-9 часов, делая через каждые 1,5 часа перерыва на 15 мин.

Студентам нужно знать общие требования к оценке знаний. Нужно выявить:

- 1) понимание и степень усвоения вопроса, полноту, измеряемая количеством программных знаний об объекте, который изучают;
- 2) глубину, которая характеризует совокупность связей между знаниями, которые осознают студенты;
- 3) методологическое обоснование знаний;
- 4) ознакомление с основной литературой по предмету, а также с современной периодической литературой по предмету;
- 5) логику, структуру, стиль ответа и умение студента защищать научно-теоретические положения, которые выдвигают, осознанность, обобщенность, конкретность;
- 8) прочность знаний.

Методические рекомендации по выполнению кейс-заданий

Цель метода кейсов - научить обучающихся анализировать проблемную ситуацию – кейс, и выработать решение; научить работать с информационными источниками.

Метод кейсов способствует развитию у обучающихся самостоятельного мышления, умения выслушивать и учитывать альтернативную точку зрения, аргументировано высказать свою. С помощью этого метода студенты имеют возможность проявить и усовершенствовать аналитические и оценочные навыки, научиться работать в команде, находить наиболее рациональное решение поставленной проблемы.

Технология метода заключается в следующем: по определенным правилам разрабатывается модель конкретной проблемной ситуации, произошедшей в предметной области, и отражается тот комплекс знаний и практических навыков, которые обучающимся нужно получить.

Метод представляет собой специфическую разновидность исследовательской аналитической технологии, т.е. включает в себя операции исследовательского процесса, аналитические процедуры.

Преподаватель готовит начальный кейс. Рекомендуемые источники:

1. Пестунова С.А. Химия воды: теоретические и прикладные аспекты. Учеб. пособие / С. А. Пестунова, Е. А. Кайгородова – Краснодар : КубГАУ 2019. – 173 с.

https://edu.kubsau.ru/file.php/105/POSOBIE_KHIMIJA_VODY_TEOR_I_PRIKLAD_ASPEKTY_438612_v1_.PDF

2. Кайгородова Е. А. Неорганическая и аналитическая химия : учеб.-метод. пособие / Е. А. Кайгородова, И. И. Сидорова. – Краснодар: КубГАУ, 2016. – 138 с.

http://edu.kubsau.ru/file.php/105/02_Neorganicheskaja_i_analiticheskaja_khimija._Uch.-metod._posobie_dlja_studentov_veterinarnogo_fakulteta.pdf

3. Наумова Г.М. Техника ведения химического эксперимента в лаборатории химии / Г.М. Наумова, Е.К. Яблонская, Е.А. Кайгородова. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – 80 с.

http://edu.kubsau.ru/file.php/105/03_03.07.13/08_tekhnika_vedenija_khimicheskogo_eksperimenta.pdf

Методические рекомендации по подготовке к контрольной (самостоятельной) работе

Подготовка к контрольной работе требует определенного алгоритма действий. Прежде всего, необходимо ознакомиться с вопросами, темами, которые выносятся на контрольную работу.

Нельзя ограничиваться только конспектами лекций, следует проработать нужные учебные пособия, рекомендованную литературу.

Последовательность работы в подготовке к контрольным мероприятиям должна быть такая: внимательно прочитать и уяснить суть требований конкретного вопроса программы; ознакомиться с конспектом; внимательно проработать необходимый учебный материал по учебным пособиям и рекомендованной литературе.

Если для отдельной темы преподаватель предложил первоисточник, специальную научную литературу, которую студент разрабатывал в период подготовки к семинарским или иным занятиям, необходимо вернуться к записям этих материалов (а в отдельных случаях и до оригиналов), воссоздать в памяти основные научные положения.

В отдельной тетради на каждый вопрос следует составить краткий план ответа в логической последовательности и с фиксацией необходимого иллюстративного материала (примеры, рисунки, схемы, цифры).

Методические рекомендации по подготовке к тестированию

При подготовке к тесту не следует просто заучивать раздел учебника, необходимо понять логику изложенного материала. Этому немало способствует составление развернутого плана, таблиц, схем, внимательное изучение исторических карт. Большую помощь оказывают разнообразные опубликованные сборники тестов, Интернет-тренажеры, позволяющие, во-первых, закрепить знания, во-вторых, приобрести соответствующие психологические навыки саморегуляции и самоконтроля. Именно такие навыки не только повышают эффективность подготовки, позволяют более успешно вести себя во время теста, но и вообще способствуют развитию навыков мыслительной работы.

Методика выполнения и защита рефератов

Выполнение реферата является одной из форм контроля самостоятельной работы студентов с литературными (учебными и научными) источниками в высшем учебном заведении.

В начале семестра преподаватель выдает отдельным студентам темы рефератов. Реферат в целом или по разделам разрабатывается отдельным студентом и оформляется в установленном порядке.

Техническое оформление реферата

Структура реферата:

Титульный лист

Титульный лист оформляется следующим образом: **см. типовой пример I.**

Содержание реферата

- I. Введение
- II. Основная часть (литературный обзор)
- III. Заключение (выводы)
- IV. Список литературы

1. После титульного листа на отдельной странице следует оглавление (план, содержание), в котором указаны названия всех разделов (пунктов плана) реферата и номера страниц, указывающие начало этих разделов в тексте реферата.

2. После оглавления следует введение с указанием названий разделов. Объем введения составляет 1,5-2 страницы.

Во введении кратко обосновывается актуальность и целесообразность выбранной тематики.

3. Основная часть реферата может иметь одну или несколько глав, состоящих из 2-3 параграфов (подпунктов, разделов) и предполагает осмысленное и логичное изложение главных положений и идей, содержащихся в изученной литературе. В тексте обязательны ссылки на первоисточники. В

том случае, если цитируется или используется чья-либо неординарная мысль, идея, вывод, приводится какой-либо цифровой материал, таблицы - обязательно следует сделать ссылку на того автора, у кого вы взяли данный материал.

Цель литературного обзора: осмыслить, и обобщить учебный и научный материал по современному состоянию данного вопроса и предложить перспективные пути решения проблем.

4. Заключение содержит главные выводы, и итоги из текста основной части, в нем отмечается, как выполнены задачи, и достигнуты ли цели, сформулированные во введении.

5. Приложение может включать графики, таблицы, расчеты.

6. Библиография (список литературы).

Здесь указывается реально использованная для написания реферата литература, оформленная по правилам библиографического описания в соответствии с требованиями Госстандарта.

Этапы работы над рефератом

Работу над рефератом можно условно подразделить на три этапа:

- 1.Подготовительный этап, включающий изучение предмета исследования;
- 2.Изложение результатов изучения в виде связного текста;
- 3.Устное сообщение по теме реферата.

Типовой пример I

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования

**«Кубанский государственный аграрный университет
имени И.Т. Трубилина»**

Кафедра химии

Тема реферата

Органические вещества в водных экосистемах: поступление, трансформация, токсическое действие на биоту

Реферат подготовлен

Петровым Сергеем Васильевичем
студентом группы ВВ-2201
факультета гидромелиорации

Руководитель работы
доцент кафедры химии
Пестунова Светлана Анатольевна

КРАСНОДАР
2022

Работа над выполнением реферативного задания может проводиться в читальных залах библиотеки КубГАУ, в домашних условиях в часы, отведенные для самостоятельной работы (87 ч), а также в период индивидуальной работы студентов под контролем преподавателя на кафедре химии. По окончании индивидуальной проработки всего задания студенты группы оформляют и сдают оформленный реферат для проверки преподавателю не позже, чем за две недели до его защиты.

Студенту рекомендуется воспользоваться материалами фонда библиотеки КубГАУ согласно ниже приведенному плану.

Рекомендуемый план литературного поиска

- общая информация о проблеме с помощью учебников, энциклопедий, справочников, сети Internet (не приводятся в списке литературы), научных журналов (приводятся в списке источников);
- использование найденных ссылок в рекомендованном списке литературы для дальнейшего ознакомления с проблемой;
- ознакомление с оригинальными работами.

В процессе поиска книг, статей необходимо пользоваться библиотечными каталогами, расположенными в корпусе зоологического факультета, либо

электронно-библиотечными системами внутренней сети Internet, пройдя регистрацию, и получив реквизиты режимов доступа.

В зависимости от степени проработки темы и оформления реферата студенту предоставляется право выступить с сообщением по теме реферата на заседании кружка СНО кафедры химии в формате ежегодно проводимых конференций (факультетской или межфакультетской). На сообщение по теме реферата с использованием мультимедийных средств отображения информации отводится 5-6 минут.

Лучшие из работ (предпочтительно экспериментальные) могут быть представлены для участия в университетском смотре студенческих работ.

Учитывая содержательный характер реферативной работы и качество его защиты, преподаватель может принять решение о дифференцированном зачете части материала реферата, выносимого на зачет.

Методические указания по написанию доклада

В ходе подготовки доклада у студента вырабатываются навыки самостоятельного творческого мышления, умение анализировать и систематизировать многочисленную информацию, поставляемую учебными и научными изданиями, периодикой, средствами массовой информации. Кроме того, опыт публичных выступлений позволяет студенту сформировать ряд коммуникативных качеств, таких как умение четко и доступно излагать свои мысли, делать выводы, наличие яркой и образной речи и других, без которых невозможно активное и успешное продвижение по карьерной лестнице молодого специалиста.

Подготовка доклада требует углубленного изучения сообщаемой темы, обращения к специальной литературе, справочному аппарату. В связи с этим работа над докладом предполагает прохождение следующих этапов:

1. *Выбор темы доклада.* В ходе практических занятий выбор происходит в зависимости от предложенных преподавателем вопросов, имеющих в методическом пособии тем или от собственных интересов студента.

2. *Постановка цели доклада.* Формулирование цели работы необходимо для определения направления поиска необходимой литературы и разработки структуры доклада. Строго говоря, цель – это мысленное предвосхищение желаемого результата деятельности. Поэтому постановка цели должна максимально совпадать с названием темы доклада. В устном выступлении сообщение цели обязательно должно начинаться со слов: «В своем докладе я хочу рассказать о...», «Целью моей работы было...».

3. *Подбор необходимой литературы по теме.* Работа с литературой состоит из системного подбора книг и последующего изучения, содержащихся в них материалов, в результате чего корректируется название темы и формулировка целей работы. Желательно использовать для подготовки доклада не менее трех наименований источников, что должно продемонстрировать умение студента сопоставлять и анализировать литературу. Доклад выполняется

только по научным (не по учебникам!) исследованиям, монографиям и научным статьям.

4. *Определение структуры доклада.* Этот пункт завершает подготовительную работу для написания текста доклада и должен содержать все, что можно предвидеть. Структура представляет собой краткий тезисный конспект того, что выносится в сообщение. Обязательными компонентами являются собственные выводы и список использованной литературы.

5. *Работа над текстом доклада.* Прежде всего, необходимо помнить, что время доклада ограничено. Поэтому следует отбирать только наиболее важный материал. Как правило, это развернутый тезис из конспекта-структуры и его доказательство или примеры. При этом необходимо избегать «разорванности» текста, одно должно плавно вытекать из другого, соответствовать логической линии доклада. Это особенно важно при работе с несколькими источниками.

Доклад не должен быть перегружен точными цифрами. Следует выяснить значение всех новых понятий, встречающихся в докладе, и уметь их объяснить. В конце доклада необходимо четко сформулировать выводы, которые соответствуют поставленным задачам и обобщают изложенный материал.

По времени объем доклада составляет 7-10 минут.

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине позволяют:

- обеспечить взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети "Интернет";
- фиксировать ход образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации по дисциплине и результатов освоения образовательной программы;
- организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентаций, учебных фильмов;
- контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования;
- автоматизировать расчеты аналитических показателей;
- автоматизировать поиск информации посредством использования справочных систем.

Перечень программного обеспечения на 18.05.2021

Перечень лицензионного ПО

№	Наименование	Краткое описание
1	Microsoft Windows	Операционная система
2	Microsoft Office (включает Word, Excel, PowerPoint)	Пакет офисных приложений

3	Microsoft Project	Управление проектами
4	Microsoft Visio	Схемы и диаграммы
5	Microsoft Visual Studio	Разработка приложений
6	Microsoft Access	СУБД
7	Компас	САПР
8	Autodesk Autocad	САПР
9	Statistica	Статистика
10	Система тестирования IN-DIGO	Тестирование
11	1С.Предприятие	ERP
12	1С.Бухгалтерия	Учетная система

Примерный перечень свободно распространяемого ПО**

№	Наименование	Краткое описание
1	Linux	Операционная система
2	Libre Office (включает Writer, Calc, Impress, Draw, Base)	Пакет офисных приложений
3	Nanocad	САПР
4	Gimp	Графический редактор
5	Blender	3D-проектирование
6	Notepad++	Текстовый редактор
7	Cisco Packet Tracer	Моделирование компьютерных сетей

** перечень может дополняться разработчиком рабочей программы. В этом случае необходимо представить ссылку, подтверждающую статус используемого ПО.

– Система тестирования ИНДИГО

Авторские программные продукты, базы данных

1. Свидетельство о государственной регистрации баз данных 2008620370 Мультимедийные лекции по химии: «Вода и её свойства. Водоподготовка», авторы Кайгородова Е.А., Гайдукова Н.Г., Яблонская Е.К.

2. Свидетельство о государственной регистрации баз данных № 2009620262 Мультимедийные лекции по химии: «Химическая кинетика и термодинамика», авторы Кайгородова Е.А., Гайдукова Н.Г., Яблонская Е.К.

3. Свидетельство о государственной регистрации базы данных РФ № 2010620512 И.И. Мультимедийные лекции по химии: «Титриметрический анализ», авторы: Гайдукова Н.Г. Яблонская Е.К., Сидорова И.И..

4. Свидетельство о государственной регистрации базы данных РФ № 2010620513 Мультимедийные лекции по химии: «Гравиметрический анализ», авторы: Гайдукова Н.Г. Яблонская Е.К., Сидорова Свидетельство о государственной регистрации базы данных РФ № 2010620514 «Кислотно-основное титрование».

5. Свидетельство о государственной регистрации базы данных РФ № 2010620517 Мультимедийные лекции по химии: «Основные принципы качественного анализа», авторы: Гайдукова Н.Г. Яблонская Е.К., Сидорова, авторы: Гайдукова Н.Г. Яблонская Е.К., Сидорова.

6. Свидетельство о государственной регистрации базы данных РФ № 2010620518 «Равновесия в гомогенных системах», авторы: Гайдукова Н.Г. Яблонская Е.К., Сидорова.

7. Свидетельство о государственной регистрации базы данных РФ № 2010620525 «Окислительно-восстановительные равновесия в химических реакциях», авторы: Гайдукова Н.Г. Яблонская Е.К., Сидорова.

8. Свидетельство о государственной регистрации базы данных РФ № 2010620526 Мультимедийные лекции по химии: «Окислительно-восстановительное титрование», авторы: Гайдукова Н.Г. Яблонская Е.К., Сидорова И.И.

9. Свидетельство о государственной регистрации базы данных РФ № 20106205257 «Основные понятия аналитической химии» «Основные понятия аналитической химии», авторы: Гайдукова Н.Г. Яблонская Е.К., Сидорова И.И.

12 Материально-техническое обеспечение для обучения по дисциплине *В соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО*

Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
Специальные помещения: учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации		
.Химия	Ауд. 412 Лекционная аудитория Акустическая система и компью-	г. Краснодар, ул. Калинина д. 13, здание учебного кор-

<p>Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы</p>	<p>Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения</p>	<p>Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)</p>
	<p>терная техника: Ноутбук Lenovo, Проектор для демонстрации мультимедийных презентаций, экран с электроприводом, трибуна докладчика Polymedia. Оборудование используется для чтения лекций Трибуна Экран с электроприводом</p>	<p><i>пуса зооинженерного факультета.</i></p>
	<p>Ауд. 411 Лаборатория по подготовке демонстрационных опытов Вытяжной шкаф Таблицы Набор реактивов и химической посуды для проведения демонстрационных опытов Стол химический Стул жесткий – 2 Стул ПМ Шкаф аптечный</p>	<p><i>г. Краснодар, ул. Калинина д. 13, здание учебного корпуса зооинженерного факультета.</i></p>
<p>Химия</p>	<p>Помещение №136 ЗОО, посадочных мест — 12; площадь — 41,1м²; лаборатория . лабораторное оборудование (встряхиватель — 1 шт.; стенд лабораторный — 5 шт.; калориметр — 4 шт.); технические средства обучения (принтер — 1 шт.); специализированная мебель(учебная доска, учебная мебель).</p>	<p><i>г. Краснодар, ул. Калинина д. 13, здание учебного корпуса зооинженерного факультета.</i></p>
<p>Химия</p>	<p>Помещение №132 ЗОО, посадочных мест — 12; площадь — 64,6м²; лаборатория . лабораторное оборудование (микроскоп — 1 шт.; шкаф лабораторный — 1 шт.;</p>	<p><i>г. Краснодар, ул. Калинина д. 13, здание учебного корпуса зооинженерного факультета.</i></p>

<p>Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы</p>	<p>Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения</p>	<p>Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)</p>
	<p>центрифуга — 3 шт.); специализированная мебель(учебная доска, учебная мебель).</p>	
<p>Химия</p>	<p>Помещение №232 ЗОО, посадочных мест — 12; площадь — 42,9м²; лаборатория лабораторное оборудование (дозатор — 3 шт.); технические средства обучения (экран — 1 шт.); специализированная мебель(учебная доска, учебная мебель).</p>	<p>г. Краснодар, ул. Калинина д. 13, здание учебного корпуса зооинженерного факультета.</p>
<p>Химия</p>	<p>Помещение №234 ЗОО, посадочных мест — 12; площадь — 38,6м²; лаборатория лабораторное оборудование (шкаф лабораторный — 1 шт.; центрифуга — 1 шт.); специализированная мебель(учебная доска, учебная мебель).</p>	<p>г. Краснодар, ул. Калинина д. 13, здание учебного корпуса зооинженерного факультета.</p>
<p>Органическая химия</p>	<p>Помещение №402 ЗР, площадь — 45,3м²; лаборатория холодильник — 1 шт.; лабораторное оборудование (весы — 2 шт.; насос — 1 шт.; мешалка — 1 шт.); специализированная мебель(учебная доска, учебная мебель).</p>	<p>350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, здание учебного корпуса факультета защиты растений</p>
<p>Органическая химия</p>	<p>Помещение №404 ЗР, посадочных мест — 16; площадь — 61,7м²; лаборатория лабораторное оборудование (весы — 1 шт.);</p>	<p>350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, здание учебного корпуса факультета защиты</p>

Наименование учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей), практики, иных видов учебной деятельности, предусмотренных учебным планом образовательной программы	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
	специализированная мебель(учебная доска, учебная мебель).	растений
Органическая химия	Помещение №418 ЗР, посадочных мест — 16; площадь — 40,6м ² ; лаборатория лабораторное оборудование (весы — 1 шт.; иономер — 3 шт.); специализированная мебель(учебная доска, учебная мебель).	350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, здание учебного корпуса факультета защиты растений
Органическая химия	Помещение №419 ЗР, посадочных мест — 16; площадь — 38,7м ² ; лаборатория лабораторное оборудование (шкаф лабораторный — 1 шт.; весы — 1 шт.; кондуктометр — 1 шт.; иономер — 2 шт.; стенд лабораторный — 1 шт.); специализированная мебель(учебная доска, учебная мебель).	350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, здание учебного корпуса факультета защиты растений

Приложение

к рабочей программе дисциплины «ХИМИЯ и МИКРОБИОЛОГИЯ ВОДЫ»

Практическая подготовка по дисциплине «Химия и микробиология воды»

Занятия лекционного типа:

Содержание учебной информации, необходимой для последующего выполнения работ	Трудоемкость, час.	ФИО. Должность НПР (ПР), из числа работников организаций, осуществляющих трудовую деятельность в профессиональной сфере, соответствующей профилю ОП
--	--------------------	--

.....		
Итого : теоретическая подготовка, изучение методик исследования.	Указываются часы лекционных занятий, проводимых в форме практической подготовки из таблицы п. 4 и п. 5 – нет	нет

лабораторные занятия:

Элементы работ, связанные с будущей профессиональной деятельностью	Трудоемкость, час.	Используемые оборудование и программное обеспечение
<p>При наличии полного анализа воды можно судить о ее пригодности, как для питьевого, так и технического назначения, сделать выбор соответствующих методов обработки воды и решить вопросы, связанные с утилизацией при этом сточных вод.</p> <p>Водоснабжение – важнейшая отрасль техники, направленная на повышение жизненного уровня людей, благоустройство населенных пунктов, развитие промышленности и сельского хозяйства.</p>		Таблица12 Материально-техническое обеспечение
Итого	Указываются часы лабораторных и проводимых в форме практической подготовки из таблицы п. 4 и п. 5 32 часа	Выполнение кейс-заданий предусматривает ознакомление с техникой безопасности выполнения экспериментальных работ, работа с реактивами, предварительную теоретическую проработку материала по теме занятия, на базе которой обучающийся может самостоятельно выполнять

		химические опыты по предлагаемой методике под контролем преподавателя, описывать аналитические сигналы реакций, формулировать выводы по выполненным работам (ПКС 1).
--	--	--