



КГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУ»)

9 28.04.2026

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Института теплоэнергетики

С.О.Гапоненко

« 30 » 05 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.20.08 Основы водоподготовки

Направление  
подготовки

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Квалификация

Бакалавр

г. Казань, 2023

Программу разработал(и):

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
ХВ	к.х.н.	Гибадуллина Х.В.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	ХВ	10.05.23	10	_____ Зав.каф., д.х.н., проф. Чичиров А. А.
Согласована	АТЭС	18.05.23	23-22/23	_____ Зав.каф., д.х.н., проф. Чичирова Н. Д.
Согласована	ХВ	19.05.23	11	_____ Зав.каф., д.х.н., проф. Чичиров А. А.
Согласована	ЭОС	19.05.23	12	_____ Зав.каф., д.т.н., проф. Ильин В. К.
Согласована	ПТЭ	16.05.23	8	_____ Зав.каф., д.т.н., проф. Ваньков Ю. В.
Согласована	ЭОП	25.05.23	13	_____ Зав.каф., д.т.н., доц. Ахметова И. Г.
Согласована	Учебно-методический совет ИТЭ	30.05.23	9	_____ Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О.
Одобрена	Ученый совет ИТЭ	30.05.23	9	_____ Директор, к.т.н., доц. Гапоненко С.О.

## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Основы водоподготовки» является изучение химических систем и фундаментальных законов химии с позиций современной науки, формировании знаний по химии воды, изучение технологии очистки и подготовки теплоносителя для обеспечения оптимального водно-химического режима на ТЭС.

Задачами дисциплины являются: познакомить обучающихся с современными аналитическими и физико-химическими методами исследования свойств теплоносителя на ТЭС.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ОПК-3. Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3.3 Демонстрирует знание основных законов химии и понимание химических процессов
ОПК-4 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ОПК-4.5 Демонстрирует знание современных методов очистки и подготовки водного теплоносителя; способен анализировать данные химического контроля при эксплуатации энергооборудования

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.:  
Химия

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.:  
Технологические энергоносители предприятий

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр
			5
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	5	180	180
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	68	68
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1,39	50	50

Лекции	0,44	16	18
Практические (семинарские) занятия	0,50	18	18
Лабораторные работы	0,44	16	16
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	3,6	130	130
Проработка учебного материала	2,6	94	94
Курсовой проект	-	-	-
Курсовая работа	-	-	-
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	36
Промежуточная аттестация:			Э

Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестр
			5
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	5	180	180
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	44	44
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1,5	20	20
Лекции	0,22	8	8
Практические (семинарские) занятия	0,22	8	8
Лабораторные работы	0,11	4	4
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	4,44	160	160
Проработка учебного материала	4,19	151	151
Курсовой проект	-	-	-
Курсовая работа	-	-	-
Подготовка к промежуточной аттестации	1	9	9
Промежуточная аттестация:			Э

### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1.	46	4	6	6	30	ТК1	ОПК-3.5 З ОПК-4.5 З
Раздел 2.	48	6	6	6	30	ТК2	ОПК-3.5 У ОПК-4.5 У
Раздел 3.	50	6	4	6	34	ТК3	ОПК-3.5 В ОПК-4.5 В
Экзамен	36				36	ОМ	ОПК-3.5 У, В ОПК-4.5 У, В
<b>ИТОГО</b>	<b>180</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>94</b>		

### **3.3. Содержание дисциплины**

Раздел 1. Химия воды. Технологические показатели качества воды

Тема 1.1. Использование воды на ТЭС. Вода как теплоноситель, замедлитель и рабочее тело. Типичные схемы обращения воды на ТЭС. Загрязнение водного теплоносителя в трактах ТЭС. Характеристика природных вод. Химический состав поверхностных и подземных природных вод

Тема 1.2. Технологические показатели качества воды. Жесткость, щелочность, рН, окисляемость, концентрация ионов, концентрация грубодисперсных примесей, сухой остаток, электропроводность

Раздел 2. Технологии очистки воды

Тема 2.1. Предварительная очистка воды. Физико-химические процессы, протекающие в воде при коагуляции. Изменение химического состава воды при коагуляции

Тема 2.2. Химические реакции, протекающие при известковании воды. Принципиальные технологические схемы установок для обработки воды методами осаждения. Механические (осветлительные) фильтры насыпного и намывного типа. Требования, предъявляемые к фильтрующим материалам для фильтров насыпного и намывного типа

Тема 2.3. Обработка воды методом ионного обмена. Ионообменные материалы, применяемые на водоподготовительных установках. Основные закономерности ионного обмена. Технология катионирования: На-катионирование, Н-катионирование. Технология ионитного (химического) обессоливания воды. Процессы последовательного Н-ОН-ионирования воды. Принципиальные схемы ионитного обессоливания воды с одной и несколькими ступенями раздельного Н-ОН-ионирования. Процесс совместного Н-ОН-ионирования воды

Тема 2.4. Мембранные методы очистки воды. Особенности ионного обмена и процессов в ионообменных мембранах. Принципиальные схемы электродиализных аппаратов. Диализ. Обратный осмос. Характеристики мембран. Требования к качеству исходной воды, обрабатываемой мембранными способами

Раздел 3. Очистка воды от растворенных газов

Тема 3.1. Удаление из воды растворимых газов. Процессы абсорбции и десорбции газов. Технология деаэрации воды. Технология декарбонизации воды

Тема 3.2. Химические методы удаления из воды коррозионно-агрессивных газов

Тема 3.3. Экологические аспекты различных технологий обработки воды. Стоки установок предварительной очистки воды. Стоки ионообменных установок. Стоки установок ультрафильтрации и обратного осмоса. Очистка нефтесодержащих сточных вод. Нейтрализация, концентрирование и обработка стоков на ТЭС

### 3.4. Тематический план практических занятий

1. Вода: физико-химические свойства, строение молекул. Реакции гидратации и гидролиза
2. Произведение растворимости. Условие образования и растворения осадков малорастворимых соединений
3. Показатели качества воды: кислотность, щелочность.
4. Закон эквивалентов для растворов. Индикаторы кислотно-основного титрования
5. Жесткость воды. Комплексометрическое титрование. Металлоиндикаторы
6. Предварительная очистка воды методами коагуляции и осаждения
7. Методы умягчения и обессоливания воды
8. Очистка воды от растворенных газов
9. Мембранные технологии водообработки

### 3.5. Тематический план лабораторных работ

1. Техника безопасности. Получение осадков малорастворимых электролитов и их поведение в водных растворах
2. рН-метрическое определение степени и константы диссоциации слабой кислоты
3. Водородный показатель и кислотность воды. Определение кислотности методом прямого и обратного титрования
4. Определение щелочности воды методом прямого и обратного титрования
5. Определение жесткости воды
6. Очистка воды от ионов железа (III) методом ионного обмена
7. Определение концентрации кислорода, растворенного в воде
8. Определение окисляемости воды титриметрическими методами

### 3.6. Курсовой проект /курсовая работа

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

## 4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
Шкала оценивания						
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно

						тельно
			зачтено			не зачтено
ОПК-3	ОПК-3.3	знать:				
		Знает основные законы химии и понимание химических процессов	Знает основные законы химии и понимание химических процессов, не допускает ошибок	Знает основные законы химии и понимание химических процессов, при ответе может допустить несколько не грубых ошибок	Знает основные законы химии и понимание химических процессов, допускает множеств о мелких ошибок	Знает основные законы химии и понимание химических процессов, допускает грубые ошибки
		уметь:				
		умеет проводить расчеты и определять условия протекания химических процессов, протекающих в теплоэнергетических установках	Демонстрирует умение проводить расчеты и определять условия протекания химических процессов, протекающих в теплоэнергетических установках, не допускает ошибок	Демонстрирует умение проводить расчеты и определять условия протекания химических процессов, протекающих в теплоэнергетических установках, может допустить несколько не грубых ошибок	В целом демонстрирует умение проводить расчеты и определять условия протекания химических процессов, протекающих в теплоэнергетических установках, допускает множеств о мелких ошибок	При решении типовых задач демонстрирует умение проводить расчеты и определять условия протекания химических процессов, протекающих в теплоэнергетических установках, допускает грубые ошибки
		владеть:				
		владеет основными методами теоретического и эксперимента	Продемонстрированы навыки владения основным и	Продемонстрированы навыки теоретического и экспериме	Имеет минимальный набор навыков теоретического и экспериме	Не продемонстрированы базовые навыки теоретического и

		льного исследования химических процессов, протекающих при водоподготовке	методами теоретического и экспериментального исследования химических процессов, протекающих при водоподготовке, не допускает ошибок	нтального исследования химических процессов, протекающих при водоподготовке, может допустить несколько не грубых ошибок	нтального исследования химических процессов, протекающих при водоподготовке, допускает несколько не грубых ошибок	экспериментального исследования химических процессов, протекающих при водоподготовке, допускает грубые ошибки
ОПК-4	ОПК-4.5	знать:				
		знает современные методы подготовки водного теплоносителя	знает современные методы подготовки и водного теплоносителя, не допускает ошибок	знает современные методы подготовки и водного теплоносителя, может допустить несколько не грубых ошибок	знает современные методы подготовки и водного теплоносителя, допускает несколько не грубых ошибок	знает современные методы подготовки и водного теплоносителя, допускает грубые ошибки
		уметь:				
		умеет анализировать данные химического контроля при эксплуатации энергооборудования	Демонстрирует умение анализировать данные химического контроля при эксплуатации энергооборудования, не допускает ошибок	Демонстрирует умение анализировать данные химического контроля при эксплуатации энергооборудования, может допустить несколько не грубых ошибок	В целом демонстрирует умение анализировать данные химического контроля при эксплуатации энергооборудования, допускает несколько не грубых ошибок	При решении типовых задач демонстрирует умение анализировать данные химического контроля при эксплуатации энергооборудования, допускает грубые ошибки
владеть:						
		владеет методами анализа	Продемонстрированы	Продемонстрированы	Имеет минимальный набор	Не продемонстрирован

		химических показателей и состава жидкостей, используемых как теплоносители и рабочие тела в теплотехнологических установках ТЭС	навыки владения методами анализа химических показателей и состава жидкостей, используемых как теплоносители и рабочие тела в теплотехнологических установках ТЭС, не допускает ошибок	навыки владения методами анализа химических показателей и состава жидкостей, используемых как теплоносители и рабочие тела в теплотехнологических установках ТЭС, может допустить несколько не грубых ошибок	навыков анализа химических показателей и состава жидкостей, используемых как теплоносители и рабочие тела в теплотехнологических установках ТЭС, допускает множество мелких ошибок	базовые навыки анализа химических показателей и состава жидкостей, используемых как теплоносители и рабочие тела в теплотехнологических установках ТЭС, допускает грубые ошибки
--	--	---	---	--	--	---

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Учебно-методическое обеспечение**

#### **5.1.1. Основная литература**

1. Химический анализ в энергетике: в 5 книгах. - М.: МЭИ, 2008. - ISBN 978-5-383-00170-7. - Текст: непосредственный.

Кн. 1: Фотометрия / В. Л. Меньшикова, Ю. А. Морыганова, В. Ф. Очков; под ред. А. П. Пильщикова. Кн. 2: Титриметрия и гравиметрия / Ю. А. Морыганова, В. Л. Меньшикова, В. Н. Кулешов [и др.]; под ред. В. Ф. Очкова / Ю. А. Морыганова, В. Ф. Очков, В. Л. Меньшикова [и др.]. - 2008. - 407 с.: ил. - ISBN 978-5-383-00171-4

2. Водоподготовка в энергетике: учебное пособие / А. С. Копылов, В. М. Лавыгин, В. Ф. Очков. - М.: Издательский дом МЭИ, 2017. - 310 с. - URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383011157.html>. - ISBN 978-5-383-01115-7. - Текст : электронный

### 5.1.2.Дополнительная литература

1. Коровин Н.В. Общая химия: лабораторный практикум: учебное пособие / Коровин Н., В., под общ., ред., Камышова В., К., Удрис Е. Я. — Москва: КноРус, 2022. — 335 с. — ISBN 978-5-406-09543-0. — URL: <https://book.ru/book/943190>.

2. Химия водной среды в теплоэнергетике : учебное пособие / сост.: А. А. Филимонова, А. А. Чичиров, Н.Д. Чичирова. - Казань : КГЭУ, 2020. - 121 с. - URL: [https://lib.kgeu.ru/irbis64r\\_plus/index.html](https://lib.kgeu.ru/irbis64r_plus/index.html). - Б. ц. - Текст : электронный.

## 5.2. Информационное обеспечение

### 5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

1. Электронно-библиотечная система «Лань», <https://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система «ibooks.ru»,<https://ibooks.ru/>
3. Электронно-библиотечная система «book.ru»,<https://www.book.ru/>
4. Энциклопедии, словари, справочники, <http://www.rubricon.com>
5. Портал «Открытое образование», <http://npoad.ru>
6. Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru>

### 5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы

1. Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru>
2. Российская государственная библиотека <http://www.rsl.ru>
3. Образовательный портал <http://www.uceba.com>

### 5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

1. Windows 7 Профессиональная (Pro)
2. Браузер Chrome
3. Adobe Acrobat
4. LMS Moodle

## 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.
Лабораторные работы	Учебная лаборатория В-519	Специализированное лабораторное оборудование по профилю лаборатории: доска аудиторная, устройство выпрямительное ВСА-5К, штативы металлические (2 шт.), химические реактивы (от 10 г до 1 кг. в стеклянной и пластиковой таре), химическая стеклянная посуда (от 1 мл до 2 л.), таблица Менделеева, таблица по ТБ, таблица «Стандартный ряд электронов»
	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет В-600а	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение

## **7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www//kgeu.ru](http://www//kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18

пунктов), тотально озвучивается;

- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## **8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

*Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и

интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

*Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

*Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

*Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.

**Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год**

№ П/П	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					

*Приложение к рабочей  
программе дисциплины*



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
по дисциплине**

**Б1.О.20.08 Основы водоподготовки**

---

г. Казань, 2023



## 2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

### Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ОПК-3	ОПК-3.5	знать:				
		Знает типичные схемы обращения воды на ТЭС, химический состав и характеристики природных вод	Знает типичные схемы обращения воды на ТЭС, химический состав и характеристики природных вод, не допускает ошибок	Знает типичные схемы обращения воды на ТЭС, химический состав и характеристики природных вод, при ответе может допустить несколько не грубых ошибок	Знает типичные схемы обращения воды на ТЭС, химический состав и характеристики природных вод, допускает грубые ошибки	Знает типичные схемы обращения воды на ТЭС, химический состав и характеристики природных вод, допускает грубые ошибки
		уметь:				
		умеет проводить расчеты и определять условия протекания химических процессов, протекающих в теплоэнергетических установках	Демонстрирует умение проводить расчеты и определять условия протекания химических процессов, протекающих в теплоэнергетических установках, не допускает ошибок	Демонстрирует умение проводить расчеты и определять условия протекания химических процессов, протекающих в теплоэнергетических установках, может допустить несколько	В целом демонстрирует умение проводить расчеты и определять условия протекания химических процессов, протекающих в теплоэнергетических установках, допускает	При решении типовых задач демонстрирует умение проводить расчеты и определять условия протекания химических процессов, протекающих в теплоэнергетических

				не грубых ошибок	множеств о мелких ошибок	х установка х, допускает грубые ошибки
		владеть:				
		владеет основными методами теоретического и экспериментального исследования химических процессов, протекающих при водоподготовке	Продемонстрированы навыки владения основным и методами теоретического и экспериментального исследования химических процессов, протекающих при водоподготовке, не допускает ошибок	Продемонстрированы навыки теоретического и экспериментального исследования химических процессов, протекающих при водоподготовке, может допустить несколько не грубых ошибок	Имеет минимальный набор навыков теоретического и экспериментального исследования химических процессов, протекающих при водоподготовке, допускает несколько ошибок	Не продемонстрированы базовые навыки теоретического и экспериментального исследования химических процессов, протекающих при водоподготовке, допускает грубые ошибки
ОПК-4	ОПК-4.5	знать:				
		знает современные методы подготовки водного теплоносителя	знает современные методы подготовки и водного теплоносителя, не допускает ошибок	знает современные методы подготовки и водного теплоносителя, может допустить несколько не грубых ошибок	знает современные методы подготовки и водного теплоносителя, допускает несколько ошибок	знает современные методы подготовки и водного теплоносителя, допускает грубые ошибки
		уметь:				
		умеет анализировать данные химического контроля при эксплуатации энергооборудования	Демонстрирует умение анализировать данные химического контроля при эксплуатации	Демонстрирует умение анализировать данные химического контроля при эксплуатации	В целом демонстрирует умение анализировать данные химического контроля при эксплуата	При решении типовых задач демонстрирует умение анализировать данные химического

			энергооборудования, не допускает ошибок	энергооборудования, может допустить несколько не грубых ошибок	ции энергооборудования, допускает множество мелких ошибок	контроля при эксплуатации энергооборудования, допускает грубые ошибки
		владеть:				
		владеет методами анализа химических показателей и состава жидкостей, используемых как теплоносители и рабочие тела в теплотехнологических установках ТЭС	Продемонстрированы навыки владения методами анализа химических показателей и состава жидкостей, используемых как теплоносители и рабочие тела в теплотехнологических установках ТЭС, не допускает ошибок	Продемонстрированы навыки владения методами анализа химических показателей и состава жидкостей, используемых как теплоносители и рабочие тела в теплотехнологических установках ТЭС, может допустить несколько не грубых ошибок	Имеет минимальный набор навыков анализа химических показателей и состава жидкостей, использует как теплоносители и рабочие тела в теплотехнологических установках ТЭС, допускает множество мелких ошибок	Не продемонстрированы базовые навыки анализа химических показателей и состава жидкостей, используемых как теплоносители и рабочие тела в теплотехнологических установках ТЭС, допускает грубые ошибки

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение расчетных работ в семестре; тестовых заданий; оформление и представление отчетов по лабораторным работам; полные и содержательные ответы на вопросы билета (теоретическое и практическое задание);

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение расчетных работ в семестре; тестовых заданий; оформление и представление отчетов по лабораторным работам; ответы на вопросы билета (теоретическое или практическое задание);

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение расчетных работ в семестре и тестовых заданий;

Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется за слабое и неполное выполнение расчетных работ в семестре и тестовых заданий; отсутствие отчетов по лабораторным работам.

### 3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Контрольная работа (КнТР)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
Отчет по лабораторной работе (ОЛР)	Выполнение лабораторной работы, обработка результатов испытаний, измерений, эксперимента. Оформление отчета, защита результатов лабораторной работы по отчету	Перечень заданий и вопросов для защиты лабораторной работы, перечень требований к отчету
Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий

### 4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

**Для текущего контроля:**

Проверяемые компетенции:

ОПК-3.5 Способен применять методы анализа, моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач;

ОПК-4.5 Демонстрирует знание современных методов очистки и подготовки водного теплоносителя; способен анализировать данные химического контроля при эксплуатации энергооборудования

#### *Тестовые задания*

1. Выберите правильный ответ. Раствор - это:
  - 1) механическая смесь;
  - 2) гомогенная система, состоящая из двух и более компонентов и продуктов их взаимодействия;
  - 3) индивидуальное вещество;
  - 4) смесь двух жидких веществ.

2. Выберите правильный ответ. Растворимость веществ не зависит от:

- 1) температуры;
- 3) природы растворяемого вещества;
- 2) давления газа;
- 4) присутствия катализатора.

3. Выберите правильный ответ. При повышении температуры растворимость твердых веществ в воде, как правило:

- 1) изменяется мало;
- 3) не изменяется;
- 2) повышается;
- 4) понижается.

4. Выберите правильный ответ. При понижении температуры растворимость газообразных веществ в воде, как правило:

- 1) изменяется мало;
- 2) повышается;
- 3) понижается;
- 4) не изменяется.

5. Выберите правильный ответ. При растворении гидроксида натрия в воде температура раствора повышается в результате:

- 1) гидратации ионов;
- 2) разрушения кристаллической решётки;
- 3) электролитической диссоциации;
- 4) химического взаимодействия веществ.

6. Выберите правильный ответ. Растворимость кислорода в воде увеличивается при:

- 1) понижении температуры;
- 2) повышении температуры;
- 3) понижении давления;
- 4) увеличении в ней концентрации растворённых солей.

7. Выберите правильный ответ. Кристаллические вещества, содержащие молекулы воды, называют:

- 1) кристаллогидратами;
- 2) гидрированными;
- 3) гидратами;
- 4) сольватами.

8. Выберите правильный ответ. Укажите формулу кристаллогидрата (комнатная температура):

- 1)  $\text{NaCl}$ ;
- 2)  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ;
- 3)  $\text{Cr}^{3+} \cdot (\text{H}_2\text{O})_6$ ;
- 4)  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ .

9. Выберите правильный ответ. Массовая доля растворенного вещества рассчитывается по формуле:

- 1)  $w = (m_g/m) \cdot 100 \%$  ;
- 2)  $v = C_m \cdot V$ ;

3)  $m = V \cdot \rho$ ;

4)  $v = m/M$ .

**10.** Выберите правильный ответ. Молярная концентрация растворенного вещества (моль/л; М) рассчитывается по формуле:

1)  $C = v/V$ ;

2)  $\rho = m/V$ ;

3)  $\alpha = (n/N) \cdot 100 \%$ ;

4)  $w = m_{\text{г}}/m_{\text{р-ра}}$ .

**11.** Выберите правильный ответ. Нормальность раствора (моль/л; н.) рассчитывается по формуле:

1)  $h = (n/N) \cdot 100 \%$ ;

2)  $C = m_{\text{г}} \cdot (M \cdot m_{\text{р-ля}})$ ;

3)  $C = m_{\text{г}}/(M_{\text{э}} \cdot V)$ ;

4)  $C = m_{\text{г}}/(M \cdot V)$ .

**12.** Выберите правильный ответ. Титр (г/мл) раствора рассчитывается по формуле:

1)  $v = m/M$ ;

2)  $N = v_{\text{в}}/(v_{\text{в}} + v_{\text{р-ля}})$ ;

3)  $T = m/V$ ;

4)  $\rho = m/V$ .

**13.** Выберите правильный ответ. В 2 л децимолярного раствора содержится ... моль(я) растворенного вещества:

1) 1;

2) 0,1;

3) 2;

4) 0,2;

5) 0,02.

**14.** Дополните предложение. В 2 л сантиномального раствора содержится ... моль(я) растворенного вещества

**15.** Дополните предложение. Для приготовления 1 л 0,1 М раствора сульфата меди (II) надо взвесить ... граммов  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ .

**16.** Выберите правильный ответ. Масса хлорида натрия и воды, необходимая для приготовления 400 г раствора с массовой долей 5 %, составляет:

1) 5 г соли, 400 г  $\text{H}_2\text{O}$ ;

2) 20 г соли, 380 г  $\text{H}_2\text{O}$ ;

3) 5 г соли, 395 г  $\text{H}_2\text{O}$ ;

4) 20 г соли, 405 г  $\text{H}_2\text{O}$ .

**17.** Выберите правильный ответ. Для приготовления 1 М раствора серной кислоты необходимо:

1)  $V_{\text{р-ра}} = 1$  л,  $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98$  г;

2)  $V_{\text{р-ра}} = 100$  мл,  $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 49$  г;

3)  $V_{\text{р-ра}} = 100$  г,  $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98$  г;

4)  $m_{\text{р-ра}} = 100$  г,  $m(\text{H}_2\text{SO}_4) = 98$  г.

**18.** Выберите правильный ответ. Для приготовления 1 М раствора хлорида алюминия необходимо:

- 1) 100 г  $H_2O$ , 133,5 г  $AlCl_3$ ;
- 2) 1 л  $H_2O$ , 133,5 г  $AlCl_3$ ;
- 3) 1 л р-ра, 44,5 г  $AlCl_3$ ;
- 4) 1 кг  $H_2O$ , 133,5 г  $AlCl_3$ .

**19.** Выберите правильный ответ. Массы азотной кислоты и воды, необходимые для приготовления 250 г раствора с массовой долей кислоты 46 %, составляет:

- 1) 46 г  $HNO_3$ , 250 г  $H_2O$ ;
- 2) 115 г  $HNO_3$ , 250 г  $H_2O$ ;
- 3) 115 г  $HNO_3$ , 135 г  $H_2O$ ;
- 4) 63 г  $HNO_3$ , 187 г  $H_2O$ .

**20.** Выберите правильный ответ. Молярная концентрация раствора в 1 л которого содержится 9 г  $Ca(OH)_2$  равна:

- 1) 0,12 М;
- 2) 0,16 М;
- 3) 0,009 М;
- 4) 9 М.

**21.** Выберите правильный ответ. Нормальность раствора, в 250 мл которого содержится 5,6 г гидроксида калия равна:

- 1) 0,0004 н;
- 2) 0,4 н;
- 3) 1 н;
- 4) 0,34 н.

**22.** Выберите правильный ответ. После выпаривания 40 г раствора осталось 10 г соли. Массовая доля растворенной соли в растворе равна:

- 1) 10 %;
- 2) 20 %;
- 3) 15 %;
- 4) 25 %.

**23.** Выберите правильный ответ. Растворимость вещества равна численному значению концентрации:

- 1) в насыщенном растворе;
- 2) в идеальном растворе;
- 3) в пересыщенном растворе;
- 4) в концентрированном растворе.
- 5) в истинном растворе.

**24.** Выберите правильный ответ.

Процесс растворения твердых веществ в жидкости:

- 1) экзотермический;
- 2) эндотермический;
- 3) самопроизвольный;
- 4) обратимый.

**25.** Выберите правильный(ые) ответ(ы). Растворимость  $MgCl_2$  при  $20\text{ }^\circ C$  равна  $6\text{ M}$ . Из приведенных ниже процессов несамопроизвольным(ми) является(ются):

- 1)  $MgCl_{2(ТВ)} \rightarrow MgCl_2$  (водн.,  $6\text{ M}$ );
- 2)  $MgCl_{2(ТВ)} \rightarrow MgCl_2$  (водн.,  $8\text{ M}$ );
- 3)  $MgCl_{2(ТВ)} \rightarrow MgCl_2$  (водн.,  $4\text{ M}$ ).

**26.** Выберите правильный ответ. Раствор, в котором концентрация растворенного вещества при данной температуре не изменяется при добавлении дополнительного количества вещества, называют:

- 1) насыщенным;
- 2) концентрированным;
- 3) разбавленным;
- 4) пересыщенным.

**27.** Выберите правильный ответ. Все вещества данного ряда хорошо растворимы в воде:

- 1)  $H_2SiO_3$ ,  $KCl$ ,  $Cu(NO_3)_2$ ,  $BaSO_4$ ;
- 2)  $CaSO_4$ ,  $NaNO_3$ ,  $FeCl_3$ ,  $Ca(OH)_2$ ;
- 3)  $CuCl_2$ ,  $Na_2SO_4$ ,  $KOH$ ,  $H_2SO_4$ ;
- 4)  $CaCO_3$ ,  $Mg(OH)_2$ ,  $Fe(OH)_3$ ,  $CH_3COONa$ .

**28.** Выберите правильный ответ. Растворимость кислорода в воде увеличивается при:

- 1) понижении температуры;
- 2) повышении температуры;
- 3) понижении давления;
- 4) увеличении в ней концентрации растворённых солей.

**29.** Выберите правильный ответ. При понижении температуры растворимость газообразных веществ в воде, как правило:

- 1) изменяется мало;
- 2) повышается;
- 3) понижается;
- 4) не изменяется.

**30.** Выберите правильный ответ. Математическое выражение закона разбавления Оствальда:

- 1)  $\alpha = n/N$ ;
- 2)  $I = \frac{1}{2} \sum(C_i \cdot z_i)$ ;
- 3)  $a = f \cdot C_M$ ;
- 4)  $K_D = (\alpha^2 \cdot C)/(1 - \alpha)$ .

**31.** Выберите правильные ответы. Правильными являются утверждения, что:

- 1) величины  $K_D$  многоосновных кислот и гидроксидов не подчиняются какой-либо закономерности;
- 2) значения ступенчатых  $K_D$  данного электролитов последовательно уменьшаются;
- 3) значения ступенчатых  $K_D$  данного электролитов последовательно возрастают;

4)  $K_d$  электролитов – характеристика и сильных, и слабых электролитов;  
5) чем больше  $K_d$  электролита, тем устойчивее молекулы к распаду на ионы;

6) чем меньше  $K_d$  электролита, тем устойчивее молекулы к распаду на ионы.

**32.** Выберите правильные ответы. Степень диссоциации зависит от:

- 1) природы растворенного вещества;
- 2) температуры;
- 3) концентрации электролита;
- 4) степени измельченности вещества;
- 5) давления.

**33.** В таблице приведены значения констант диссоциации слабых электролитов при 25 °С.

Соединение	$\text{HNO}_2$	$\text{H}_2\text{CO}_3$	$\text{H}_2\text{S}$	$\text{HCOOH}$
$K_d$	$4,6 \cdot 10^{-4}$	$K_1 = 4,5 \cdot 10^{-7}$ $K_2 = 4,8 \cdot 10^{-11}$	$K_1 = 1,1 \cdot 10^{-7}$ $K_2 = 1 \cdot 10^{-14}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$

Расположите кислоты в порядке увеличения pH 0,1 М растворов слабых электролитов.

**34.** В таблице приведены значения констант диссоциации слабых электролитов при 25 °С.

Соединение	$\text{HF}$	$\text{H}_2\text{SO}_3$	$\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$	$\text{CH}_3\text{COOH}$
$K_d$	$6,6 \cdot 10^{-4}$	$K_1 = 1,7 \cdot 10^{-2}$ $K_2 = 6,3 \cdot 10^{-8}$	$K_1 = 5,4 \cdot 10^{-2}$ $K_2 = 5,4 \cdot 10^{-5}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$

Расположите в порядке увеличения pH 0,1 М растворов слабых электролитов.

**35.** Выберите правильные ответы. Характеристики для воды:

- 1) ионное произведение воды не зависит от температуры;
- 2) агрегатные состояния воды обусловлены межмолекулярными ван-дерваальсовыми силами притяжения;
- 3) вода является неполярным растворителем;
- 4) вода хорошо растворяет вещества с ионной и полярной ковалентной связью;
- 5) по кислотно-основным свойствам является амфолитом;
- 6) каждая молекула образует максимально три водородные связи с соседними молекулами воды;
- 7) диссоциация воды происходит с образованием ионов гидроксония.

**36.** Выберите правильные ответы. Правильными являются утверждения, характеризующие воду:

- 1) хорошо растворяет вещества с любым типом химической связи;
- 2) является самоионизирующим растворителем;
- 3) характеризуется высокой диэлектрической проницаемостью;
- 4) константа диссоциации воды ( $K_d = 1,86 \cdot 10^{-16}$ ) не зависит от температуры;

- 5) является диэлектриком;
- 6) плотность воды в жидком агрегатном состоянии линейно уменьшается с увеличением температуры.

**37.** Выберите правильный ответ. Аномальные свойства воды объясняются наличием:

- 1) диссоциированных молекул;
- 2) молекул воды;
- 3) водородной связи;
- 4) ионов гидроксония.

**38.** Выберите правильные ответы. Правильными являются утверждения, характеризующие воду:

- 1) максимальное число водородных связей, образуемых каждой молекулой воды равно четырем;
- 2) основной вклад в водородные связи между молекулами воды вносит электростатическое взаимодействие;
- 3) межмолекулярные водородные связи в воде – это результат донорно-акцепторного и электростатического взаимодействий;
- 4) лед – это аморфное состояние воды;
- 5) лед имеет кристаллическую структуру;
- 6) кристаллическую структура воды существует при температуре  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  и ниже.

**39.** Выберите правильные ответы. Правильными являются утверждения, характеризующие воду:

- 1) обладает высокой теплоемкостью;
- 2) плотность жидкой воды линейно уменьшается с ростом температуры;
- 3) в комплексных соединениях молекулы воды выполняют роль лигандов;
- 4) донорно-акцепторные взаимодействия молекул воды с комплексообразователем происходят за счет полусвободных атомных орбиталей водорода;
- 5) донорно-акцепторные взаимодействия молекул воды с комплексообразователем происходят за счет полусвободных атомных орбиталей кислорода;
- 6) максимальная дентатность молекул воды равна двум;
- 7) максимальная дентатность молекул воды равна одному.

**40.** Выберите правильные ответы. Правильными являются утверждения, характеризующие воду в качестве работающего тела в энергетических системах:

- 1) носитель механической энергии в электроэнергетике;
- 2) температурный интервал жидкого агрегатного состояния воды  $0\text{ }^{\circ}\text{C} - 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- 3) лиганд в комплексных соединениях;
- 4) имеет высокую теплоемкость;
- 5) имеет аномальную плотность при температуре  $+4\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

**41.** Выберите правильный ответ. Диполь представляет собой:

- 1) молекулу с двумя полюсами неразделенных зарядов;

2) молекулу, в которой центры положительных и отрицательных зарядов не совпадают;

3) ковалентные соединения с полярной связью;

4) ионное соединение с положительными и отрицательными ионами.

**42.** Выберите правильный ответ. Тип гибридизации атомных орбиталей кислорода в молекуле воды:

1)  $sp$ ;      2)  $sp^2$ ;      3)  $sp^3$ ;      4)  $dsp^3$ .

**43.** Дополните предложение. За счет гибридизации атомных орбиталей кислорода, молекула воды имеет геометрию ....

**44.** Выберите правильный ответ. Ионное произведение воды записывается как:

1)  $K_B = [H^+][OH^-]$ ;

2)  $h = (n/N) \cdot 100 \%$ ;

3)  $B = N/(pH_1 - pH_2)$ ;

4)  $pH = -\lg[H^+]$ .

**45.** Выберите правильный ответ. Константа диссоциации воды ( $K_d(H_2O)$ ) при 22 °С равна  $1,86 \cdot 10^{-16}$ . Концентрации и количества ионов  $H^+$  и  $OH^-$  в чистой воде, соответственно, равны:

1)  $1 \cdot 10^{-7}$  моль ионов/л;

2)  $1,017 \cdot 10^{-7}$  моль ионов/л;

3)  $6,02 \cdot 10^{23}$  ионов каждого вида;

4)  $6,020 \cdot 10^{16}$  ионов каждого вида;

5)  $6,122 \cdot 10^{16}$  ионов каждого вида.

**46.** Выберите правильные ответы. Реакция нейтрализации является .. процессом, а тепловой эффект реакции имеет знак ... .

1) эндотермическим;

2) экзотермическим;

3)  $\Delta H > 0$ ;

4)  $\Delta H < 0$ .

**47.** Выберите правильные ответы. Процесс самоионизации воды – это ... процесс, а тепловой эффект имеет знак ....

1) эндотермический;

2) экзотермический;

3)  $\Delta H < 0$ ;

4)  $\Delta H > 0$ .

**48.** Выберите правильные ответы. Диссоциация электролитов включает процесс распада на ионы и процесс взаимодействия образовавшихся ионов с молекулами воды, который называется:

1) гидролиз;

2) гидратация;

3) гидрирование;

4) сольватация;

5) сублимация.

**49.** Выберите правильный ответ. Теплота образования 1 моля воды из простых веществ равна 242 кДж. Тепловой эффект (кДж) реакции образования 7,2 г воды равен:

- 1) 95,4;
- 2) 96,8;
- 3) 98,6;
- 4) 101,2.

**50.** Выберите правильный ответ. Окислительно-восстановительный процесс разложения воды на простые вещества – это реакция:

- 1) межмолекулярная;
- 2) внутримолекулярная;
- 3) самоокисления – самовосстановления;
- 4) дисмутации;
- 5) диспропорционирования.

**51.** Выберите правильный ответ. При электролизе воды электрический ток выполняет роль:

- 1) окислителя;
- 2) восстановителя;
- 3) окислителя и восстановителя.

**52.** Выберите правильный ответ. Верным является утверждение:

- 1) 1 моль воды при нормальных условиях занимает объем 22,4 л;
- 2) 1 моль воды при стандартных условиях занимает объем 22,4 л;
- 3) теплота образования 1 моль жидкой воды равна  $-285,84$  кДж;
- 4) теплота образования 1 моль жидкой воды равна  $+285,84$  кДж.

**53.** Выберите правильный ответ. Доля ТЭС в общем объеме потребления пресной воды промышленностью составляет:

- 1) 10 %;
- 2) 50 %;
- 3) 70 %;
- 4) 90 %.

**54.** Выберите все правильные ответы. Формулы солей, при добавлении которых в водный раствор сульфата алюминия степень гидролиза возрастает, имеют вид:

- 1)  $\text{NaHCO}_3$ ;
- 2)  $\text{K}_3\text{PO}_4$ ;
- 3)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ;
- 4)  $\text{NaHSO}_4$ ;
- 5)  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ;
- 6)  $\text{CuSO}_4$ .

**55.** Выберите все правильные ответы. Для увеличения степени гидролиза сульфата алюминия в водный раствор необходимо добавить:

- 1)  $\text{NaOH}$ ;
- 2)  $\text{NH}_3$ ;
- 3)  $\text{H}_2\text{O}$ ;
- 4)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;

5)  $\text{CH}_3\text{COOH}$ ;

6)  $\text{CuSO}_4$ .

**56.** Выберите правильный ответ. Продукты гидролиза  $\text{Na}_3\text{PO}_4$  по второй ступени:

1)  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{NaOH}$ ;

2)  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{NaOH}$ ;

3)  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ;

4)  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ;

5)  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ .

**57.** Выберите правильный ответ. Соль, подвергающаяся гидролизу и по катиону и по аниону это:

1)  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ ;

2)  $\text{K}_2\text{SO}_3$ ;

3)  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ ;

4)  $\text{NH}_4\text{Cl}$ .

**58.** Установите соответствие между значением pH раствора и веществом

1) $\text{pH} > 7$ ;	А) $\text{NaCl}$ ;
2) $\text{pH} < 7$ ;	Б) $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;
3) $\text{pH} = 7$ ;	В) $\text{NaOH}$ ; Г) $\text{CF}_4$ .

**59.** Выберите правильные ответы и дополните предложение

В результате гидролиза 0,1 М раствора сульфита натрия  $\text{Na}_2\text{SO}_3$  водородный показатель pH равен ..., следовательно, для определения методом нейтрализации щелочности данного раствора необходимо использовать кислотно-основной индикатор ... .

1)  $\text{pH} = 4$ ;

2)  $\text{pH} = 10,1$ ;

3)  $\text{pH} = 7,4$ ;

4) фенолфталеин;

5) метилоранж.

б) предложенные индикаторы не могут быть использованы.

**60.** Выберите правильные ответы и дополните предложение.

В результате гидролиза 0,01 М раствора сульфита натрия  $\text{NaHSO}_3$  водородный показатель pH равен ..., следовательно, для определения методом нейтрализации щелочности данного раствора необходимо использовать кислотно-основной индикатор....

**61.** Выберите правильный ответ. Нормальность раствора кислоты, на титрование 10 мл которого потребовалось 20 мл 0,1 н. раствора щелочи, равна:

1) 0,2 н.;

2) 0,05 н.;

3) 2 н.

**62.** Выберите правильные ответы. Для нейтрализации 14 г едкого кали KOH, содержащихся в 1 л раствора, потребуется ... л (мл) 2 М раствора HCl, молярная концентрация эквивалента такого раствора щелочи равна ... .

- 1) 125 мл;
- 2) 1,25 л;
- 3) 0,125 л;
- 4) 0,25 моль-экв/л;
- 5) 0,025 моль-экв/л.

**63.** Выберите правильный ответ. Произведение растворимости для труднорастворимого соединения  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  записывается как:

- 1)  $\text{ПР} = [\text{Ca}] + [\text{PO}_4]$ ;
- 2)  $\text{ПР} = [\text{Ca}^{2+}]^3 \cdot [\text{PO}_4^{3-}]$ ;
- 3)  $\text{ПР} = 3[\text{Ca}] \cdot 2[\text{PO}_4]$ ;
- 4)  $\text{ПР} = [\text{Ca}^{2+}]^3 + [\text{PO}_4^{3-}]$ .

**64.** Выберите правильный ответ. Условие выпадения осадка для равновесия  $\text{BaF}_{2(\text{ТВ})} \rightleftharpoons \text{Ba}^{2+} + 2\text{F}^-$

- 1)  $[\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{F}^-]^2 = \text{ПР}$ ;
- 2)  $[\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{F}^-]^2 > \text{ПР}$ ;
- 3)  $[\text{Ba}^{2+}] \cdot [\text{F}^-]^2 < \text{ПР}$ ;
- 4)  $[\text{Ba}^{2+}] \cdot 2[\text{F}^-] > \text{ПР}$ .

**65.** Выберите правильный ответ. По значениям произведения растворимости при 25 °С определите более растворимое вещество:

- 1)  $\text{ПР}(\text{AgI}) = 1,5 \cdot 10^{-16}$ ;
- 2)  $\text{ПР}(\text{AgCl}) = 1,56 \cdot 10^{-11}$ ;
- 3)  $\text{ПР}(\text{FeS}) = 3,7 \cdot 10^{-19}$ ;
- 4)  $\text{ПР}(\text{CuS}) = 4 \cdot 10^{-38}$ .

**66.** Установите соответствие между видом раствора и соотношением произведения концентрации ионов и ПР:

1) ненасыщенный раствор;	А) $[\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-] < \text{ПР}(\text{AgCl})$ ;
2) насыщенный раствор;	Б) $[\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-] = \text{ПР}(\text{AgCl})$ ;
3) перенасыщенный раствор;	В) $[\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-] > \text{ПР}(\text{AgCl})$ .
4) концентрированный раствор.	

**67.** Выберите правильный ответ. Растворимость ( $s$ )  $\text{CaSO}_4$  можно рассчитать по формуле:

- 1)  $s = \text{ПР}$ ;
- 2)  $s = \text{ПР}/2$ ;
- 3)  $s = \sqrt[3]{\text{ПР}}$ ;
- 4)  $s = \sqrt{\text{ПР}}$ .

**68.** В таблице приведены значения произведений растворимости солей серебра при 25 °С.

Соединение	$\text{AgCN}$	$\text{Ag}_2\text{CO}_3$	$\text{Ag}_3\text{PO}_4$
ПР	$1,8 \cdot 10^{-16}$	$8,1 \cdot 10^{-12}$	$1,8 \cdot 10^{-18}$

Расположите соли в порядке увеличения концентрации ионов серебра в их насыщенном водном растворе при данной температуре.

**69.** Дополните предложение. Значение потенциала серебряного электрода, погруженного в насыщенный раствор хлорида серебра, содержащий

0,005 моль/л хлорида калия, при 25 °С составляет ... В. ( $PP(\text{AgCl}) = 1,8 \cdot 10^{-10}$ ,  $E^0(\text{Ag}^+/\text{Ag}^0) = 0,79 \text{ В}$ ).

**70.** Выберите правильный ответ. Для понижения растворимости сульфата бария в насыщенный раствор следует добавить:

- 1)  $\text{H}_2\text{O}$ ;
- 2)  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ;
- 3)  $\text{HNO}_3$ ;
- 4)  $\text{HCl}$ .

**71.** В таблице приведены значения произведений растворимости солей кальция при 25 °С:

Соединение	$\text{CaCO}_3$	$\text{CaC}_2\text{O}_4$	$\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$	$\text{CaSO}_4$
PP	$3,8 \cdot 10^{-9}$	$2 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-25}$	$6,1 \cdot 10^{-5}$

Расположите соли в порядке увеличения концентрации ионов кальция в их насыщенном водном растворе при данной температуре.

**72.** В таблице приведены значения произведений растворимости солей магния при 25 °С:

Соединение	$\text{MgS}$	$\text{MgCO}_3$	$\text{MgC}_2\text{O}_4$	$\text{Mg}_3(\text{PO}_4)_2$
PP	$2 \cdot 10^{-15}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$8,6 \cdot 10^{-5}$	$3,9 \cdot 10^{-26}$

Расположите соли в порядке увеличения концентрации ионов магния в их насыщенном водном растворе при данной температуре.

**73.** В таблице приведены значения произведений растворимости труднорастворимых соединений при 25 °С.

Соединение	$\text{Cu}(\text{OH})_2$	$\text{Fe}(\text{OH})_3$	$\text{Mg}(\text{OH})_2$	$\text{Zn}(\text{OH})_2$
PP	$2,2 \cdot 10^{-20}$	$3,8 \cdot 10^{-19}$	$1,6 \cdot 10^{-14}$	$1,2 \cdot 10^{-17}$

Расположите соединения в порядке увеличения pH их насыщенных растворов.

**74.**  $PP(\text{AgCl}) = 1,6 \cdot 10^{-10}$ . Сравните растворимость  $\text{AgCl}$  в воде и 0,1 н. растворе  $\text{NaCl}$ . Установите соответствие между величиной растворимости (s)  $\text{AgCl}$  и составом раствора, а также характером ее изменения при переходе от воды к 0,1 н. водному раствору  $\text{NaCl}$ :

1) растворимость в растворе $\text{NaCl}$	А) увеличивается;
2) растворимость в чистой воде	Б) уменьшается;
3) растворимость при переходе от воды к 0,1 н. раствору $\text{NaCl}$	В) $1,6 \cdot 10^{-10}$ моль/л;
	Г) $1,26 \cdot 10^{-5}$ моль/л;
	Д) $1,6 \cdot 10^{-9}$ моль/л;
	Е) $1,6 \cdot 10^{-4}$ моль/л.

**75.** Выберите все правильные ответы. Признаки, характеризующие метод ионного обмена:

- 1) метод основан на окислительно-восстановительной реакции;
- 2) иониты – твердые вещества, нерастворимые в воде;

3) в основе метода – обратимая гетерогенная реакция обмена поверхностных ионов ионита на ионы в растворе;

4) в основе метода – необратимая гетерогенная реакция замещения ионов на поверхности ионита на ионы в растворе;

5) реакция ионного обмена происходит в соответствии с законом эквивалентов

**76.** Выберите правильные утверждения. Реакция обмена ионов железа (3+) из водного раствора на ионы  $H^+$  из ионита является ..., а доказательством этого служит:

1) обратимой;

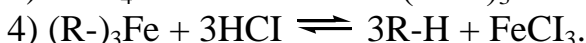
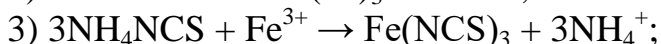
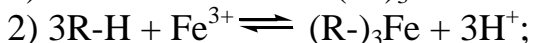
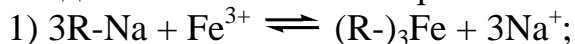
2) необратимой;

3) ионит сохранил внешний вид;

4) отсутствие ионов железа (3+) в исследуемом растворе после прохождения через ионит;

5) возможность регенерации ионита в исходную H-форму.

**77.** Выберите все правильные ответы. При очистке воды от ионов железа (3+) методом ионного обмена протекают процессы:



**78.** Установите соответствие между методом объемного анализа показателем качества технологической воды:

1) окислительно-восстановительное титрование;	А) карбонатная жесткость;
2) комплексонометрическое титрование;	Б) содержание растворенного кислорода;
3) кислотнo-основное титрование;	В) общая жесткость;
	Г) солесодержание.

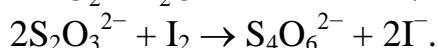
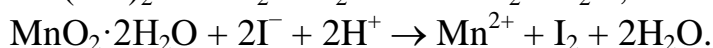
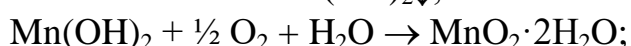
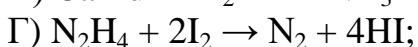
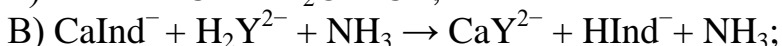
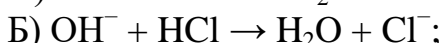
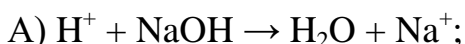
**79.** Установите соответствие между химическими реакциями, лежащими в основе процесса определения и показателем качества технологической воды:

1) содержание растворенного кислорода;

2) общая жесткость;

3) щелочность;

4) кислотность.



**80.** Выберите все правильные ответы. Кислотность технологической воды обусловлена присутствием в ней:

- 1) растворенного кислорода;
- 2) растворенного углекислого газа;
- 3) гидразина;
- 4) аммиака;
- 5) продуктов катионирования;
- 6) продуктов анионирования.

**81.** Выберите правильные ответы. Вещества и процессы, которые обуславливают кислотность технологической воды в теплоэнергетической системе:

- 1) Н–катионирование;
- 2) известкование;
- 3) гидролиз солей, образованных слабыми гидроксидами и сильными кислотами;
- 4) гидролиз солей гуминовых кислот (гуматов);
- 5) ОН–анионирование;
- 6) кислоты, образующиеся за счет растворения в воде атмосферных газов.

**82.** Выберите все правильные ответы. Щелочность технологической воды обусловлена присутствием в ней:

- 1) растворенного кислорода;
- 2) растворенного углекислого газа;
- 3) гидразина;
- 4) аммиака;
- 5) продуктов катионирования;
- 6) продуктов анионирования;
- 7) растворенных солей.

**83.** Выберите все правильные ответы. На щелочность технологической воды в теплоэнергетической системе оказывают влияние процессы:

- 1) Н–катионирование;
- 2) известкование;
- 3) гидролиз солей, образованных слабыми гидроксидами и сильными кислотами;
- 4) гидролиз солей гуминовых кислот (гуматов);
- 5) ОН–анионирование.

**84.** Выберите правильные ответы. Виды щелочности воды:

- 1) гидратная;
- 2) карбонатная;
- 3) гуматная;
- 4) бикарбонатная;
- 5) хлоридная;
- 6) сульфатная.

**85.** Выберите правильные ответы. Жесткостью принято называть сумму молярных концентраций эквивалентов (нормальностей) находящихся в воде ионов:

- 1)  $Mg^{2+}$ ;
- 2)  $Cu^{2+}$ ;
- 3)  $Fe^{3+}$ ;
- 4)  $Al^{3+}$ ;
- 5)  $Ca^{2+}$ .

**86.** Выберите правильные ответы. Карбонатная (временная) жесткость обусловлена присутствием в природной воде солей:

- 1)  $CaCl_2$ ;
- 2)  $MgCl_2$ ;
- 3)  $Mg(NO_3)_2$ ;
- 4)  $CaSO_4$ ;
- 5)  $MgSO_4$ ;
- 6)  $Ca(HCO_3)_2$ ;
- 7)  $Mg(HCO_3)_2$ ;

**87.** Выберите правильный ответ. Расчет жесткости воды ведется по закону эквивалентов и рассчитывается по формуле:

- 1)  $C_{n1} \cdot V_1 = C_{n2} \cdot V_2$ ;
- 2)  $N = v_1 / (v_1 + v_2 + \dots + v_n)$ ;
- 3)  $K_D = (\alpha^2 \cdot C) / (1 - \alpha)$ ;
- 4)  $K_B = [H^+] \cdot [OH^-]$ ;
- 5)  $C_n = m_e / (M_3 \cdot V)$ .

**88.** Выберите правильный ответ. Аммиачная буферная смесь создает и поддерживает рН в интервале значений:

- 1) 1 – 2;
- 2) 6 – 7;
- 3) 9 – 10;
- 4) 11 – 12.

**89.** Выберите правильный ответ. При определении общей жесткости воды титрование ведут в присутствии аммиачной буферной смеси, которая имеет состав:

- 1)  $NH_3 + NaOH$ ;
- 2)  $NH_4OH + NaOH$ ;
- 3)  $NH_4Cl + NaOH$ ;
- 4)  $NH_3 + NH_4Cl$ ;
- 5)  $NH_4OH + NH_4Cl$ .

**90.** Выберите правильный ответ. В процессе титрования образца воды трилоном Б в щелочной среде окраска металлоиндикатора (эриохрома черного Т) изменяется:

- 1) от малиновой до бесцветной;
- 2) от синей до винно-красной;
- 3) от желтой до оранжевой;
- 4) от красной до оранжевой;
- 5) от бесцветной до слаборозовой.

**91.** Выберите правильный ответ. В основе определения окисляемости воды по методу Кубеля лежит реакция:

- 1) нейтрализации;
- 2) комплексообразования;
- 3) окисления-восстановления;
- 4) гидролиза;
- 5) адсорбции.

**92.** Выберите правильный ответ. При определении окисляемости воды по методу Кубеля в качестве титранта используют:

- 1) перманганат калия;
- 2) дихромат калия;
- 3) щавелевую кислоту;
- 4) тиосульфат натрия.

**93.** Выберите правильные ответы. Количество растворенного в природной воде кислорода:

- 1) величина постоянная;
- 2) зависит от атмосферного давления;
- 3) зависит от температуры;
- 4) зависит от концентрации растворенных в воде солей;
- 5) зависит от времени года.

**94.** Выберите правильные ответы. Солесодержание уменьшается до минимума в результате:

- 1) H-катионирования;
- 2) Na-катионирования;
- 3) OH-анионирования;
- 4) кипячения;
- 5) электролиза.

**95.** Проведите расчет и дополните предложение. Образец воды объемом 1 л содержит 56,5 мг гидрокарбоната кальция и 19,1 мг сульфата магния, следовательно, общая жесткость воды равна ... ммоль/л.

**96.** Дополните предложение. Для определения содержания гидрокарбонат-ионов в минеральной воде пробу объемом 100 мл оттитровали раствором соляной кислоты в присутствии метилового оранжевого. На титрование было израсходовано 16,4 мл 0,0250 М раствора HCl. Содержание гидрокарбонат-ионов в минеральной воде составляет ... мг/л.

**97.** Дополните предложение. Для определения содержания бромида калия в техническом образце пробу раствора, содержащего 0,1323 г образца, оттитровали раствором нитрата серебра в присутствии хромата натрия в качестве индикатора. На титрование было израсходовано 10,3 мл 0,0950 М раствора AgNO<sub>3</sub>. Массовая доля бромида калия составляет ...%.

**98.** Установите соответствие между видами мембранных процессов и их назначением:

1) ультрафильтрация;	А) деминерализация воды до 98 %;
2) нанофильтрация;	Б) удаление механических примесей и частично органических веществ;

3) гиперfiltrация (обратный осмос)	В) умягчение и частичное обессоливание, полное удаление органических веществ;
	Г) связывание растворенного в воде кислорода.

**99.** Выберите все правильные ответы.

Электродиализ позволяет проводить разделение:

- 1) молекул слабого электролита и сильного электролита;
- 2) молекул сильных электролитов и неэлектролитов;
- 3) катионов и анионов;
- 4) молекул слабых электролитов и неэлектролитов.

**100.** Выберите все правильные ответы.

Для связывания растворенного в воде кислорода используют:

- 1) гидразин  $N_2H_4$ ;
- 2) аммиак  $NH_3$ ;
- 3) сульфит натрия  $Na_2SO_3$ ;
- 4) гидроксид натрия  $NaOH$ ;
- 5) соляную кислоту  $HCl$ ;
- 6) сульфат алюминия  $Al_2(SO_4)_3$ .

**101.** Проведите расчет и дополните предложение.

Для устранения кислого характера сточных растворов часто применяется известняковая мука. Если суточный объем очищаемой воды равен  $1000 \text{ м}^3$ , значение рН исходного раствора равно 3, то с учетом 80 % содержания действующего вещества в пересчете на карбонат кальция в известняковой муке ее расход составит ... кг в сутки.

**102.** Проведите расчет и дополните предложение. Наиболее технологичным и эффективным способом выделения ценных металлов из растворов является электролиз. Если годовой объем очищаемой воды равен  $1000 \text{ м}^3$ , а содержание в ней ионов  $Pt^{4+}$  в виде анионных комплексов составляет  $1,0 \text{ мг/дм}^3$ , то время, необходимое для выделения всей платины электролизом при силе тока  $22,9 \text{ А}$  и выходе по току 80 %, составит... часов.

**103.** Проведено комплексометрическое титрование 100 мл раствора, содержащего ионы кальция, раствором ЭДТА с молярной концентрацией  $0,0250 \text{ моль/л}$ . Объем титранта составил 10,8 мл. Масса ионов кальция, содержащаяся в 1 л этого раствора ... мг.

### Контрольные задания

#### ТК1

Типовые задачи:

1. Определите нормальность раствора азотистой кислоты, в котором  $\alpha = 12 \%$ ,  $K_d = 4,6 \cdot 10^{-4}$ .

2. Степень диссоциации  $HCN$  в  $0,001 \text{ н.}$  растворе равна  $8,5 \cdot 10^{-2}$ . Вычислите константу диссоциации.

3. Вычислите степень диссоциации уксусной кислоты в 0,5 М растворе, если  $K_d = 1,8 \cdot 10^{-5}$ .

4. Степень диссоциации уксусной кислоты в 1; 0,1; 0,01 н. растворах соответственно равна 0,42; 1,34; 4,25 %. Вычислив  $K_d$  уксусной кислоты для растворов указанных концентраций, докажите, что константа диссоциации не зависит от концентрации раствора.

5. Определите степень диссоциации и концентрацию ионов  $\text{OH}^-$  в 0,1 н. растворе  $\text{NH}_4\text{OH}$ , если  $K_d = 1,8 \cdot 10^{-5}$ .

6. В растворе бензойной кислоты  $\text{HC}_7\text{H}_5\text{O}_2$  концентрация ионов водорода  $3 \cdot 10^{-3}$  моль/л. Вычислите концентрацию этого раствора (моль/л), если  $K_d = 6,14 \cdot 10^{-5}$ .

7. Рассчитайте pH 0,1 М растворов кислот (значения  $K_d$  см. в таблице):

варианты					
а	б	в	г	д	е
$\text{HNO}_2$	$\text{H}_2\text{Se}$	$\text{H}_2\text{SO}_3$	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$\text{HF}$	$\text{HCOOH}$
$4,6 \cdot 10^{-4}$	$K_1 = 1,4 \cdot 10^{-4}$ $K_2 = 1 \cdot 10^{-11}$	$K_1 = 1,7 \cdot 10^{-2}$ $K_2 = 6,3 \cdot 10^{-8}$	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$6,6 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$

8. По значениям  $PP(\text{ZnS})$  и  $PP(\text{CuS})$  рассчитайте концентрации ионов  $\text{S}^{2-}$  в насыщенных растворах этих солей.  $PP(\text{CuS}) = 4 \cdot 10^{-38}$ ,  $PP(\text{ZnS}) = 7,4 \cdot 10^{-27}$ .

9. При какой концентрации сульфид-ионов начнется выпадение осадка сульфида серебра из 0,1 М раствора  $[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{Cl}$ ?

10. Образуется ли осадок  $\text{PbI}_2$ , если смешать равные объемы растворов: 0,1 М  $\text{KI}$  и 0,1 М  $\text{K}_2[\text{Pb}(\text{OH})_4]$ ?  $PP(\text{PbS}) = 8,7 \cdot 10^{-9}$ ;  $K_H[\text{Pb}(\text{OH})_4]^{2-} = 8,3 \cdot 10^{-13}$ .

11. Произойдет ли образование осадка карбоната цинка, если к 0,005 М раствору  $[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4](\text{NO}_3)_2$ , содержащему 0,05 моль  $\text{NH}_3$ , прибавить равный объем 0,001 М раствора  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ?  $PP(\text{ZnCO}_3) = 6 \cdot 10^{-11}$ ;  $K_H[\text{Zn}(\text{NH}_3)_4]^{2+} = 2,0 \cdot 10^{-11}$ .

12. Будет ли выпадать осадок хлорида серебра при смешивании равных объемов 0,02 н. растворов хлорида калия и нитрата диамминсеребра?  $PP(\text{AgCl}) = 1,56 \cdot 10^{-10}$ ;  $K_H[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+ = 5,89 \cdot 10^{-8}$ .

13. Для следующих солей:  $\text{NaCN}$ ,  $\text{CH}_3\text{COONa}$ ,  $\text{NaF}$ ,  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{CH}_2\text{ClCOONa}$ , выберите порядок их расположения по возрастающей величине pH их водных растворов:

а)  $\text{NH}_4\text{Cl} - \text{NaNO}_3 - \text{CH}_2\text{ClCOONa} - \text{NaF} - \text{CH}_3\text{COONa} - \text{NaCN}$

б)  $\text{NaCN} - \text{CH}_3\text{COONa} - \text{NaF} - \text{CH}_2\text{ClCOONa} - \text{NaNO}_3 - \text{NH}_4\text{Cl}$

в)  $\text{NH}_4\text{Cl} - \text{NaF} - \text{CH}_2\text{ClCOONa} - \text{CH}_3\text{COONa} - \text{NaNO}_3 - \text{NaCN}$ .

14. Какой объем 2М раствора  $\text{HCl}$  потребуется для нейтрализации 14 г  $\text{KOH}$ , содержащихся в 1 л раствора? Чему равна молярная концентрация эквивалента (нормальность) такого раствора щелочи?

15. Напишите уравнение гидролиза солей:  $\text{Na}_3\text{AsO}_4$  и  $\text{K}_2\text{SO}_3$  в молекулярной и сокращенной ионной формах. Вычислите соответствующие константы гидролиза этих солей. Как изменяются величины их ступенчатых констант гидролиза?

16. На нейтрализацию 100 мл раствора щелочи  $\text{KOH}$  израсходовано 40 мл 0,1н. раствора  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Какова нормальность раствора щелочи? Сколько

граммов КОН содержится в 1 мл этого раствора? Сколько 0,1 н. раствора соляной кислоты потребовалось бы на эту же реакцию с раствором КОН?

17. На нейтрализацию раствора, содержащего 2,6 г щелочи, потребовалось 1,0 мл 0,1 н. раствора кислоты. Определите молярную массу эквивалента щелочи.

### **ТК2**

Типовые задачи:

1. Образец воды объемом 1 л содержит 48,6 мг гидрокарбоната кальция и 29,6 мг сульфата магния. Чему равна общая жесткость и солесодержание воды?

2. Рассчитайте общую жесткость воды (ммоль/л) и солесодержание воды, если в 0,25 л воды содержится 11,5 мг гидрокарбоната кальция, 1,92 мг гидрокарбоната магния, 13,30 мг хлорида кальция и 7,50 мг хлорида магния.

3. Образец воды объемом 0,5 л содержит 25 мг гидрокарбоната магния и 13,5 мг хлорида магния. Чему равна общая жесткость и солесодержание воды?

4. Рассчитайте общую жесткость (ммоль/л) и солесодержание воды, если в 0,20 л воды содержится 10,5 мг гидрокарбоната кальция, 2,1 мг гидрокарбоната магния, 5,50 мг хлорида железа (2+) и 6,30 мг сульфата магния.

5. На титрование 0,05 л образца воды израсходовано  $4,8 \cdot 10^{-3}$  л 0,1 н. HCl. Чему равна карбонатная жесткость воды?

6. При определении временной жесткости на титрование 0,1 л воды израсходовано  $5,25 \cdot 10^{-3}$  л 0,101 н. HCl. Чему равна временная жесткость воды?

7. При определении общей жесткости воды на титрование 200 мл образца израсходовано 8 мл 0,1 н. раствора трилона Б. Вычислите общую жесткость воды.

8. Вычислите общую, карбонатную и постоянную жесткость воды, если на титрование 200 мл образца израсходовано 7,6 мл 0,05 н. трилона Б, а на титрование 100 мл H<sub>2</sub>O израсходовано 1,5 мл 0,1 н. HCl

9. . Рассчитайте, как изменилась в воде концентрация ионов Ca<sup>2+</sup>, если в воду после фильтрования через Na-катионит перешло 23 мг/л Na<sup>+</sup>.

10. Рассчитайте, как изменилась в воде концентрация ионов Mg<sup>2+</sup>, если в воду после фильтрования через Na-катионит перешло 46 мг/л Na<sup>+</sup>.

11. Определите жесткость, солесодержание и рН воды после ее обработки методом Н-катионирования, если природная вода имеет следующий состав: 1200 мг Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, 550 мг MgCl<sub>2</sub>, 350 мг NaCl. Объем воды 3,5 л.

12. Определите жесткость, солесодержание и рН воды после ее обработки методом Н-катионирования, если природная вода имеет следующий состав: 760 мг Mg(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, 280 мг CaCl<sub>2</sub>, 270 мг NaCl. Объем воды 2,5 л.

13. . Рассчитайте солесодержание воды, в которой было растворено 162 мг/л Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> после Н-катионирования и ОН-анионирования, если образовалось 1,95 ммоль/л воды.

14. Рассчитайте солесодержание воды, в которой было растворено 222 мг/л CaCl<sub>2</sub> после Н-катионирования и ОН-анионирования, если образовалось 3,8 ммоль/л воды.

15. . Рассчитайте солесодержание воды, в которой было растворено 180 мг/л  $Mg(HCO_3)_2$  после Н-катионирования и ОН-анионирования, если образовалось 1,5 ммоль/л воды.

16. Рассчитайте изменение солесодержания воды, в которой были растворены соли  $KCl$  – 0,5 ммоль/л и  $CaCl_2$  – 1,5 ммоль/л после Н-катионирования и ОН-анионирования, если при этом образовалось 2,8 ммоль/л воды.

17. Рассчитайте обменную емкость катионита марки КУ-2, если через адсорбционную колонку, содержащую 100 г этого ионита, пропустили 25 л воды с общей жесткостью 13,6 ммоль экв. /л.

18. Обменная емкость катионита-пермутита  $Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot nH_2O$  равна 7,2 ммоль-экв/л. Каково значение устранимой жесткости воды, если через 200 г этого катионита пропущено 50 л воды?

19. Обменная емкость каолиновой глины составляет 13,5 ммоль экв. /л. Какой объем воды с общей жесткостью 3,5 ммоль экв. /л можно профильтровать через 150 г глины для полного удаления катионов  $Ca^{2+}$  и  $Mg^{2+}$ ?

### **ТКЗ**

Типовые задачи:

1. Сколько литров 2 М раствора сульфита натрия  $Na_2SO_3$  необходимо израсходовать для восстановления кислорода, растворенного в 50 м<sup>3</sup> питательной воды, содержащей 3,2 мг/л  $O_2$ ?

2. Сколько литров 1,5 М раствора гидразина  $N_2H_4$  необходимо израсходовать для восстановления кислорода, растворенного в 50 м<sup>3</sup> питательной воды, содержащей 3,2 мг/л  $O_2$ ?

3. Рассчитайте массу гидразина  $N_2H_4$ , которую нужно ввести для обескислороживания 1 м<sup>3</sup> воды, содержащей 64 мг/л кислорода, если в воду предварительно было введено 126 мг/л сульфита натрия  $Na_2SO_3$ . Составьте уравнения процессов.

4. Вычислите молярную массу эквивалента хромата калия  $K_2CrO_4$  как окислителя, если  $K_2CrO_4$  восстанавливается до  $KCrO_2$ .

5. Какая масса сульфита натрия  $Na_2SO_3$  потребуется для восстановления 0,05 л 0,1 н.  $KMnO_4$  в присутствии серной кислоты?

4 Вычислить эквивалентную массу  $FeSO_4$  в реакции его взаимодействия с  $KMnO_4$ , если известно, что на титрование 100 мл 0,1 М подкисленного раствора сульфата железа ушло 20 мл 0,1 М раствора перманганата.

6. Вычислить нормальность 0,1 М раствора перманганата калия, используемого для окисления сульфита натрия в кислой, нейтральной и щелочной средах.

7. Какой объем 0,2 М раствора перманганата калия потребуется для полного окисления в нейтральной среде сульфита калия, содержащегося в 10 мл 0,2 н. раствора  $K_2SO_3$ ?

8. Каким количеством 0,1 М раствора  $KMnO_4$  можно заменить 200 мл 5%-ного раствора  $K_2Cr_2O_7$  ( $\rho = 1,04$  г/см<sup>3</sup>) в окислительно-восстановительных реакциях, протекающих в кислом растворе? Изменится ли соотношение

количества  $\text{KMnO}_4$  и  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , если использовать оба раствора для окисления веществ в щелочной среде?

9. Чему равна молярная масса эквивалента перманганата калия как окислителя, если это вещество в процессе реакции восстанавливается: а) до сульфата марганца (II); б) до оксида марганца; в) до манганата калия  $\text{K}_2\text{MnO}_4$ ?

10. Какой объем 0,25 н.  $\text{KMnO}_4$  потребуется для окисления в кислой среде 0,05 л 0,2 М  $\text{NaNO}_2$  по реакции:  $\text{NaNO}_2 + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ .

### Отчет по лабораторной работе

*Лабораторная работа № 1. Техника безопасности. Получение осадков малорастворимых электролитов и их поведение в водных растворах*

Отчет о работе должен включать:

- название выполняемой работы, цель;
- перечисление оборудования и реактивов;
- краткие теоретические сведения по теме «Получение осадков малорастворимых электролитов и их поведение в водных растворах»
- порядок и ход выполнения лабораторной работы;
- уравнения химических реакций, объяснение полученных результатов;
- выводы.

*Лабораторная работа № 2. рН-метрическое определение степени и константы диссоциации слабой кислоты*

Отчет о работе должен включать:

- название выполняемой работы, цель;
- перечисление оборудования и реактивов;
- краткие теоретические сведения по теме «рН-метрическое определение степени и константы диссоциации слабой кислоты»
- порядок и ход выполнения лабораторной работы;
- уравнения химических реакций, объяснение полученных результатов;
- выводы

*Лабораторная работа № 3. Водородный показатель и кислотность воды. Определение кислотности методом прямого и обратного титрования*

Отчет о работе должен включать:

- название выполняемой работы, цель;
- перечисление оборудования и реактивов;
- краткие теоретические сведения по теме «Водородный показатель и кислотность воды. Определение кислотности методом прямого и обратного титрования».
- порядок и ход выполнения лабораторной работы;
- уравнения химических реакций, объяснение полученных результатов;
- выводы.

*Лабораторная работа № 4. Определение щелочности воды методом*

прямого и обратного титрования

Отчет о работе должен включать:

- название выполняемой работы, цель;
  - перечисление оборудования и реактивов;
  - краткие теоретические сведения по теме «Определение щелочности воды методом прямого и обратного титрования»
- порядок и ход выполнения лабораторной работы;
- уравнения химических реакций, объяснение полученных результатов;
  - выводы.

*Лабораторная работа № 5. Определение жесткости воды*

Отчет о работе должен включать:

- название выполняемой работы, цель;
  - перечисление оборудования и реактивов;
  - краткие теоретические сведения по теме «Определение жесткости воды»
- порядок и ход выполнения лабораторной работы;
- уравнения химических реакций, объяснение полученных результатов;
  - выводы.

*Лабораторная работа № 6. Очистка воды от ионов железа (III) методом ионного обмена*

Отчет о работе должен включать:

- название выполняемой работы, цель;
  - перечисление оборудования и реактивов;
  - краткие теоретические сведения по теме «Очистка воды от ионов железа (III) методом ионного обмена»
- порядок и ход выполнения лабораторной работы;
- уравнения химических реакций, объяснение полученных результатов;
  - выводы.

*Лабораторная работа № 7. Определение концентрации кислорода, растворенного в воде*

Отчет о работе должен включать:

- название выполняемой работы, цель;
  - перечисление оборудования и реактивов;
  - краткие теоретические сведения по теме «Определение концентрации кислорода, растворенного в воде»
- порядок и ход выполнения лабораторной работы;
- уравнения химических реакций, объяснение полученных результатов;
  - выводы

*Лабораторная работа № 8. Определение окисляемости воды титриметрическими методами*

Отчет о работе должен включать:

- название выполняемой работы, цель;
- перечисление оборудования и реактивов;
- краткие теоретические сведения по теме «Окисляемость воды (химическое потребление кислорода)»
- порядок и ход выполнения лабораторной работы;
- уравнения химических реакций; расчет перманганатной окисляемости воды в мг/дм<sup>3</sup>O<sub>2</sub>
- выводы.

### Для промежуточной аттестации:

1. Вода: физические и химические свойства. Водородная связь, характеристика, значение для молекул воды.

2. Технологические показатели воды: кислотность. Чем обусловлена кислотность природных вод? В каких единицах оценивается кислотность технологической воды, рассчитанная по закону эквивалентов? Как экспериментально определяют кислотность воды?

3. Рассчитайте объем раствора с концентрацией эквивалента (нормальностью) 0,2 моль/л, который содержит 20 г сульфата алюминия Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>.

4. Углекислотное равновесие. Что это такое? Из каких форм угольной кислоты оно образовано? Смещение равновесия в зависимости от концентрации углекислого газа в воде.

5. Ионный состав природной воды. Качественные реакции для определения ионов в природной и производственной воде. Приведите примеры.

6. Запишите процессы, происходящие при электролизе воды на инертных электродах. Как можно объяснить свойства воды в одном процессе выступать в роли и окислителя и восстановителя?

7. Для нейтрализации 30 мл раствора щелочи с концентрацией эквивалента 0,2 моль/л израсходовано 20 мл азотной кислоты. Рассчитайте массу (г) азотной кислоты HNO<sub>3</sub>, которая содержится в 1 л этого раствора

8. Основные виды сточных вод ТЭС. Их характеристика.

9. На нейтрализацию 40 мл орто-фосфорной кислоты H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> израсходовано 25 мл раствора KOH с концентрацией эквивалента 0,3 моль/л. Рассчитайте массу орто-фосфорной кислоты, которая содержится в 1 л этого раствора.

10. Строение молекулы воды. Физические свойства воды, основанные на ее строении.

11. Образуется ли осадок CaCO<sub>3</sub> при смешивании равных объемов 0,02 М растворов хлористого кальция и углекислого натрия? (PP(CaCO<sub>3</sub>) = 1,0·10<sup>-3</sup>). Напишите уравнение реакции.

12. Растворимость веществ. От каких факторов зависит растворимость веществ (газов, жидкостей, твердых веществ) в воде? Механизм процессов растворения веществ с ковалентной полярной и ионной связью.

13. Что такое водно-химический режим: его задачи и применение. Виды водно-химического режима.
14. На нейтрализацию 50 мл раствора  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  потребовалось 100 мл 10 % раствора  $\text{HNO}_3$  (плотность 1,030 г/мл). Вычислите нормальность раствора  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Напишите уравнение реакции нейтрализации.
15. Сильные и слабые электролиты. Степень диссоциации и константой диссоциации слабого электролита. Закон разведения Оствальда. Напишите выражение ступенчатых констант диссоциации гидроксида меди (II).
16. Жесткость воды: карбонатная жесткость, некарбонатная жесткость, временная жесткость, постоянная жесткость. Шкала жесткости и единицы измерения. Экспериментальные методы определения жесткости воды.
17. Вычислите растворимость (в г/л)  $\text{CaCl}_2$  и процентную концентрацию насыщенного раствора хлорида кальция, если масса 20 мл раствора равна 20,94 г, содержание соли 3,25 г.
18. Кислотно-основные индикаторы: метиловый оранжевый, интервал перехода окраски индикатора. Какие кислоты можно оттитровать с индикатором метиловый оранжевый методом кислотно-основного титрования и почему?
19. Дисперсные системы: классификация по размеру частиц, примеры.
20. Вычислите степень диссоциации  $\text{NH}_4\text{OH}$  в 0,01 М, 0,05 М и 0,5 М растворах при 298 К. Сформулируйте как степень диссоциации зависимость от концентрации электролита.
21. Технологические показатели воды: щелочность. Чем обусловлена щелочность воды, в каких единицах оценивается щелочность технологической воды? Как экспериментально определяют щелочность воды? Какие индикаторы при этом используют и почему?
22. Перечислите и охарактеризуйте основные компоненты природной воды. Какие факторы оказывают влияние на рН природных и производственных вод?
23. Гидролиз солей, определение. Классификация солей по гидролизуемости. В какие технологические показатели воды процесс гидролиза солей вносит наибольший вклад? Подтвердите это на примере реакции гидролиза соответствующего типа соли.
24. Растворение газов в воде. Закон Генри-Дальтона. Применение принципа Ле-Шателье для характеристики процесса растворения газов в воде.
25. Рассчитайте рН 0,002 М раствора  $\text{H}_2\text{CO}_3$ .  $K_{d1}(\text{H}_2\text{CO}_3) = 4,31 \cdot 10^{-7}$ .
26. 2. Растворенные в воде газы: аммиак. Источники загрязнения воды. Негативное влияния аммиака на оборудование станции. Способы удаления аммиака из воды.
27. Растворенные в воде газы: сероводород. Источники загрязнения воды. Негативное влияния сероводорода на оборудование станции. Способы удаления сероводорода из воды.
28. Вычислите рН 0,05 М раствора  $\text{HNO}_3$  и 0,05 М раствора  $\text{CH}_3\text{COOH}$ . Объясните различие в значениях рН.  $K_d(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \cdot 10^{-5}$ .

29. Растворенные в воде газы: углекислый газ. Пути попадания в воду. Негативное влияния углекислого газа на оборудование станции. Способы удаления углекислого газа из воды.

30. Сформулируйте правило произведения растворимости. Физический смысл произведения растворимости. Назовите условия выпадения и растворения осадка. Выберите вещества, для которых растворимость можно охарактеризовать с помощью ПР: гидроксид магния (2+), карбонат кальция (2+), оксалат кальция ( $\text{CaC}_2\text{O}_4$ ), хлорид натрия, хлорид бария (2+), хлорид кальция (2+).

31. Растворенные в воде газы: кислород. Значение кислорода для природных водоемов. Негативное влияния кислорода на оборудование станции. Способы удаления кислорода из воды.

32. Окисляемость воды и химическое потребление кислорода. Что это такое? Единицы измерения. Для чего используется в теплоэнергетике?

33. Ионный состав природной воды. Качественные реакции для определения ионов в природной и производственной воде. Качественная реакция на карбонат-ионы. Каким эффектом она сопровождается?

34. Баромембранные технологии очистки воды. Микрофльтрация, ультрафльтрация, нанофльтрация, обратный осмос. Классификация методов. Характеристика каждого метода.

35. . Коррозионноактивные газы: кислород, углекислый газ, аммиак. Способы удаления из воды.

36. Ионный обмен: катиониты, аниониты, строение ионитов; процессы, протекающие при ионном обмене.

37. Способы выражения концентрации растворов (молярность, нормальность, массовая доля, титр). Какие кислотно-основные индикаторы следует использовать для подтверждения рН раствора больше 7?

38. В  $5 \text{ дм}^3$  дистиллированной воды растворили 0,4 г NaOH и 265 мг  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Определить значение и характер щелочности, полученного раствора.

39. 1. Важнейшие ионы природных вод. Основные ионы речной воды. К какому типу по солесодержанию относится речная вода?

40. Ионный обмен. Функциональные группы катионитов и анионитов. Процессы, протекающие при ионном обмене.

1. Кислотностью воды. Какую роль оказывают атмосферные газы (кислород, азот, углекислый газ) и промышленные, включая выхлопные газы ( $\text{CO}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ) на характеристику кислотности природной воды? Для обоснования ответа напишите соответствующие уравнения реакций.

41. Ионный обмен: H- и Na-катионирование. Описание метода. Состав воды после проведения метода.

42. Определите общую, карбонатную и некарбонатную жесткость воды, если на титрование ее 50 мл потребовалось 7,5 мл 0,1 н. раствора трилона Б и 4,6 мл 0,1 н. раствора соляной кислоты.

43. Ионный обмен:  $\text{OH}^-$  -анионирование, схемы практического применения метода. Состав воды после проведения метода.

44. Во сколько раз необходимо упарить котловую воду, щелочность которой обусловлена NaOH и равна 5 ммоль/л, чтобы концентрация NaOH увеличилась до 10 г/л?

45. При термическом умягчении 200 л воды образовался осадок массой 25 г. Определите остаточную  $J_{нк}$ , если исходная общая жесткость воды  $J_0$  составляла 5,5 ммоль-экв/л. Составьте уравнение процесса умягчения.

46. Растворимость веществ; факторы, влияющие на растворимость, труднорастворимые электролиты, ПР. Процесс образования и растворения осадка (накипи).

48. Жесткость воды: виды жесткости, методы устранения (реагентные, термический, ионный обмен).

49. В 3 л воды содержится 80 мг едкого натра (NaOH) и 106 мг кальцинированной соды ( $Na_2CO_3$ ). Рассчитайте щелочность по фенолфталеину Щф и метилоранжу Щм.

50. Предварительная очистка воды: коагуляция, флокуляция воды. Сущность метода. Реагенты для проведения метода.