

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

УТВЕРЖДАЮ



Заместитель директора по УР
Н.И. Никифорова
« 30 » мая 2022 г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине (модулю)

Б1.О.21 «Физико-химические основы водоподготовки»

(код и наименование дисциплины (модуля))

13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

(код и наименование направления подготовки/специальности)

«Энергообеспечение предприятий»

(наименование профиля/специализации)

бакалавр

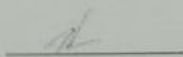
квалификация

Форма обучения: очная

Нижнекамск, 2022

Составитель ФОС:

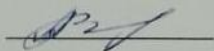
Доцент кафедры НХС



О.Л. Ахсанова

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры нефтехимического синтеза,
протокол от 06 апреля 2022 г. № 8.

Зав. кафедрой НХС

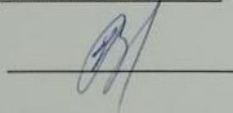


Р.З. Агзамов

СОГЛАСОВАНО

Протокол заседания кафедры ЭТЭОП, реализующей подготовку основной образовательной программы, 21 апреля 2022 г. № 8.

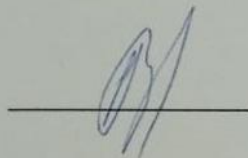
Зав. кафедрой ЭТЭОП



Е.В. Тумаева

Эксперт:

Руководитель ООП,
профессор кафедры ЭТЭОП
НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»



Е.В. Тумаева

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

Компетенция:

ОПК-2 Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.

Индикаторы достижения компетенции:

2.1. Знает базу физико-математического аппарата, методов анализа и моделирования и исследования систем производства энергии и энергообеспечения объектов;

2.2. Умеет анализировать и моделировать системы производства пара, горячей воды и электрической энергии, а также системы энергоснабжения различных объектов;

2.3. Владеет методами анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования источников производства и распределения энергии

Индикаторы достижения компетенции	Этапы формирования в процессе освоения дисциплины				Наименование оценочного средства
	Лекции	Практические занятия, лабораторный практикум	Лабораторные занятия	Курсовой проект (работа)	
ОПК-2.1	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6	Не предусмотрены	Тема 1, Тема 2	Не предусмотрены	Лабораторная работа. Тест. Контрольная работа. Зачет.
ОПК-2.2	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6	Не предусмотрены	Тема 1, Тема 2	Не предусмотрены	Лабораторная работа. Тест. Контрольная работа. Зачет.
ОПК-2.3	Тема 1, Тема 2, Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6	Не предусмотрены	Тема 1, Тема 2	Не предусмотрены	Лабораторная работа. Тест. Контрольная работа. Зачет.

Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)

Очная форма

<i>Оценочные средства</i>	<i>Кол-во</i>	<i>Min, баллов</i>	<i>Max, баллов</i>
<i>Лабораторная работа.</i>	<i>4</i>	<i>4*3=12</i>	<i>4*5=20</i>
<i>Тест.</i>	<i>1</i>	<i>12</i>	<i>20</i>
<i>Контрольная работа.</i>	<i>1</i>	<i>12</i>	<i>20</i>
<i>Зачет</i>		<i>24</i>	<i>40</i>
<i>Итого</i>		<i>60</i>	<i>100</i>

Шкала оценивания

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

Краткая характеристика оценочных средств
по дисциплине Б1.О.21 Физико-химические основы водоподготовки

№п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	2	3	4
1	Лабораторная работа	Это вид учебной работы, целью которой является изучение (исследование, измерение) характеристик лабораторного объекта. Цель лабораторных занятий: освоение изучаемой учебной дисциплины; приобретение навыков практического применения знаний учебной дисциплины (дисциплин) с использованием технических средств и (или) оборудования	Темы лабораторных работ, контрольные вопросы по теме лабораторной работы
2	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по модулю или дисциплине в целом.	Комплект заданий для выполнения контрольных работ
3	Итоговый тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Комплект заданий для выполнения итогового теста

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

Факультет информационных технологий

Кафедра нефтехимического синтеза

Учебным планом по направлению подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» для обучающихся предусмотрено проведение лабораторных занятий по дисциплине «Физико-химические основы водоподготовки».

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

Лабораторная работа №1. Экспериментальное изучение установления временной и постоянной жесткости поверхностной воды и водного конденсата.

1. Источники поступления примесей в воду. Как оценивают качество воды? В чем качественное отличие поверхностных и подземных вод? Роль качественной водоподготовки и рационального воднохимического режима при эксплуатации теплоэнергетического оборудования.

2. Назовите важнейшие качественные и технологические показатели качества воды для использования в теплоэнергетике.

3. Какие методы используются для определения грубодисперсных веществ в воде? Сущность методов.

4. О наличии каких примесей позволяет судить солесодержание воды? Что происходит при прокаливании сухого остатка при 800 °С?

5. Закон электронейтральности. Как оценивают приемлемость результатов определения концентрации отдельных ионов в воде?

6. Какие виды жесткости воды вам известны? Единицы измерения жесткости. Каковы причины строгого нормирования содержания ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} в водах теплоэнергетических установок?

7. Что характеризует рН воды? Охарактеризуйте среду в зависимости от рН. Сущность метода измерения рН.

Лабораторная работа №2. Пробное умягчение воды известково-содовым методом.

1. Щелочность воды. Единица измерения щелочности.

2. Почему окисляемость является условным показателем? Какие окислители применяются для определения окисляемости воды? Единица измерения окисляемости.

3. В чем заключается классификация основ обработки воды? На какие стадии подразделяется обработка воды?

4. Задачи предочистки воды. Известкование и содоизвесткование. Пробное умягчение воды методом содоизвесткования.

Лабораторная работа №3. Определение оптимальной дозы коагулянта.

1. Какие коагулянты применяются в процессах осаждения? В чем сущность коагуляции?

2. В чем сущность флокуляции? Назовите наиболее широко применяемые флокулянты.

3. В чем заключается механизм задержания частиц в зернистых слоях фильтров? Объясните, в чем отличие адгезионного и пленочного фильтрования.

4. Основные требования к фильтрующим материалам. Назовите наиболее широко используемые фильтрующие материалы.

Лабораторная работа №4. Очистка воды от ионов железа (II).

1. Какие методы применяются для обессоливания воды? Сущность методов. Методы определения солесодержания.

2. Сущность ионного обмена. В чем заключается эквивалентность обмена ионов? Понятие обратимости процесса обмена ионов.

3. Что такое динамическая обменная емкость ионитов? Расчет удельной динамической емкости ионитов.

4. Na-катионирование. Способ регенерации.

5. H-катионирование. Способ регенерации.

6. OH-анионирование. Способ регенерации.

Критерии оценки лабораторных работ

Студенты очного отделения выполняют 4 лабораторных работы. При подготовке к лабораторной работе по дисциплине «Физико-химические основы водоподготовки» в 4 семестре студент должен выполнить следующие виды работ:

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

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

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Нижнекамский химико-технологический институт (филиал)
 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
 высшего образования
 «Казанский национальный исследовательский технологический университет»
 Факультет информационных технологий
 Кафедра нефтехимического синтеза

Дисциплина: Б1.О.21 **Физико-химические основы водоподготовки**
 Направление: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
 Профиль: «Энергообеспечение предприятий»
 Форма обучения: очная
 Квалификация: бакалавр
 Семестр: 4

Комплект заданий для контрольной работы

Тема 1. Основные показатели качества воды и методы их определения

Задача № 1

Показатели качества природной воды охарактеризованы массовыми концентрациями катионов и анионов, выраженными в мг/дм³. Определить показатели качества воды в соответствии с заданием, представленным в таблице

Вариант №	Массовые концентрации катионов и анионов, мг/дм ³ .	Определить
1	$\rho(Na^+) = 30$	Суммарную молярную концентрацию эквивалентов катионов
2	$\rho(K^+) = 6,9$	Суммарную молярную концентрацию эквивалентов анионов
3	$\rho(Ca^{2+}) = 12,6$	Щелочность воды в ммоль/дм ³ (ммоль эквивалентов/дм ³)
4	$\rho(Mg^{2+}) = 0,1$	Общую жесткость воды, ммоль/дм ³ (ммоль эквивалентов/дм ³)
5	$\rho(Cl^-) = 40,3$	Карбонатную жесткость воды, ммоль/дм ³
6	$\rho(NO_3^-) = 2,1$	Некарбонатную жесткость воды, ммоль/дм ³
7	$\rho(SO_4^{2-}) = 27,7$	Солесодержание воды, мг/дм ³
8	$\rho(HCO_3^-) = 22,8$	суммарную молярную концентрацию эквивалентов катионов
9	$\rho(Na^+) = 21$	Суммарную молярную концентрацию эквивалентов анионов
10	$\rho(K^+) = 4,83$	Щелочность воды в ммоль/дм ³ (ммоль эквивалентов)
11	$\rho(Ca^{2+}) = 8,82$	Общую жесткость воды, ммоль/дм ³ (ммоль эквивалентов)
12	$\rho(Mg^{2+}) = 0,07$	Карбонатную жесткость воды, ммоль/дм ³ (ммоль эквивалентов)
13	$\rho(Cl^-) = 28,21$	Некарбонатную жесткость воды, ммоль/дм ³ (ммоль эквивалентов)
14	$\rho(NO_3^-) = 1,47$	Солесодержание воды, мг/дм ³
15	$\rho(SO_4^{2-}) = 19,39$	Солесодержание воды, г/м ³
	$\rho(HCO_3^-) = 16$	

Задача № 2

Концентрация ионов водорода в растворах №1 и № 2 составляют «с», моль/дм³ (заданные значения «с» даны в таблице-4). Определить рН этих растворов, принимая коэффициент активности иона=1.

Исходные данные

Вариант контрольной работы	Концентрация ионов водорода в растворе, моль/дм ³	
	Раствор № 1	Раствор № 2
1	$8 \cdot 10^{-5}$	$0,5 \cdot 10^{-7}$
2	$7 \cdot 10^{-6}$	$0,1 \cdot 10^{-5}$
3	$6 \cdot 10^{-5}$	$0,2 \cdot 10^{-3}$
4	$5 \cdot 10^{-4}$	$0,3 \cdot 10^{-4}$
5	$8 \cdot 10^{-3}$	$0,4 \cdot 10^{-6}$
6	$4 \cdot 10^{-2}$	$0,5 \cdot 10^{-8}$
7	$8 \cdot 10^{-6}$	$0,6 \cdot 10^{-7}$
8	$8 \cdot 10^{-5}$	$0,7 \cdot 10^{-7}$
9	$3 \cdot 10^{-7}$	$0,8 \cdot 10^{-6}$
10	$4 \cdot 10^{-6}$	$0,9 \cdot 10^{-7}$
11	$5 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-8}$
12	$6 \cdot 10^{-5}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$
13	$8 \cdot 10^{-4}$	$2 \cdot 10^{-5}$
14	$7 \cdot 10^{-5}$	$2,5 \cdot 10^{-6}$
15	$5 \cdot 10^{-6}$	$3 \cdot 10^{-5}$

Задача № 3

Вариант № 1

Жесткость исходной воды составляет 4 ммоль/кг, а массовая концентрация кальция 60 мг/кг. Определить массовую концентрацию магния в воде в мг/дм³.

Вариант № 2

Жесткость исходной воды составляет 3 ммоль/дм³, а массовая концентрация кальция 40 мг/дм³. Определить массовую концентрацию магния в воде в мг/дм³.

Вариант №3

Жесткость питательной воды составляет 10 мкмоль/дм³. Какой массовой концентрации СаО в мг/дм³ соответствует такая жесткость?

Вариант №4

Жесткость питательной воды составляет 20 мкмоль/дм³. Какой массовой концентрации MgO в мг/дм³ соответствует такая жесткость?

Вариант №5

Какова жесткость насыщенного раствора СаСО₃ в дистиллированной воде при температуре 298 К.

Вариант № 6

Можно ли получить жесткость воды, равную 3,5 ммоль/дм³, путем растворения СаСО₃ в дистиллированной воде с температурой 25 °С.

Вариант № 7

Жесткость конденсата турбины возросла с 3 до 10 ммоль/дм³. Определить долю присоса охлаждающей воды в процентах, жесткость которой равна 5 ммоль/дм³.

Вариант № 8

При кипячении исходной воды ее жесткость снижается за счет разложения гидрокарбоната кальция по реакции



Определить количество выпадающего в осадок CaCO₃ из 10 дм³ воды, если жесткость ее при кипячении снизилась на 2,3 ммоль/дм³.

Вариант № 9

Жесткость конденсата турбины возросла с 4 до 15 ммоль/дм³. Определить долю присоса охлаждающей воды в процентах, жесткость которой равна 3 ммоль/дм³.

Вариант № 10

В результате анализа воды получены следующие показатели:

Ж_о = 4,45 ммоль/дм³; Ж_{Ca} = 0 ммоль/дм³; Ж_{Mg} = 4,45 ммоль/дм³; С_{MgO} = 70 мг/дм³.

Можно ли верить этим результатам. Дать мотивированное объяснение.

Вариант 11

Массовые концентрации Ca²⁺ и Mg²⁺ составляют 2,0 и 1,2 мг/дм³, соответственно. Чему равна жесткость воды?

Вариант 12

Общая жесткость конденсата, возвращаемого с производства, составляет 45 ммоль/дм³. Содержание нефтепродуктов 0,7 мг/дм³, РН воды 9,8. Соответствует ли качество конденсата нормируемым показателям?

Вариант 13

Определить массу выпадающего в осадок CaCO₃ из 1 м³ воды, если жесткость ее при кипячении снизилась на 5 ммоль/дм³.

Вариант 14

В 1 дм³ дистиллированной воды растворено 2,2 мг MgSO₄ · 7H₂O. Определить жесткость раствора.

Вариант 15

В 1 дм³ дистиллированной воды растворено 4 мг CaCl₂ · 6H₂O. Определить жесткость раствора.

Задача № 4

Найти концентрацию гидрата, карбоната и гидрокарбоната натрия в мг/дм³ для следующих значений щелочности по фенолфталеину и метилоранжу (таблица).

Исходные данные для вычисления Щ_ф, Щ_к, Щ_{гк}

№ варианта	Щ _ф , ммоль/дм ³	Щ _к , ммоль/дм ³
1	3,5	6,0
2	2,4	8,0
3	3,4	5,6
4	0,5	0,8
5	0,2	1,2
6	1,2	2,4
7	0,25	0,85
8	4,2	8,0
9	7,0	12,0
10	4,8	16,0
11	6,8	11,2
12	1,0	1,6
13	0,4	2,4
14	2,4	4,8
15	0,5	1,7

Тема 2. Предварительная очистка воды

Задача № 5

Оборотная система охлаждения конденсаторов турбин электростанции должна подпитываться водой состава, мг/дм³ (значения см. в таблице). Система будет работать с коэффициентом упаривания 2,0. Температура воды 298 К. Для предотвращения накипеобразования добавляемую воду предполагается обрабатывать раствором H_2SO_4 понижая щелочность на 4 ммоль/дм³. **Определить** с учетом ионной силы раствора будет ли при этом выпадать в системе гипс ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$).

Исходные данные к заданию

Вариант контрольной работы	Массовые концентрации ионов, мг/дм ³					
	Ca^{2+}	SO_4^{2-}	Mg^{2+}	Cl^-	Na^+	HCO_3^-
1	190	384	30	88	69	305
2	200	350	28	80	60	300
3	220	300	25	70	55	280
4	190	250	40	60	50	320
5	205	380	35	85	65	330
6	220	340	40	75	90	310
7	205	330	20	65	85	350
8	195	320	15	90	80	340
9	210	310	27	89	75	280
10	180	280	26	90	70	250
11	185	270	24	95	65	270
12	215	260	29	100	88	260
13	212	290	34	105	82	290
14	200	370	33	98	78	300
15	195	360	32	97	77	400

Задача № 6

Известковая водоочистка производительностью 80 т/ч обрабатывает воду следующего состава: $C_{Mg^{2+}} = "a" \text{ ммоль/дм}^3$, $C_{HCO_3^-} = "в" \text{ мг/дм}^3$, $C_{CO_2} = "с" \text{ мг/дм}^3$. Водоочистка работает при избытке извести 0,28 ммоль/дм³. Определить расход CaO г/м³ исходной воды. Численные значения «а», «в», «с» см. в таблице.

Исходные данные

№ варианта	а, ммоль/дм ³	в, мг/дм ³	с, мг/дм ³
1	2,30	281	23,0
2	2,19	267	21,9
3	2,08	255	20,8
4	1,98	243	19,9
5	1,89	231	18,9
6	1,80	220	18,0
7	1,7	210	17,0
8	1,6	200	16,0
9	1,5	190	15,0
10	1,4	180	14,0
11	1,3	170	13,0
12	1,2	160	12,0
13	1,1	150	11,0
14	1,0	140	10,0
15	0,9	130	9,0

Тема № 3 Обессоливание воды

Задача № 7

Натрий-катионитный фильтр диаметром (d , м) и высотой слоя сульфогля (h , м) умягчил за межрегенерационный период воды объемом ($V_{\text{воды}}$, м³) с общей жесткостью (J_0 , ммоль/дм³). **Определить:**

- удельную обменную емкость катионита в моль/дм³;
- количество поглощенных катионов в килограммах и в процентах от массы загруженного в фильтр сульфогля, если эквивалентное отношение Ca/Mg для исходной воды равно (данные в таблице), а насыпная плотность влажного катионита (ρ) 0,42 т/м³.

Исходные данные

Вариант №	d , м	h , м	$V_{\text{воды}}$, м ³	J_0 , ммоль/дм ³	Ca/Mg
1	2	2,5	785	3,0	2,0
2	2,2	2,8	700	3,2	1,5
3	2,3	2,9	600	3,5	1,6
4	2,5	3,1	650	4,0	1,8
5	1,5	1,9	550	2,8	2,1
6	1,7	2,1	540	1,7	2,0
7	1,8	2,3	770	3,0	2,0
8	2,1	2,7	760	3,3	2,2
9	0,9	1,1	750	1,5	1,6
10	0,8	1,0	690	1,4	1,8
11	1,4	1,8	680	2,0	3,0
12	1,3	1,3	670	2,1	3,0
13	1,2	1,5	650	2,0	2,0
14	1,1	1,4	500	1,8	2,0
15	2,4	3,0	550	5,0	1,5

Тема № 6. Очистка воды от растворенных газов

Задача № 8

Рассчитать декарбонизатор при исходных данных, приведенных в таблице

Исходные данные для расчета карбонизатора

Вариант №	Жк, ммоль/дм ³	Q, м ³ /час	С _{вых} , мг/кг	С _{вх} , мг/кг	Сухой остаток мг/дм ³	Температура воды °С
1	3,1	500	3	3	200	15
2	3,2	450	3	3	250	17
3	3,3	300	3	3	300	19
4	3,4	350	3	3	350	20
5	3,6	320	3	3	400	23
6	3,7	290	3	3	45	25
7	3,8	700	5	5	500	15
8	3,2	650	5	5	200	17
9	4,1	600	5	5	250	19
10	4,2	550	5	5	300	20
11	4,4	400	5	5	350	23
12	4,5	250	10	10	400	25
13	4,3	200	10	10	45	19
14	4,6	750	10	10	500	20
15	4,7	800	10	10	200	23

Критерии оценки контрольной работы

Студенты очно отделения самостоятельно выполняют 1 контрольную работу, состоящую из 8 заданий, она оценивается следующими критериями:

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

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

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

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

Дисциплина: Б1.О.21 **Физико-химические основы водоподготовки**
Направление: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
Профиль: «Энергообеспечение предприятий»
Форма очная
обучения:
Квалификация: бакалавр
Семестр: 4

Комплект заданий для выполнения итогового теста
ВАРИАНТ-1

1. К пресным водам относятся воды с содержанием солей
 - а) менее 10 мг/дм³
 - б) до 1 г/дм³
 - в) 50-200 мг/ дм³
 - г) до 1000 мг/ дм³
2. По солесодержанию природные воды бывают:
 - а) грубодисперсные и коллоидно-дисперсные
 - б) минеральные и органические
 - в) пресные и соленые
 - г) атмосферные, поверхностные
 - д) грунтовые и технические
3. Фильтрованием называют:
 - а) процесс осветления воды путем пропуска ее через пористый материал
 - б) процесс удаления агрессивных газов
 - в) процесс обработки воды комплексонами
 - г) снижение жесткости исходной воды
 - д) снижение щелочности исходной воды
4. Щелочностью воды называется:
 - а) сумма концентраций катионов Ca^{2+} и Mg^{2+}
 - б) общее содержание веществ, обуславливающих при диссоциации или в результате гидролиза повышенной концентрации ионов OH^-
 - в) загрязненность воды органическими веществами
 - г) суммарное количество нелетучих веществ, присутствующих в воде в коллоидном и молекулярно-дисперсном состоянии
 - д) концентрация кремниевой кислоты в пересчете на диоксид кремния, находящейся в исходной воде
5. Разность масс, полученных при упаривании 1 дм³ соответственно нефilterованной и filterованной воды и высушивании при 110 °С до постоянной массы соответствует
 - а) концентрации ГДП
 - б) солесодержанию
 - в) сухому остатку

- г) прокаленному остатку
6. Коагулянтами называются:
- а) вещества, применяемые для приготовления известкового молока
 - б) химические реагенты, применяемые для регенерации фильтрующего материала
 - в) вещества, применяемые для очистки фильтрата
 - г) вещества, применяемые для обезжелезивания конденсата
 - д) реагенты, способные при введении в воду вызывать укрупнение природных коллоидов
7. Укажите методику определения сухого остатка воды (укажите один вариант ответа)
- а) титрование
 - б) выпаривание
 - в) осаждение
 - г) окрашивание
8. Найдите соответствие: один градус жесткости (1°Ж) – это
- а) 12 мг магния или 20 мг кальция в 1 дм^3 воды
 - б) концентрация магния в воде, равная $c(1/2\text{Mg}) = 1 \text{ ммоль/дм}^3$ или $c(1/2\text{Ca}) = 1 \text{ ммоль/дм}^3$
 - в) 12 мг магния + 20 мг кальция в 1 дм^3 воды
 - а) 24 мг магния или 40 мг кальция в 1 дм^3 воды
9. В результате проведенных анализов установлено, что массовые концентрации кальция и магния в воде составляют 20,0 и 12,0 мг/дм^3 , соответственно. Рассчитанное значение жесткости равно:
- а) 3,2 $^\circ\text{Ж}$
 - б) 1,0 $^\circ\text{Ж}$
 - в) 2,0 $^\circ\text{Ж}$
 - г) 32 $^\circ\text{Ж}$
10. Концентрация ионов водорода в воде равна $3 \cdot 10^{-4} \text{ моль/дм}^3$. Расчетное значение pH при этом составляет
- а) 4,2
 - б) 3,4
 - в) 3,2
 - г) 12,0
11. Жесткость исходной воды составляет 4 $^\circ\text{Ж}$, а массовая концентрация кальция 60 мг/кг . При этом массовая концентрация магния в воде составит:
- а) 56 мг/дм^3
 - б) 15 мг/дм^3
 - в) 12 мг/дм^3
 - г) 24 мг/дм^3
12. При кипячении исходной воды ее жесткость снижается за счет разложения гидрокарбоната кальция по реакции
- $$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$$
- Масса выпавшего в осадок CaCO_3 из 10 дм^3 воды составит (в граммах), если жесткость ее при кипячении снизилась на 2,3 $^\circ\text{Ж}$.
- а) 1,15
 - б) 2,30
 - в) 0,92
 - г) 0,46

13. Процесс коагуляции воды при помощи FeSO_4 0,25–1,0 ммоль/дм³ ведется при pH
- 5,5–7,5
 - >7
 - >8
 - 3-5
14. К мембранным методам очистки относят методы
- обратный осмос
 - ультрафильтрация
 - гиперфильтрация
 - электродиализ
 - пленочное фильтрование
 - адгезионное фильтрование
15. Метод контактной стабилизации предложенный Ланжелье (отметить правильные ответы)
- это безреагентный метод борьбы с накипеобразованием
 - позволяет предотвратить выделение твердой фазы на теплопередающей поверхности
 - предполагает использование фильтрующего слоя из дробленых материалов
 - при этом кристаллизация на веществе-стабилизаторе протекает при большем пересыщении раствора.
16. Выпадение соли в осадок начинается, если
- $C_{K^+} \cdot C_{A^-} = PP_{KA}$
 - $C_{K^+} \cdot C_{A^-} < PP_{KA}$
 - $C_{K^+} \cdot C_{A^-} > PP_{KA}$
 - $C_{K^+} \cdot C_{A^-} \leq PP_{KA}$
17. Для известкования воды применяют реагент:
- CaCO_3
 - Ca(OH)_2
 - $\text{Ca(HCO}_3)_2$
 - CaCl_2
18. Показатель, имеющий условное значение и представляющий собой расход какого-либо сильного окислителя, необходимого для окисления в определенных условиях органических примесей, которые содержатся в 1 л воды - это
- окисляемость воды
 - концентрация органических примесей
 - условная окисляемость
 - показатель концентрации примесей
19. Сумму всех анионов и катионов в воде, за исключением ионов H^+ и OH^- называют
- щелочностью
 - солесодержанием
 - жесткостью
 - кислотностью
20. Уравнение реакции $\text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow 3\text{H}_2\text{O} + \text{N}_2$ протекает при
- обескислороживании воды
 - обессоливании воды
 - умягчении воды

- г) нейтрализации воды
21. Рабочую удельную динамическую обменную емкость можно вычислить если известны
- а) общая жесткость исходной воды и объем обработанной воды до начала проскока
 - б) общая жесткость исходной воды и объем катионита в фильтре
 - в) объем обработанной воды до начала проскока, жесткость исходной воды, объем катионита в фильтре
 - г) объем обработанной воды до начала проскока, жесткость исходной воды, площадь сечения фильтра, высота слоя катионита
22. Осветлением называется:
- а) процесс удаления из воды грубодисперсных и коллоидных примесей
 - б) процесс укрупнения коллоидных частиц
 - в) процесс обмена катионов
 - г) процесс непрерывной продувки шлама
23. Производство объема обработанной воды до начала проскока на жесткость исходной воды соответствует
- а) динамической обменной емкости всего слоя катионита
 - б) удельной обменной емкости
 - в) статической обменной емкости всего слоя катионита
 - г) количеству поглощенных катионов всем слоем катионита
24. Накипью называют:
- а) концентрацию кремниевой кислоты, находящейся в исходной воде
 - б) плотные отложения, возникающие на поверхности нагрева или охлаждения
 - в) рыхлые отложения
 - г) количество вещества, содержащееся в определенном объеме
 - д) суммарное количество нелетучих веществ, присутствующих в воде в коллоидном и молекулярно-дисперсном состоянии
25. Раствор синтетического флокулянта вводят
- а) **через** 0,5–2 мин после ввода коагулянта
 - б) до ввода коагулянта
 - в) одновременно с коагулянтом
 - г) через 0,5–2 часа после ввода коагулянта

ВАРИАНТ-2

1. К минеральным примесям воды относят
- а) N_2 , O_2 , CO_2
 - б) NH_3 , CH_4 , H_2S
 - в) соли, кислоты, основания, находящиеся в значительной степени в диссоциированной форме
 - г) гумусовые вещества
2. Жесткостью воды называется:
- а) сумма концентраций катионов Ca^{2+} и Mg^{2+}
 - б) общее содержание веществ, обуславливающих при диссоциации или в результате гидролиза повышенной концентрации ионов OH^-
 - в) загрязненность воды органическими веществами
 - г) суммарное количество нелетучих веществ, присутствующих в воде в коллоидном и молекулярно-дисперсном состоянии
 - д) концентрация кремниевой кислоты в пересчете на диоксид кремния, находящейся в исходной воде

3. Результатом коагуляции воды являются:

- а) повышение прозрачности и снижение окисляемости
- б) снижение жесткости воды
- в) повышение щелочности воды
- г) снижение электропроводности воды
- д) снижение электропроводности и снижение окисляемости воды

4. В результате проведенных анализов установлено, что массовые концентрации кальция и магния в воде составляют 40,0 и 24,0 мг/дм³, соответственно. Рассчитанное значение жесткости равно:

- а) 4,0 °Ж
- б) 5,2 °Ж
- в) 3,0 °Ж
- г) 1,5 °Ж

5. Жесткость исходной воды составляет 5 °Ж, а массовая концентрация кальция 50 мг/кг. При этом массовая концентрация магния в воде составит:

- а) 55 мг/дм³
- б) 45 мг/дм³
- в) 30 мг/дм³
- г) 48 мг/дм³

6. При определении временной жесткости в качестве титранта используют раствор

- а) трилона Б
- б) соляной кислоты
- в) хлороводородной кислоты
- г) метиловый оранжевый

7. Концентрация ионов водорода в воде равна $8 \cdot 10^{-5}$ моль/дм³. Расчетное значение pH при этом составляет

- а) 4,1
- б) 5,8
- в) 8,5
- г) 3,0

8. При кипячении исходной воды ее жесткость снижается за счет разложения гидрокарбоната кальция по реакции



Масса выпавшего в осадок CaCO₃ из 10 дм³ воды составит (в граммах), если жесткость ее при кипячении снизилась на 3 °Ж.

- а) 1,2
- б) 2,0
- в) 3,0
- г) 1,5

9. Процесс агрегации частиц, в котором в дополнение к непосредственному контакту частиц происходит их адсорбционное взаимодействие с молекулами высокомолекулярных веществ, называется

- а) коагуляцией
- б) флокуляцией
- в) адсорбцией
- г) абсорбцией

10. Создание условий для более полного перехода газов из воды в паровое пространство

при термической деаэрации предполагает

- а) дробление потока кипящей воды на тонкие струи, капли или пленки
- б) барботаж пара через тонкие слои кипящей воды
- в) барботаж воздуха через слой воды
- г) доведение температуры воды до 100 °С

11. Отличием способа очистки воды обратным осмосом и ультрафильтрацией от процессов фильтрования является

- а) отсутствие полупроницаемой мембраны
- б) в результате образуется не осадок, а лишь два раствора с различными концентрациями примесей
- в) возможность использования без добавок химических реагентов
- г) минимальный расход электроэнергии

12. Величина коэффициента уноса при термической водоподготовке определяется формулой

- а) $K_y = K_{ку} + K_{иу} = \frac{a_{ку}}{A_{кв}} + \frac{a_{иу}}{A_{кв}}$
- б) $K_y = K_{ку} - K_{иу} = \frac{a_{ку}}{A_{кв}} - \frac{a_{иу}}{A_{кв}}$
- в) $K_y = \frac{a_{п}}{A_{кв}}$
- г) $K_y = \frac{A_{кв}}{a_{п}}$

13. Соль не выпадает в осадок, если

- а) $C_{K^+} \cdot C_{A^-} = PP_{КА}$
- б) $C_{K^+} \cdot C_{A^-} < PP_{КА}$
- в) $C_{K^+} \cdot C_{A^-} > PP_{КА}$
- г) $C_{K^+} \cdot C_{A^-} \leq PP_{КА}$

14. Известкование воды применяется для вод со щелочностью

- а) превышающей 1,5 ммоль/дм³
- б) в широком диапазоне
- в) не более 1,5 ммоль/дм³
- г) от 0,5 до 5 ммоль/дм³

15. Флокулянт с химической формулой (-C₃H₅NO) n называется

- а) полиакриламид
- б) кремниевая кислота
- в) крахмал
- г) карбоксиметилцеллюлоза

16. Вода, используемая в качестве исходного сырья на водоподготовительной установке, а также для других целей на ТЭС и АЭС - это

- а) добавочная вода
- б) исходная природная вода
- в) питательная вода
- г) продувочная вода

17. рН воды может быть рассчитана по формуле

- а) $pH = -\lg[H^+]$
- б) $pH = 14 - pOH$
- в) $pH = 14 + \lg[OH^-]$

18. Какова зависимость концентрации O_2 в воде от концентрации органических веществ
- а) с увеличением органических веществ концентрация O_2 в воде уменьшается
 - б) с увеличением органических веществ концентрация O_2 в воде увеличивается
 - в) изменение концентрации органических веществ не влияет на концентрацию кислорода в воде
 - г) такая зависимость не установлена
19. Примерная концентрация CO_2 в природной воде при $20\text{ }^{\circ}C$ составляет
- а) $0,5\text{ мг/дм}^3$
 - б) $0,0005\text{ г/дм}^3$
 - в) $0,5\text{ г/м}^3$
 - г) $0,5\text{ моль/дм}^3$
20. Скорость взаимодействия гидразина с кислородом при повышении температуры
- а) повышается
 - б) не меняется
 - в) понижается
21. Рабочую удельную динамическую обменную емкость можно вычислить если известны
- а) общая жесткость исходной воды и объем обработанной воды до начала проскока
 - б) общая жесткость исходной воды и объем катионита в фильтре
 - в) объем обработанной воды до начала проскока, жесткость исходной воды, объем катионита в фильтре
 - г) объем обработанной воды до начала проскока, жесткость исходной воды, площадь сечения фильтра, высота слоя катионита
22. Для предохранения котельного агрегата от стояночной коррозии производят:
- а) периодическую продувку
 - б) умягчение котловой воды
 - в) деаэрацию
 - г) консервацию
 - д) опрессовку
23. Вывод из котельного агрегата части котловой воды и замена ее питательной называется:
- а) продувкой
 - б) сепарацией
 - в) испарением
 - г) обессоливанием
 - д) регенерацией
24. Массопередача кислорода из воздуха в воду может идти:
- а) если концентрация растворенного кислорода в воде больше концентрации кислорода, равновесной парциальному давлению кислорода в воздухе
 - б) если концентрация растворенного кислорода в воде меньше концентрации кислорода, равновесной парциальному давлению кислорода в воздухе
 - в) если концентрация растворенного кислорода в воде равновесна парциальному давлению кислорода в воздухе
 - г) если парциальное давление кислорода в воздухе меньше парциального давления, равновесного концентрации растворенного кислорода в воздухе
 - д) если парциальное давление кислорода в воздухе равно весно концентрации растворенного в воде кислорода
25. Регенерация Na-катионита производится:
- а) раствором щелочи

- б) раствором поваренной соли
- в) сульфатом аммония
- г) раствором серной кислоты
- д) воздухом

ВАРИАНТ-3

1. коллоидно-дисперсные примеси – это примеси с размером частиц
 - а) от 1 до 100 нм
 - б) от 1 нм до 0,1 мкм
 - в) от 1 до 10 нм
 - г) от 10 до 100 мкм
2. Сухим остатком называется:
 - а) сумма концентраций катионов Ca^{2+} и Mg^{2+}
 - б) общее содержание веществ, обуславливающих при диссоциации или в результате гидролиза повышенной концентрации ионов OH^-
 - в) загрязненность воды органическими веществами
 - г) суммарное количество нелетучих веществ, присутствующих в воде в коллоидном и молекулярно-дисперсном состоянии
 - д) концентрация кремниевой кислоты в пересчете на диоксид кремния, находящейся в исходной воде
3. В качестве коагулянтов применяются:
 - а) аммиак и гидразин
 - б) сернокислородное железо, сернокислый алюминий, хлорное железо
 - в) комплексоны
 - г) хлористый кальций
 - д) свободный кислород и азот
4. Методом шрифта и креста определяют показатель воды:
 - а) сухой остаток
 - б) окисляемость
 - в) прозрачность
 - г) рН воды
 - д) содержание кислорода
5. В результате проведенных анализов установлено, что массовые концентрации кальция и магния в воде составляют 40,0 и 12,0 мг/дм³, соответственно. Рассчитанное значение жесткости равно:
 - а) 4,0 °Ж
 - б) 5,2 °Ж
 - в) 3,0 °Ж
 - г) 1,5 °Ж
6. Жесткость исходной воды составляет 4 °Ж, а массовая концентрация магния 24 мг/кг. При этом массовая концентрация кальция в воде составит:
 - а) 48 мг/дм³
 - б) 20 мг/дм³
 - в) 40 мг/дм³
 - г) 80 мг/дм³
7. При комплексонометрическом определении общей жесткости в качестве титранта используют раствор
 - а) трилона Б

- б) ЭДТА
- в) динатриевой соли этилендиамин тетрауксусной кислоты
- г) ЭХЧТ

8. Концентрация ионов водорода в воде равна $6 \cdot 10^{-4}$ моль/дм³. Расчетное значение pH при этом составляет

- а) 3,2
- б) 4,2
- в) 5,0
- г) 6,0

9. При кипячении исходной воды ее жесткость снижается за счет разложения гидрокарбоната кальция по реакции



Масса выпавшего в осадок CaCO₃ из 10 дм³ воды составит (в граммах), если жесткость ее при кипячении снизилась на 5 °Ж.

- а) 5,0
- б) 2,5
- в) 0,25
- г) 1,25

10. Процесс коагуляции воды при помощи Al₂(SO₄)₃ при дозе 0,5–1,2 ммоль/дм³ ведется при pH

- а) 2-3
- б) <7
- в) 5,5–7,5
- г) >8

11. Предотвращение накипеобразования в испарительных установках методом кристаллизационной затравки (отметить правильные ответы)

- а) **основан** на добавлении в испаряемую воду тонкодисперсных порошков
- б) **не следует** применять для теплопередающих поверхностей, работающих в режиме кипения
- в) предполагает добавление в испаряемую воду концентрированного раствора соли
- г) применяют для теплопередающих поверхностей, работающих в режиме кипения

12. Отношение солесодержания какого-либо вещества в паре и котловой воде называется

- а) относительной величиной концентрации
- б) коэффициентом уноса
- в) капельным уносом
- г) избирательным уносом

13. Для насыщенного раствора справедливо соотношение

- а) $C_{K^+} \cdot C_{A^-} = PP_{KA}$
- б) $C_{K^+} \cdot C_{A^-} < PP_{KA}$
- в) $C_{K^+} \cdot C_{A^-} > PP_{KA}$
- г) $C_{K^+} \cdot C_{A^-} \leq PP_{KA}$

14. При содоизвестковании дозируют реагенты

- а) Ca(OH)₂
- б) Na₂CO₃

- в) NaHCO_3
г) NaOH
15. Дозировка флокулянта –полиакриламида составляет
- а) 0,5–1,5 мг на 1 дм³ воды
 - б) 0,5–1,5 мг на 100 мг взвешенных веществ в исходной воде
 - в) 5-15 г 1 м³ воды
 - г) 0,5–1,5 мг на 100 г взвешенных веществ в исходной воде
16. Концентрация растворенных газов в воде зависит
- а) от природы газа и парциального давления газа над водой
 - б) от температуры воды и рН воды
 - в) только от степени минерализации воды
 - г) от рН воды
 - д) от природы газа, температуры воды, степени минерализации воды, парциального давления газа над водой, рН воды
17. См/м, мкСм/см – это единицы измерения
- а) удельного сопротивления
 - б) силы тока
 - в) электропроводности
 - г) удельной электропроводности
18. Суммарная концентрация всех анионов слабых кислот и ионов гидроксида за вычетом концентрации ионов водорода называется
- а) общей щелочностью воды
 - б) общей кислотностью воды
 - в) солесодержанием воды
 - г) рОН
19. Как влияют присутствующие в воде оксиды металлов на реакцию кислорода с гидразином
- а) не влияют
 - б) влияют каталитически
 - в) гидразин может расходоваться лишь на восстановление оксидов и гидроксидов, а удаление кислорода будет определяться окислением восстановленных форм катионов
 - г) удаление кислорода не произойдет
20. Результаты определения прокаленного остатка (800 оС) и сухого остатка (высушивание при 100 оС)
- а) не отличаются
 - б) отличаются, так как органические примеси при прокаливании сгорают
 - в) отличаются, так как при прокаливании распадаются карбонаты
 - г) отличаются, так как при прокаливании сгорают органические примеси и распадаются карбонаты
21. Рабочую удельную динамическую обменную емкость можно вычислить если известны
- а) объем обработанной воды до начала проскока, жесткость исходной воды, объем катионита в фильтре
 - б) общая жесткость исходной воды и объем обработанной воды до начала проскока
 - в) общая жесткость исходной воды и объем катионита в фильтре
 - г) объем обработанной воды до начала проскока, жесткость исходной воды, площадь сечения фильтра, высота слоя катионита

22. Вакуумная деаэрация воды применяется:
- а) при $t > 373\text{K}$
 - б) при $t < 373\text{K}$
 - в) $\text{pH} > 9,0$
 - г) $\text{ЖПВ} < 10 \text{ мкг-экв/кг}$
 - д) при любых условиях
23. Удаление из воды растворенных агрессивных газов может называться:
- а) умягчением
 - б) деаэрацией
 - в) известкованием
 - г) коагуляцией
 - д) регенерацией
24. Величина удельной адсорбционной способности при изменении температуры:
- а) уменьшается при снижении температуры
 - б) увеличивается при снижении температуры
 - в) не изменяется
 - г) в некоторых случаях может увеличиваться, в некоторых – уменьшаться при снижении температуры
25. Способы удаления образовавшихся отложений:
- а) деаэрация питательной воды
 - б) щелочение котловой воды
 - в) механические и химические
 - г) обработка воды комплексоном
 - д) химическое обессоливание воды

ВАРИАНТ-4

1. Удаление грубодисперсных загрязнений осуществляется:
- а) химическим обессоливанием
 - б) умягчением
 - в) катионированием
 - г) анионированием
 - д) осаждением и фильтрованием
2. Свободная углекислота в воде отсутствует при значении pH
- а) < 8
 - б) ≥ 9
 - в) > 7
 - г) < 7
3. Укажите метод осветления воды: (укажите один вариант ответа)
- а) озонирование
 - б) кипячение
 - в) фильтрация
 - г) хлорирование
4. Какие соединения используются в качестве коагулянтов? (укажите все варианты ответа)
- а) сернокислый алюминий
 - б) хлорное железо
 - в) сернокислое железо
 - г) гидрокарбонат алюминия

д) гидроксид алюминия

5.. Удельную электрическую проводимость воды определяют с помощью

- а) кондуктометра
- б) потенциометра
- в) полярографа
- г) рефрактометра

6. В результате проведенных анализов установлено, что массовые концентрации кальция и магния в воде составляют 40,0 и 6,0 мг/дм³, соответственно. Рассчитанное значение жесткости равно:

- а) 4,6 °Ж
- б) 5,2 °Ж
- в) 2,5 °Ж
- г) 10 °Ж

7. Жесткость питательной воды составляет 0,1 °Ж. Какой массовой концентрации СаО в мг/дм³ соответствует такая жесткость?

- а) 2,8
- б) 2,0
- в) 4,0
- г) 28

8. Определение общей жесткости проводят титрованием

- а) кислотно-основным
- б) окислительно-восстановительным
- в) осадительным
- г) комплексонометрическим

9. Концентрация ионов водорода в воде равна $6 \cdot 10^{-4}$ моль/дм³. Расчетное значение рН при этом составляет

- а) 4,2
- б) 4,2
- в) 5,0
- г) 6,0

10. При кипячении исходной воды ее жесткость снижается за счет разложения гидрокарбоната кальция по реакции



Масса выпавшего в осадок СаСО₃ из 5дм³ воды составит (в граммах), если жесткость ее при кипячении снизилась на 2,0 °Ж.

- а) 0,50
- б) 1,00
- в) 0,10
- г) 0,20

11. Процесс укрупнения коллоидных частиц, завершающийся выпадением вещества в осадок, называется:

- а) осветлением
- б) Na-катионированием
- в) обескислороживанием
- г) фосфатированием
- д) коагуляцией

12. Промывку осветлительных фильтров осуществляют
- обратным потоком воды
 - прямым потоком воды
 - потоком снизу вверх
 - потоком сверху вниз
13. Для предотвращения накипеобразования в испарительных установках используют методы
- флотации
 - мембранные
 - физические и конструктивные
 - технологические, химические и физико-химические, конструктивные
14. Относительная величина загрязнения пара солями характеризуется
- произведением растворимости
 - коэффициентом уноса
 - концентрацией вещества в паре
 - концентрацией вещества в котловой воде
15. Выпадение соли в осадок начинается, если
- $C_{K^+} \cdot C_{A^-} = PP_{KA}$
 - $C_{K^+} \cdot C_{A^-} < PP_{KA}$
 - $C_{K^+} \cdot C_{A^-} > PP_{KA}$
 - $C_{K^+} \cdot C_{A^-} \leq PP_{KA}$
16. Из следующих реакций обмена, протекающих при Na катионировании
- $$2R/Na^+ + Ca^{2+} \rightleftharpoons R_2/Ca^{2+} + 2Na^+; \quad 2R/Na^+ + Mg^{2+} \rightleftharpoons R_2/Mg^{2+} + 2Na^+,$$
- следует, что массовая концентрация катионов в растворе
- остается неизменным
 - несколько возрастает
 - несколько уменьшится
 - возрастает в соответствии с эквивалентными массами ионов, участвующих в процессе
17. Фильтрация может происходить по типу адгезионное или пленочное, в зависимости от
- температуры воды
 - соотношения размеров фильтруемых частиц и эффективного диаметра пор фильтрующего материала
 - концентрации твердой фазы
 - природы дисперсных примесей
18. При содоизвестковании дозируют реагенты
- $Ca(OH)_2$
 - Na_2CO_3
 - $NaHSO_4$
 - $NaOH$
19. Известкование воды применяется для снижения
- карбонатной составляющей жесткости
 - щелочности
 - кислотности
 - постоянной жесткости
20. Раствор полиакриламида вводят
- через 0,5–2 мин после ввода коагулянта

- е) до ввода коагулянта
 - ж) одновременно с коагулянтом
 - з) через 0,5–2 часа после ввода коагулянта
21. Рабочую удельную динамическую обменную емкость можно вычислить если известны
- а) общая жесткость исходной воды и объем обработанной воды до начала проскока
 - б) общая жесткость исходной воды и объем катионита в фильтре
 - в) динамическая обменная емкость всего слоя катионита и объем катионита в фильтре
 - г) объем обработанной воды до начала проскока, жесткость исходной воды, площадь сечения фильтра, высота слоя катионита
22. Для полного и быстрого связывания кислорода гидразином необходимо поддерживать оптимальные значения
- а) рН
 - б) температуры
 - в) концентрации гидразина
 - г) рН , температуры и концентрации гидразина
23. Способ умягчения воды, в процессе которой протекают реакции
- $$2\text{RNa} + \text{Ca}^{2+} \rightarrow \text{R}_2\text{Ca} + 2\text{Na}^+; \quad 2\text{RNa} + \text{Mg}^{2+} \rightarrow \text{R}_2\text{Mg} + 2\text{Na}^+$$
- называется:
- а) натрий-катионирование
 - б) катионирование
 - в) анионирование
 - г) метод ионного обмена
24. По давлению различают деаэраторы:
- а) пленочные, струйные, капельные
 - б) смешивающего типа и перегретого пара
 - в) непрерывного и периодического действия
 - г) вакуумные, атмосферные и повышенного давления
 - д) водоструйные и пароструйные
25. Концентрация растворенного газа в воде при изменении температуры и парциального давления
- а) увеличивается с увеличением температуры и давления
 - б) увеличивается с увеличением давления и уменьшением температуры
 - в) уменьшается с увеличением температуры и давления
 - г) уменьшается с увеличением давления и уменьшением температуры
 - д) не изменяется

Критерии оценки итогового теста

Для получения допуска к зачету студенты выполняют итоговый тест, содержащий 25 заданий. Каждое задание оценивается в 0,8 балла. В целом работа оценивается следующими критериями:

Оценка «5» ставится за работу, если интервал баллов рейтинга студента $17,6 \leq R \leq 20$ и студент выполнил правильно не менее 22 заданий.

Оценка «4» ставится за работу, если интервал баллов рейтинга студента $15,2 \leq R < 17,6$ и студент выполнил правильно не менее 19 заданий.

Оценка «3» ставится в том случае, если интервал баллов рейтинга студента $12 \leq R < 15,2$ и студент выполнил правильно не менее 15 заданий.

Оценка «2» ставится, если балл рейтинга студента составляет $R < 12$ и студент выполнил правильно менее 15 заданий, т.е. менее 2/3 всей работы.

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

Дисциплина: Б1.О.21 **Физико-химические основы водоподготовки**
Направление: 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
Профиль: «Энергообеспечение предприятий»
Форма очная
обучения:
Квалификация: бакалавр
Семестр: 4

СПИСОК ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ

1. Источники поступления примесей в воду. Как оценивают качество воды? В чем качественное отличие поверхностных и подземных вод? Роль качественной водоподготовки и рационального воднохимического режима при эксплуатации теплоэнергетического оборудования.
2. Назовите важнейшие качественные и технологические показатели качества воды для использования в теплоэнергетике.
3. Какие методы используются для определения грубодисперсных веществ в воде? Сущность методов.
4. О наличии каких примесей позволяет судить солесодержание воды? Что происходит при прокаливании сухого остатка при 800 °С?
5. Закон электронейтральности. Как оценивают приемлемость результатов определения концентрации отдельных ионов в воде?
6. Какие виды жесткости воды вам известны? Единицы измерения жесткости. Каковы причины строгого нормирования содержания ионов Ca^{2+} и Mg^{2+} в водах теплоэнергетических установок?
7. Что характеризует pH воды? Охарактеризуйте среду в зависимости от pH. Сущность метода измерения pH.
8. Щелочность воды. Единица измерения щелочности.
9. Почему окисляемость является условным показателем? Какие окислители применяются для определения окисляемости воды? Единица измерения окисляемости.
10. В чем заключается классификация основ обработки воды? На какие стадии подразделяется обработка воды?
11. Задачи предочистки воды. Известкование и содоизвесткование. Пробное умягчение воды методом содоизвесткования.
12. Какие коагулянты применяются в процессах осаждения? В чем сущность коагуляции?
13. В чем сущность флокуляции? Назовите наиболее широко применяемые флокулянты.
14. В чем заключается механизм задержания частиц в зернистых слоях фильтров? Объясните, в чем отличие адгезионного и пленочного фильтрования.
15. Основные требования к фильтрующим материалам. Назовите наиболее широко используемые фильтрующие материалы.
16. Какие методы применяются для обессоливания воды? Сущность методов. Методы определения солесодержания.
17. Сущность ионного обмена. В чем заключается эквивалентность обмена ионов? Понятие обратимости процесса обмена ионов.

18. Что такое динамическая обменная емкость ионитов? Расчет удельной динамической емкости ионитов.

19. Na-катионирование. Способ регенерации.

20. H-катионирование. Способ регенерации.

21. OH-анионирование. Способ регенерации.

22. Термический метод обессоливания воды. Условия образования твердой фазы из солевых растворов.

23. Загрязнения пара и способы их удаления. Факторы, влияющие на загрязнение пара. Коэффициент уноса как характеристика относительного загрязнения пара. Коэффициент уноса как суммарная величина коэффициентов капельного и избирательного уноса.

24. Мембранные методы очистки. Обратный осмос. Электродиализ.

ЗАДАЧИ ДЛЯ ЗАЧЕТА

Вариант № 1

Показатели качества природной *воды* охарактеризованы массовыми концентрациями катионов и анионов, выраженными в мг/дм³:

$$\rho(Na^+) = 30; \rho(K^+) = 6,9; \rho(Ca^{2+}) = 12,6; \rho(Mg^{2+}) = 0,1; \rho(Cl^-) = 40,3;$$

$$\rho(NO_3^-) = 2,1; \rho(SO_4^{2-}) = 27,7; \rho(HCO_3^-) = 22,8;$$

Определить суммарную молярную концентрацию эквивалентов катионов.

Вариант № 2

Показатели качества природной *воды* охарактеризованы массовыми концентрациями катионов и анионов, выраженными в мг/дм³:

$$\rho(Na^+) = 21; \rho(K^+) = 4,83; \rho(Ca^{2+}) = 8,82; \rho(Mg^{2+}) = 0,07; \rho(Cl^-) = 28,21;$$

$$\rho(NO_3^-) = 1,47; \rho(SO_4^{2-}) = 19,39; \rho(HCO_3^-) = 16.$$

Определить суммарную молярную концентрацию эквивалентов анионов

Вариант № 3

Показатели качества природной *воды* охарактеризованы массовыми концентрациями катионов и анионов, выраженными в мг/дм³:

$$\rho(Na^+) = 30; \rho(K^+) = 6,9; \rho(Ca^{2+}) = 12,6; \rho(Mg^{2+}) = 0,1; \rho(Cl^-) = 40,3;$$

$$\rho(NO_3^-) = 2,1; \rho(SO_4^{2-}) = 27,7; \rho(HCO_3^-) = 22,8;$$

Определить щелочность воды в ммоль/дм³

Вариант № 4

Показатели качества природной *воды* охарактеризованы массовыми концентрациями катионов и анионов, выраженными в мг/дм³:

$$\rho(Na^+) = 21; \rho(K^+) = 4,83; \rho(Ca^{2+}) = 8,82; \rho(Mg^{2+}) = 0,07; \rho(Cl^-) = 28,21;$$

$$\rho(NO_3^-) = 1,47; \rho(SO_4^{2-}) = 19,39; \rho(HCO_3^-) = 16;$$

Определить общую жесткость воды, в °Ж

Вариант № 5

Показатели качества природной *воды* охарактеризованы массовыми концентрациями катионов и анионов, выраженными в мг/дм³:

$$\rho(Na^+) = 30; \rho(K^+) = 6,9; \rho(Ca^{2+}) = 12,6; \rho(Mg^{2+}) = 0,1; \rho(Cl^-) = 40,3;$$

$$\rho(NO_3^-) = 2,1; \rho(SO_4^{2-}) = 27,7; \rho(HCO_3^-) = 22,8;$$

Определить карбонатную жесткость воды, °Ж.

Вариант № 6

Показатели качества природной *воды* охарактеризованы массовыми концентрациями катионов и анионов, выраженными в мг/дм³:

$$\rho(Na^+) = 21; \rho(K^+) = 4,83; \rho(Ca^{2+}) = 8,82; \rho(Mg^{2+}) = 0,07; \rho(Cl^-) = 28,21;$$

$\rho(NO_3^-) = 1,47$; $\rho(SO_4^{2-}) = 19,39$; $\rho(HCO_3^-) = 16$

Определить некарбонатную жесткость воды, °Ж.

Вариант № 7

Оборотная система охлаждения конденсаторов турбин электростанции должна подпитываться водой следующего состава, ммоль/дм³:

Молярные концентрации ионов, ммоль/дм ³					
$c(1/2Ca^{2+})$	$c(1/2 SO_4^{2-})$	$c(1/2Mg^{2+})$	$c(Cl^-)$	$c(Na^+)$	$c(HCO_3^-)$
10	8	2,5	2,5	3	5

Система будет работать с коэффициентом упаривания 2.

Коэффициенты активности ионов Ca^{2+} и SO_4^{2-} равны и составляют 0,5. $IP_{CaSO_4} = 3,7 \cdot 10^{-5}$.

Для предотвращения накипобразования добавляемую воду предполагается обрабатывать H_2SO_4 понижая щелочность на 4 ммоль/дм³.

Определить будет ли при этом выпадать в системе гипс ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$).

Вариант № 8

Оборотная система охлаждения конденсаторов турбин электростанции должна подпитываться водой следующего состава, ммоль/дм³:

Молярные концентрации ионов, ммоль/дм ³					
$c(1/2Ca^{2+})$	$c(1/2 SO_4^{2-})$	$c(1/2Mg^{2+})$	$c(Cl^-)$	$c(Na^+)$	$c(HCO_3^-)$
8	6	2,5	2,5	3	5

Система будет работать с коэффициентом упаривания 2.

Коэффициенты активности ионов Ca^{2+} и SO_4^{2-} равны и составляют 0,48. $IP_{CaSO_4} = 3,7 \cdot 10^{-5}$. Для предотвращения накипобразования добавляемую воду предполагается обрабатывать H_2SO_4 понижая щелочность на 2 ммоль/дм³.

Определить будет ли при этом выпадать в системе гипс ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$).

Вариант № 9

Концентрация ионов водорода в некоторых растворах равны $8 \cdot 10^{-7}$; $4 \cdot 10^{-4}$; $8 \cdot 10^{-7}$; $0,5 \cdot 10^{-7}$; $3,2 \cdot 10^{-8}$; 0,005 моль/дм³. Определить pH растворов, принимая коэффициент активности иона=1.

Вариант № 10

Жесткость исходной воды составляет 4 °Ж, а массовая концентрация кальция 60 мг/кг. Определить массовую концентрацию магния в воде в мг/дм³.

Вариант № 11

Жесткость питательной воды составляет 0,01 °Ж. Какой массовой концентрации CaO в мг/дм³ соответствует такая жесткость?

Вариант № 12

Жесткость конденсата турбины возросла с 0,005 до 0,011 °Ж. Определить долю присоса охлаждающей воды в процентах, жесткость которой равна 5 °Ж.

Вариант № 13

При кипячении исходной воды ее жесткость снижается за счет разложения гидрокарбоната кальция по реакции



Определить количество выпадающего в осадок $CaCO_3$ из 5 дм³ воды, если жесткость ее при кипячении снизилась на 3,5 °Ж.

Вариант № 14

Массовые концентрации Ca^{2+} и Mg^{2+} составляют 2,0 и 1,2 мг/дм³, соответственно.

Чему равна жесткость воды?

Вариант № 15

Определить массу выпадающего в осадок CaCO_3 из 5 м^3 воды, если жесткость ее при кипячении снизилась на 4 мкмоль/дм^3 .

Вариант № 16

Натрий-катионитный фильтр диаметром $1,5 \text{ м}$ и высотой слоя сульфогля 2 м умягчил за межрегенерационный период воду объемом 600 м^3 с общей жесткостью $4 \text{ }^\circ\text{Ж}$. Определить удельную обменную емкость катионита в моль/дм^3 .

Вариант № 17

Натрий-катионитный фильтр диаметром $2,0 \text{ м}$ и высотой слоя сульфогля 3 м умягчил за межрегенерационный период воду объемом 500 м^3 с общей жесткостью $4 \text{ }^\circ\text{Ж}$. Определить удельную обменную емкость катионита в моль/дм^3 .

Критерии оценки дифференцированного зачета по дисциплине

Б1.О.21 «Физико-химические основы водоподготовки»

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