

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Наименование образовательной программы: Автономные энергетические системы

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

**Оценочные материалы
по дисциплине
Физическая химия**

**Москва
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Тютрина С.В.
Идентификатор	Rdd5d33df-TiutrinaSvV-6189c802	

С.В. Тютрина

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ланская И.И.
Идентификатор	R3db6324d-Lanskyall-6f410db9	

И.И.
Ланская

Заведующий
выпускающей кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кулешов Н.В.
Идентификатор	Re9c42de9-KuleshovNV-bc390ed6	

Н.В.
Кулешов

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-4 Способен к разработке мероприятий по совершенствованию технологии производства автономных энергетических систем и их элементов

ИД-2 анализирует научную проблематику области исследований и разработки автономных энергетических систем и их элементов

ИД-3 выполняет эксперименты по параметрам и характеристикам химических реакторов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок, установок водородной энергетики и их элементов в соответствии с установленными полномочиями

и включает:

для текущего контроля успеваемости:

Форма реализации: Письменная работа

1. Общие свойства растворов, осмотическое давление, закон Рауля (Расчетно-графическая работа)

2. Расчет термодинамических параметров химической реакции с помощью высокотемпературных составляющих энтальпии. Термодинамические параметры химического процесса. Теплота сгорания топлива (Расчетно-графическая работа)

3. Химический состав воды. Расчет жесткости воды, методы ее умягчения (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ (Лабораторная работа)

БРС дисциплины

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Общие свойства растворов, осмотическое давление, закон Рауля (Расчетно-графическая работа)

КМ-2 Расчет термодинамических параметров химической реакции с помощью высокотемпературных составляющих энтальпии. Термодинамические параметры химического процесса. Теплота сгорания топлива (Расчетно-графическая работа)

КМ-3 Химический состав воды. Расчет жесткости воды, методы ее умягчения (Расчетно-графическая работа)

КМ-4 Защита лабораторных работ (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %				
	Индекс КМ:	КМ- 1	КМ- 2	КМ- 3	КМ- 4
	Срок КМ:	4	8	12	16
Элементы молекулярно-кинетической теории газов. Основные понятия и свойства двухкомпонентных систем					
Элементы молекулярно-кинетической теории газов. Основные понятия и свойства двухкомпонентных систем	+				
Основные понятия и положения химической термодинамики. Основные понятия химической кинетики.					
Основные понятия и положения химической термодинамики. Основные понятия химической кинетики.		+			
Химическое равновесие. Физическая адсорбция. Условия фазового равновесия.					
Химическое равновесие. Физическая адсорбция. Условия фазового равновесия.			+		
Сильные электролиты. Понятие кондуктометрии, виды кондуктометрии.					
Сильные электролиты. Понятие кондуктометрии, виды кондуктометрии.					+
	Вес КМ:	25	25	25	25

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-4	ИД-2ПК-4 анализирует научную проблематику области исследований и разработки автономных энергетических систем и их элементов	Знать: основные источники научно-технической информации по основным вопросам физической химии, теплоэнергетики и теплотехники, терминологию предмета физической химии для умения логически верно и ясно строить аргументацию для демонстрации базовых знания в области естественнонаучных дисциплин и профессиональной деятельности) основные свойства коллоидных и дисперсных систем, процессов адсорбции и закономерностей нарушения их агрегативной устойчивости	КМ-2 Расчет термодинамических параметров химической реакции с помощью высокотемпературных составляющих энтальпии. Термодинамические параметры химического процесса. Теплота сгорания топлива (Расчетно-графическая работа) КМ-3 Химический состав воды. Расчет жесткости воды, методы ее умягчения (Расчетно-графическая работа) КМ-4 Защита лабораторных работ (Лабораторная работа)

		<p>при выборе оптимальных технологий и схем производства автономных энергетических систем</p> <p>Уметь:</p> <p>выполнять расчет кинетических характеристик процессов для выбора оптимальных параметров работы теплоэнергетических и теплотехнических систем</p> <p>выполнять термодинамические расчеты физико-химических процессов теплоэнергетики и теплотехники;</p> <p>использовать программы обработки экспериментальных данных полученных на современном лабораторном оборудовании для оценки, прогнозирования и оптимизация физико-химических процессов теплоэнергетики и теплотехники</p>	
ПК-4	ИД-3 _{ПК-4} выполняет эксперименты по параметрам и	Знать: фундаментальные представления о физико-	<p>КМ-1 Общие свойства растворов, осмотическое давление, закон Рауля (Расчетно-графическая работа)</p> <p>КМ-4 Защита лабораторных работ (Лабораторная работа)</p>

	<p>характеристикам химических реакторов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок, установок водородной энергетики и их элементов в соответствии с установленными полномочиями</p>	<p>химических процессах, использовать данные знания в термодинамических расчетах, направленных на выбор оптимальных характеристик энергетических систем и установок. Основные закономерности равновесной термодинамики однокомпонентных и многокомпонентных систем, используемых при принятии и обосновании оптимальных технических решений по подбору материалов; принципы электрохимических процессов, применительно к условиям эксплуатации элементов автономных энергетических систем и теплоэнергетических установок Уметь: проводить лабораторные исследования и на их основе выполнять расчеты химического равновесия и анализ фазовых</p>	
--	--	---	--

		<p>равновесий использовать справочную литературу для проведения физико-химических экспериментальных исследований, направленных на выбор оптимальной защиты элементов, узлов и агрегатов теплоэнергетических и теплотехнических систем от коррозии и разрушений обращаться с химическими веществами, приборами, оборудованием с соблюдением техники безопасности</p>	
--	--	---	--

II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

КМ-1. Общие свойства растворов, осмотическое давление, закон Рауля

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа выполняется в форме домашнего задания.

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку знаний в области физических параметров растворов

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: принципы электрохимических процессов, применительно к условиям эксплуатации элементов автономных энергетических систем и теплоэнергетических установок	1. Рассчитать массовую долю $\omega, \%$ данного вещества в водном растворе с заданной молярной концентрацией. 2. Определять осмотическое давление водного раствора данного вещества в разных температурных интервалах, уметь делать выводы по расчетам. 3. Оценить изменение давления насыщенного водяного пара над водным раствором данного вещества при различных условиях. 4. Использовать выводы из закона Рауля для расчета температур кипения и температур замерзания водного раствора данного вещества.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-2. Расчет термодинамических параметров химической реакции с помощью высокотемпературных составляющих энтальпии. Термодинамические параметры химического процесса. Теплота сгорания топлива

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа выполняется в форме домашнего задания.

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку знаний в области химической термодинамики и кинетики

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: основные свойства коллоидных и дисперсных систем, процессов адсорбции и закономерностей нарушения их агрегативной устойчивости при выборе оптимальных технологий и схем производства автономных энергетических систем	1.Выполнить: для данной реакции определите значения $\Delta_r G_o(T)$, $\Delta_r H_o(T)$, $\Delta_r S_o(T)$, $K_p(T)$ и $K_c(T)$.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-3. Химический состав воды. Расчет жесткости воды, методы ее умягчения

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Расчетно-графическая работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа выполняется в форме домашнего задания.

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку знаний в области химии воды и методов умягчения воды

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
<p>Знать: основные источники научно-технической информации по основным вопросам физической химии, теплоэнергетики и теплотехники, терминологию предмета физической химии для умения логически верно и ясно строить аргументацию для демонстрации базовых знания в области естественнонаучных дисциплин и профессиональной деятельности)</p>	<p>1.Выполнить: расчет жесткости Жо, Жк, Жнк, солесодержание, рН исходной природной воды. 2.Рассчитать а) изменение вес осадка после термического умягчения воды; б) жесткость, солесодержание и рН воды после Н-катионирования; в) жесткость, солесодержание и рН воды после Na-катионирования 3.Объяснить особенности каждого метода умягчения воды, показать достоинства и недостатки.</p>

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

КМ-4. Защита лабораторных работ

Формы реализации: Устная форма

Тип контрольного мероприятия: Лабораторная работа

Вес контрольного мероприятия в БРС: 25

Процедура проведения контрольного мероприятия: Работа выполняется в аудитории на лабораторном занятии.

Краткое содержание задания:

Работа ориентирована на проверку знаний в области физической химии

Контрольные вопросы/задания:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
<p>Знать: фундаментальные представления о физико-химических процессах, использовать данные знания в термодинамических расчетах, направленных на выбор оптимальных характеристик энергетических систем и установок. Основные закономерности равновесной термодинамики однокомпонентных и многокомпонентных систем, используемых при принятии и обосновании оптимальных технических решений по подбору материалов;</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.Объясните процесс переноса примесей в пар для энергетического оборудования. 2.Как влияет на качество очистки воды от растворенных газов увеличение времени контакта обрабатываемой воды с воздухом, подаваемым в декарбонизатор? 3.Как влияет повышение площади поверхности раздела фаз на качество очистки воды от растворенных газов? Ответ обосновать. 4.Как влияет повышение температуры на качество очистки воды от растворенных газов? Ответ обосновать. 5. Каковы отличия модели изотермы Лэнгмюра и Темкина?
<p>Уметь: выполнять расчет кинетических характеристик процессов для выбора оптимальных параметров работы теплоэнергетических и теплотехнических систем</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1.Дайте характеристику структуры электронных оболочек молекулы O₂ и N₂, положительного и отрицательного молекулярных ионов O₂ и N₂. 2.Дайте характеристику структуры электронных оболочек молекулы H₂O, положительного и отрицательного молекулярных ионов H₂O. 3.Чем вызвана необходимость контролировать содержание O₂? 4.Напишите уравнение коррозии железа с кислородной деполяризацией. Каков механизм воздействия кислорода на металл? 5.Какие соединения количественно связывают O₂, растворенный в воде в ходе анализа? Составьте уравнения реакций. 6.Составьте уравнения реакций, протекающих при титровании анализируемого раствора иодидом калия в кислой среде. 7.Какая реакция протекает при титровании свободного иода раствором тиосульфата натрия? 8.Как изменяется водородный показатель воды после H-катионирования? 9.Каким раствором производится регенерация H-катионитного фильтра? 10.Какой технологический показатель качества воды называют жесткостью? 11..В каких единицах выражается

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	<p>жесткость?</p> <p>12.Как определяют общую жесткость воды?</p> <p>13.В чем заключается отличие карбонатной и некарбонатной жесткости?</p> <p>14.Какие реагенты используют при умягчении воды методом осаждения? Какие реакции протекают?</p> <p>15.Как изменяется потенциал данного компонента при его самопроизвольном переходе из фазы I в фазу II?</p> <p>16.Как выглядит уравнение правила фаз Гиббса для одно-, двух- и трехкомпонентной системы?</p> <p>17.Сформулируйте принципы смещения фазового равновесия.</p> <p>18.Что понимают под процессом адсорбции?</p> <p>19.Каковы основные термодинамические показатели процесса адсорбции?</p> <p>20.В чем заключаются основные отличия физической и химической адсорбции?</p> <p>21.Какими параметрами характеризуется адсорбционное равновесие?</p> <p>22.Изменяется ли химический потенциал адсорбата при адсорбции?</p> <p>23.Как изменяется энтропия в процессе десорбции?</p> <p>24.Изменяются ли, а если изменяется, то как, константа равновесия адсорбции с ростом температуры?</p> <p>25. Каковы основные ограничения модели изотермы адсорбции Лэнгмюра?</p>
<p>Уметь: выполнять термохимические расчеты физико-химических процессов теплоэнергетики и теплотехники;</p>	<p>1.Какими ионами характеризуется показатель качества природной воды «жесткость»?</p> <p>2.С какой целью применяется известкование природной воды?</p> <p>3.Как изменяется щелочность воды при H-катионировании?</p> <p>4.Перечислите основные показатели фазового равновесия. Какова взаимосвязь изобарно-изотермического потенциала, химического потенциала и</p>

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
	произведения растворимости при фазовом равновесии?
Уметь: использовать программы обработки экспериментальных данных полученных на современном лабораторном оборудовании для оценки, прогнозирования и оптимизация физико-химических процессов теплоэнергетики и теплотехники	<ol style="list-style-type: none"> 1. Какие реагенты применяются для известкования воды? Напишите уравнения процессов. 2. Как влияет перемешивание на качество известкования? 3. С какой целью применяется коагуляция природной воды? 4. Можно ли воду, обработанную в Н-катионитном фильтре сразу направлять с систему ТЭС, или требуются дополнительные методы ее обработки? Ответ обоснуйте.
Уметь: использовать справочную литературу для проведения физико-химических экспериментальных исследований, направленных на выбор оптимальной защиты элементов, узлов и агрегатов теплоэнергетических и теплотехнических систем от коррозии и разрушений	<ol style="list-style-type: none"> 1. Как влияет температура на качество известкования? 2. Изменяется ли жесткость воды при коагуляции? 3. При каких значениях рН лучше проводить коагуляцию раствором $Al_2(SO_4)_3$?
Уметь: обращаться с химическими веществами, приборами, оборудованием с соблюдением техники безопасности	<ol style="list-style-type: none"> 1. Как влияет температура на качество коагуляции? 2. Как влияет перемешивание на качество коагуляции?
Уметь: проводить лабораторные исследования и на их основе выполнять расчеты химического равновесия и анализ фазовых равновесий	<ol style="list-style-type: none"> 1. Как изменяется концентрация CO_2 при коагуляции природной воды? 2. Как изменяется жесткость воды при Н-катионировании? Напишите уравнения процессов при обработке воды в Н-катионитном фильтре.

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "отлично" выставляется если задание выполнено в полном объеме или выполнено преимущественно верно

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "хорошо" выставляется если большинство вопросов раскрыто. выбрано верное направление для решения задач

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "удовлетворительно" выставляется если задание преимущественно выполнено

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "неудовлетворительно" выставляется если задание выполнено неверно или преимущественно не выполнено

СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

6 семестр

Форма промежуточной аттестации: Зачет с оценкой

Пример билета

1. Определите количество энергии, необходимое для образования 0,2 молей озона в фотохимической реакции:
 $3O_2 = 2O_3$,
если $\lambda = 297$ нм и квантовый выход $\gamma = 3$. Определите скорость реакции, если реакция проходит в объеме 0,1 м³ за 10 секунд.
2. Константа скорости (постоянная распада) урана ²³⁵U равна $9.8 \cdot 10^{-10}$ год⁻¹. Вычислите время полупревращения (период полураспада) ²³⁵U. Сколько граммов урана подвергнется распаду в течение 100 секунд при его начальной массе 2,5 мг?
3. Фазовая диаграмма состояния H₂O. Правило фаз Гиббса для однокомпонентной системы.
4. Химический состав поверхностных и подземных природных вод. Загрязнение природных водоемов промышленными стоками.
5. Обработка воды методом ионного обмена. Основные закономерности ионного обмена.

Процедура проведения

Проводится в письменной форме по билетам

1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

1. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{ПК-4} анализирует научную проблематику области исследований и разработки автономных энергетических систем и их элементов

Вопросы, задания

1. Каковы критерии равновесия и самопроизвольного протекания химических процессов в открытых, закрытых и изолированных системах?
2. Рассмотреть возможность образования молекулярных частиц N₂ и B₂ по методу МО. Постройте энергетические диаграммы молекулярных орбиталей, определите порядок связи в молекулах.
3. Механизмы фотохимических реакций. Возможно ли протекание реакции под воздействием светового излучения, если $\Delta_r G > 0$?
4. Для реакции: $2CO + O_2 = 2CO_2$
определите изменения стандартных величин энергии Гиббса при $T = 298$ К и $T = 500$ К без учета температурной зависимости энтальпии и энтропии, а также на основании величин приведенных энергий Гиббса. Сделайте выводы по полученным результатам.
5. Требования к качеству природной воды, обрабатываемой мембранными способами перед подачей воды в ТЭС.
6. Изменение химического состава воды при коагуляции. Приведите принципиальные технологические схемы коагуляционных установок.
7. Характеристические функции. Максимально полезная работа. Покажите, что энергия Гиббса является характеристической функцией.
8. Рассчитайте квантовый выход газофазной реакции
 $CO + Cl_2 = COCl_2$,

если при облучении реагентов источником с длиной волны 400 нм получено 0,1 кг фосгена (COCl₂) и количество поглощенной энергии равно 300 кДж.

9. Вывод и анализ уравнения Клапейрона-Клаузиуса для фазового перехода: H₂O пар → H₂O жидк .

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Технология катионирования. Na-катионирование. H-катионирование.

Ответы:

В технологии воды для удаления определенных ионов из воды применяют два процесса: катионирование – удаление катионов. В зависимости от обменного иона процессы и аппараты получают названия: H-катионирование, OH-анионирование и т.п. Соответственно называется и фильтрат, H-катионированная вода, OH-анионированная вода. Процесс Na-катионирования используется для умягчения воды, а процессы H- и OH-ионирования реализуются совместно в схемах обессоливания воды.

Верный ответ: Натрий-катионирование широко применяется для умягчения воды, т.е. удаления из нее катионов Ca²⁺ и Mg²⁺ и имеет самостоятельное значение при подготовке воды малой щелочности для котлов низкого давления и подпитки теплосети. Катионит в данном случае находится в исходном состоянии в натриевой форме. При этом происходит удаление из воды ионов кальция и магния в обмен на эквивалентное количество ионов натрия. H-катионирование. Процесс H-катионирования занимает важное место в технологии обработки воды. Назначением H-катионирования является удаление всех катионов (кальция, магния, натрия) из воды с заменой их на ионы водорода. В кислом фильтрате ионы HCO₃ нейтрализуются и трансформируются в молекулы CO₂, удаляемого в декарбонизаторе. Все катионы, поступающие вместе с водой на фильтрующий слой, сорбируются в начале процесса в верхних участках этого слоя. Однако по мере срабатывания части слоя катионы, обладающие большей селективностью. Вытесняют сорбированные на этом участке катионы, обладающие меньшей сорбционной способностью и последние сорбируются на последующих по ходу воды участках фильтрующего слоя. Ближе к нижней границе слоя располагается зона поглощения ионов натрия. Таким образом, при H-катионировании одновременно с основным процессом происходит разрушение бикарбонатной щелочности воды, фильтрат приобретает кислотность. Второй период характеризуется временем после проскока ионов натрия в воду.

2. Компетенция/Индикатор: ИД-3ПК-4 выполняет эксперименты по параметрам и характеристикам химических реакторов, топливных элементов, электрохимических энергоустановок, установок водородной энергетики и их элементов в соответствии с установленными полномочиями

Вопросы, задания

1. Обратный осмос. Применение обратного осмоса при водоподготовке
2. Предварительная очистка воды. Физико-химические процессы, протекающие в воде при коагуляции.
3. Дайте определение термодинамически обратимого процесса. Перечислите критерии равновесия и самопроизвольного протекания процессов.
4. Гетерогенный катализ. Влияние диффузии и адсорбции на кинетику гетерогенных реакций. Определите энергию активации диффузии E_D в Дж/моль азота и коэффициент диффузии D в см²/сек азота при T=323 К, если при температурах 293 К и 353 К, коэффициенты диффузии соответственно равны 0,221 см²/сек и 0,287 см²/сек.

5. По методу МО ЛКАО установите возможность образования молекулярной частицы HO и аниона HO^- . Почему анион HO^- обладает повышенной донорной способностью?
6. С какой целью проводится известкование воды для ТЭС? Приведите химические реакции, протекающие при известковании воды.

7. Технологические показатели качества воды: жесткость, щелочность, рН, окисляемость, концентрация ионов, концентрация грубодисперсных примесей, сухой остаток, электропроводность.

8. Дайте определение основных законов фотохимии. Что понимается под термином «квантовый выход»?

9. Для реакции:



определите изменения стандартных величин энергии Гиббса при $T = 298 \text{ K}$ и $T = 800 \text{ K}$ без учета температурной зависимости энтальпии и энтропии, а также на основании величин приведенных энергий Гиббса. Сделайте выводы по полученным результатам.

10. Очистка нефтесодержащих сточных вод.

Материалы для проверки остаточных знаний

1. Определить стандартную константу равновесия $K_{\text{Oр}}$ для реакции
 $3\text{H}_2 + \text{N}_2 = 2 \text{NH}_3$.

Ответы:

Рассчитаем стандартную константу равновесия этой реакции. Для этого:

1) Используя табличные данные для $\Delta H^0(0)$ отдельных веществ, вычислим, используя первое следствие из закона Гесса, стандартный тепловой эффект реакции при 0 K

2) Используя табличные данные для $\Phi^0(T)$ отдельных веществ, вычислим $\Delta \Phi^0(T)$ для температуры 773 K (используя приемы интерполяции)

Верный ответ: $K_{\text{Oр}} = 1,78 \cdot 10^{-5}$

2. Экспериментально установлено, что максимальная величина адсорбции ПАВ ($M = 60 \text{ г/моль}$) некоторым адсорбентом составляет $5,0 \cdot 10^3 \text{ моль/г}$. Величина K равна $0,06 \text{ моль/л}$. Какая масса (в граммах) вещества адсорбировалась двумя граммами данного адсорбента из раствора, если равновесная концентрация ПАВ стала равна $0,1 \text{ моль/л}$?

Ответы:

1. Рассчитываем величину адсорбции ПАВ по уравнению Лэнгмюра

2. Количество адсорбированного вещества на адсорбенте массой 2 г будет в 2 раза больше

3. Масса адсорбированного вещества будет равна

Верный ответ: m адсорбированного ПАВ равна $0,375 \text{ г}$.

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "продвинутого" уровня. Ответы даны верно, четко сформулированные особенности практических решений

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "базового" уровня. Большинство ответов даны верно. В части материала есть незначительные недостатки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 50

Описание характеристики выполнения знания: Работа выполнена в рамках "порогового" уровня. Основная часть задания выполнена верно. на вопросы углубленного уровня

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Работа не выполнена или выполнена преимущественно неправильно

III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.