

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор,
проректор по учебной работе

_____ А. Е. Рудин

«30» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.11

Теоретические основы технологии неорганических веществ

(Индекс дисциплины)

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **54** *Химических технологий*

Код

Наименование кафедры

Направление подготовки: *18.03.01. Химическая технология*

Профиль подготовки: *Химическая технология органических и неорганических веществ*

Уровень образования: *Бакалавриат*

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	288	288	288
	Аудиторные занятия	85	68	32
	Лекции	51	34	16
	Лабораторные занятия			
	Практические занятия	34	34	16
	Самостоятельная работа	203	220	248
	Промежуточная аттестация			8
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачет	6, 7	6, 7	8, 9
	Контрольная работа			8, 9
	Курсовой проект (работа)			
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		8	8	8

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Очная						4	4					
Очно-заочная						4	4					
Заочная							0,5	3,5	4			

Рабочая программа составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по соответствующему направлению подготовки и на основании учебного плана № 1/1/530, 1/2/531

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

учебных модулей, тем и форм контроля	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1.			
Тема 1. Значение курса «Теоретические основы ТНВ» в подготовке инженеров химиков-технологов. Классификация процессов химической технологии по различным признакам. Общие закономерности протекания основных процессов химической технологии неорганических веществ. Роль теоретического анализа в осуществлении и оптимизации химико-технологических процессов.	12	12	15
Тема 2. Современные проблемы химической технологии и требования к химико-технологическим процессам (ХТП). Структура и показатели ХТП. Используемые реакции (гомогенные, гетерогенные, одно- и многостадийные, каталитические и др.). Расчет материального баланса реакции.	13	13	15
Текущий контроль 1 (опрос).	2	2	
Учебный модуль 2. Термодинамика обратимых и необратимых гомогенных и гетерогенных процессов.			
Тема 3. Применение первого начала термодинамики в технологических расчетах. Внутренняя энергия и энтальпия. Методы расчета теплоты химических реакций и теплоты фазовых превращений, протекающих в различных системах. Энергоемкость химико-технологических процессов. Принципы создания малоэнергоемких технологий.	14	13	15
Тема 4. Обратимые и необратимые процессы. Второе начало термодинамики для определения направления протекания ХТП. Термодинамическая вероятность. Уравнение Больцмана. Энтропия как мера неупорядоченности системы. Стандартные значения энтропии. Энтальпийный и энтропийный факторы процесса. Расчетные методы оценки изменения энтропии в реакциях и фазовых превращениях.	15	14	15
Текущий контроль 2 (опрос).	2	2	
Учебный модуль 3. Термодинамика обратимых и необратимых гомогенных и гетерогенных процессов (продолжение).			
Тема 5. Термодинамические потенциалы как мера осуществимости химического превращения. Химический потенциал. Изобарно-изотермический потенциал как функция состояния. Величина изменения энергии Гиббса - критерий самопроизвольного протекания процесса в данных условиях. Методы расчета изменения энергии Гиббса	15	14	15
Тема 6. Константа химического равновесия Равновесные, начальные и конечные концентрации веществ – участников реакции (процесса). Способы выражения константы равновесия через концентрации и парциальные давления. Связь между константой равновесия и энергией Гиббса. Зависимость константы равновесия от температуры. Принцип Ле-Шателье	16	17	16
Текущий контроль 3 (опрос).	2	2	
Учебный модуль 4. Факторы, определяющие скорость химических процессов в различных средах			
Тема 7. Методы измерения скорости реакции. Молекулярность и порядок реакции. Теория активных соударений. Энергия активации. Механизмы реакций. Катализаторы, катализ. Гетерогенно-каталитические реакции	16	17	15
Тема 8. Синтез неорганических веществ в жидкой фазе. Роль растворителя. Сольватация. Солевые эффекты. Поляризующее действие катионов и их влияние на энергию активации. Синтез в газовой фазе. Основы теории цепных реакций. Электрические разряды в газах. Расчет химического равновесия в неидеальной газовой системе с использованием коэффициентов летучести	17	18	16
Текущий контроль 4 (опрос).	2	2	
Контрольная работа			18
Промежуточная аттестация по дисциплине (зачет)	18	18	4
Учебный модуль 5. Термодинамические свойства растворов			
Тема 9. Образование растворов. Растворимость, влияние на растворимость различных факторов. Термодинамика растворения. Насыщенные и пересыщенные растворы. Растворы неэлектролитов. Диффузия и осмос.	13	13	15

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Давление пара растворов. Закон Рауля. Вычисление температуры кипения и замерзания растворов.			
Тема 10. Термодинамическая теория химического равновесия в растворах электролитов. Состояние слабых и сильных электролитов в растворе. Степень и константа диссоциации. Ионная сила раствора. Уравнение Дебая-Хюккеля. Ионное произведение воды. Произведение растворимости. Теория кислот и оснований. Окислительно-восстановительные процессы (ОВП). Ряд стандартных окислительно-восстановительных потенциалов. Константа равновесия ОВП. Критерий возможности протекания ОВП	13	13	15
Текущий контроль 5 (опрос)	2	2	
Учебный модуль 6. Фазовые равновесия			
Тема 11. Условия термодинамического равновесия в гетерогенных системах. Правило фаз Гиббса. Диаграмма состояния воды. Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах.	14	14	15
Тема 12. Равновесие жидкость – жидкость, пар – жидкий раствор. Физико-химические основы перегонки растворов. Выпаривание.	14	14	15
Текущий контроль 6 (опрос)	2	2	
Учебный модуль 7. Теоретические основы методов очистки веществ			
Тема 13. Кристаллизация. Метод кристаллизационной колонны. Зонная плавка. Ионный обмен. Сорбенты Коэффициенты распределения. Комплексообразовательная хроматография.	15	15	15
Тема 14. Химические методы очистки. Метод транспортных реакций. Экстракция. Факторы, влияющие на коэффициент распределения. Ректификация. Флегмовое число. Молекулярная дистилляция	16	15	16
Текущий контроль 7 (опрос)	2	2	
Учебный модуль 8. Типовые методы получения неорганических веществ			
Тема 15. Теоретические основы получения металлов и неметаллов. Общие способы. Восстановление металлов из оксидов и солей. Получение металлов и неметаллов электролизом растворов и расплавов солей и кислот. Синтез неметаллов посредством окислительно-восстановительных превращений.	15	16	15
Тема 16. Теория синтеза оксидов и галогенидов металлов и неметаллов (CaO, V ₂ O ₅ , B ₂ O ₃ , SeO ₂ , TiCl ₄ , AlCl ₃ и др.). Синтез комплексных соединений	18	18	16
Текущий контроль 8 (опрос)	2	2	
Контрольная работа			18
Промежуточная аттестация по дисциплине (зачет с оценкой)	18	18	4
ВСЕГО:	288	288	288

3. ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

3.1. Лекции

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1	6	2	6	2	7	1
2	6	2	6	2	7	1
3	6	2	6	2	7	1
4	6	2	6	2	7	1
5	6	2	6	2	8	1
6	6	2	6	2	8	1
7	6	2	6	2	8	1
8	6	3	6	3	8	1
9	7	4	7	2	9	1
10	7	4	7	2	9	1

Номера изучаемых тем	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
11	7	4	7	2	9	1
12	7	4	7	2	9	1
13	7	4	7	2	9	1
14	7	4	7	2	9	1
15	7	4	7	2	9	1
16	7	6	7	3	9	1
ВСЕГО:		51		34		16

3.2. Практические и семинарские занятия

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
1,2	Методика расчета материального баланса реакции. Решение индивидуальных задач	6	4	6	4	8	2
3	Методы расчета теплоты химических реакций и теплоты фазовых превращений, протекающих в различных системах	6	2	6	2	8	1
4	Расчетные методы оценки изменения энтропии в реакциях и фазовых превращениях.	6	2	6	2	8	1
5	Методы расчета изменения энергии Гиббса	6	2	6	2	8	1
6	Константа химического равновесия. Способы выражения константы равновесия через концентрации и парциальные давления	6	2	6	2	8	1
7	Методы измерения скорости реакции. Энергия активации.	6	2	6	2	8	1
8	Расчет химического равновесия в неидеальной газовой системе с использованием коэффициентов летучести	6	3	6	3	8	1
9	Растворы. Вычисление температуры кипения и замерзания растворов.	7	2	7	2	9	1
10	Ионная сила раствора. Константа равновесия ОВП. Критерий возможности протекания ОВП	7	2	7	2	9	1
11	Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах.	7	2	7	2	9	1
12	Физико-химические основы перегонки растворов. Выпаривание.	7	2	7	2	9	1
13	Кристаллизация. Ионный обмен. Комплексообразовательная хроматография..	7	2	7	2	9	1
14	Химические методы очист-	7	2	7	2	9	1

Номера изучаемых тем	Наименование и форма занятий	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
	ки. Экстракция. Ректификация. Молекулярная дистилляция						
15	Способы получения металлов и неметаллов	7	2	7	2	9	1
16	Способы получения оксидов и галогенидов металлов и неметаллов (CaO, V ₂ O ₅ , B ₂ O ₃ , SeO ₂ , TiCl ₄ , AlCl ₃ и др.).	7	3	7	3	9	1
ВСЕГО:			34		34		16

3.3. Лабораторные занятия

Не предусмотрено.

4. КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Не предусмотрено.

5. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Номера учебных модулей, по которым проводится контроль	Форма контроля знаний	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
		Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во	Номер семестра	Кол-во
1, 2, 3, 4	<i>Опрос</i>	6	4	6	4		
5, 6, 7, 8	<i>Опрос</i>	7	4	7	4		
1-8	<i>Контрольная работа</i>					8, 9	2

6. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ

Виды самостоятельной работы обучающегося	Очное обучение		Очно-заочное обучение		Заочное обучение	
	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)	Номер семестра	Объем (часы)
Усвоение теоретического материала	6	53	6	45	7	14
	7	50	7	50	8	71
					9	85
Подготовка к практическим (семинарским) занятиям	6	39	6	47	7	21
	7	25	7	42	8	21
Выполнение домашних заданий					8	18
					9	18
Подготовка к зачетам	6	18	6	18	8	4
	7	18	7	18	9	4
ВСЕГО:		203		220		256

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

7.1. Характеристика видов и используемых инновационных форм учебных занятий

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Лекции	<i>Проблемная лекция-диалог со студентами по приоритетным направлениям в области неорганического синтеза.</i>	21	14	6

Наименование видов учебных занятий	Используемые инновационные формы	Объем занятий в инновационных формах (часы)		
		очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Практические и семинарские занятия	<i>Ситуационные задачи, поиск вариантов решения проблемных ситуаций с применением современных подходов</i>	14	14	6
ВСЕГО:		35	28	12

7.2. Балльно-рейтинговая система оценивания успеваемости и достижений обучающихся

Перечень и параметры оценивания видов деятельности обучающегося

№ п/п	Вид деятельности обучающегося	Весовой коэффициент значимости, %	Критерии (условия) начисления баллов
1.	Активность на аудиторных занятиях	40	<ul style="list-style-type: none"> посещение лекций – 1 балл за каждое лекционное занятие (всего 17 лекционных занятий в семестре), максимум 17 баллов); посещение семинарских и практических занятий – 3 балла каждое занятие (всего 17 занятий), максимум 51 балл. выполнение практических заданий – 4 балла за выполнение одного практического задания и своевременную сдачу отчёта (всего 8 заданий в семестре), максимум 32 балла; Максимум 100 баллов.
2.	Прохождение текущего контроля по дисциплине	20	<ul style="list-style-type: none"> по 2,5 балла за правильный ответ на вопрос при опросе (всего по 10 вопросов, 4 опроса в семестр), всего 100 баллов; Максимум 100 баллов.
3.	Сдача зачета	40	<ul style="list-style-type: none"> ответ на теоретический вопрос (полнота, владение терминологией, затраченное время) – 25 баллов за правильный ответ на вопрос, всего 2 вопроса., максимум 50 баллов; выполнение практического задания (1 задание) – 50 баллов, максимум 50 баллов; Максимум 100 баллов.
Итого (%):		100	

Перевод балльной шкалы в традиционную систему оценивания

Баллы	Оценка по нормативной шкале	
86 - 100	5 (отлично)	Зачтено
75 – 85	4 (хорошо)	
61 – 74		
51 - 60		
40 – 50	3 (удовлетворительно)	Не зачтено
17 – 39	2 (неудовлетворительно)	
1 – 16		
0		

8. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Учебная литература

а) основная учебная литература

1. Тоуб М. Механизмы неорганических реакций [Электронный ресурс] / М. Тоуб, Дж. Берджесс. – Электрон. текстовые данные. – Москва: Лаборатория знаний, 2017. – 681 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/88905.html>. – ЭБС «IPRbooks»
2. Левенец Т.В. Основы химических производств [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Т.В. Левенец, А.В. Горбунова, Т.А. Ткачева — Электрон. текстовые данные. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015. – 122 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/54136.html>. – ЭБС «IPRbooks»

б) дополнительная учебная литература

1. Цышевский Р.В. Квантово-химические расчеты механизмов химических реакций [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Цышевский Р.В., Гарифзянова Г.Г., Храпковский Г.М. – Электрон. текстовые данные. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2012. – 88 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/62178.html>.— ЭБС «IPRbooks»
2. Киселев А. М. Химическая технология органических и неорганических веществ. Часть 2. Химическая технология неорганических веществ. Курс лекций [Электронный ресурс]: учебное пособие / Киселев А. М. – СПб.: СПбГУПТД, 2019. – 185 с. – Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_ext_inf_publish.php?id=2017173, по паролю.

8.2. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. Спицкий С. В. Эффективная аудиторная и самостоятельная работа обучающихся: методические указания / С. В. Спицкий. — СПб.: СПбГУПТД, 2015. – Режим доступа: http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2015811, по паролю.
2. Караулова И. Б. Организация самостоятельной работы обучающихся / И. Б. Караулова, Г. И. Мелешкова, Г. А. Новоселов. – СПб.: СПГУТД, 2014. – 26 с. – Режим доступ http://publish.sutd.ru/tp_get_file.php?id=2014550, по паролю.

8.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru>.
2. Электронная библиотека учебных изданий СПбГУПТД: <http://publish.sutd.ru>.

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Офисный пакет Microsoft Office.

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Мультимедийный комплекс для применения интерактивных методов обучения.

8.6. Иные сведения и (или) материалы

Презентация. Узлы оборудования. Рекламные проспекты ведущих отечественных и зарубежных производителей оборудования и органических и неорганических веществ.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
---	---------------------------------------

Виды учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся	Организация деятельности обучающегося
Лекции	Разъясняются теоретические положения курса, обучающиеся работают с конкретными ситуациями, овладевают навыками сбора, анализа и обработки информации для принятия самостоятельных решений, навыками подготовки информационного обзора и аналитических отчетов по соответствующей тематике; навыками работы в малых группах.
Практические занятия	Рассматриваются и обсуждаются ситуационные задачи, дается подробное описание технологических расчетов.
Самостоятельная работа	Приобретение дополнительной информации (сверх лекционного курса) о современном оборудовании предприятий органического и неорганического синтеза с закреплением материала, полученного на аудиторных занятиях, подготовка к практическим занятиям, выполнение работ самостоятельно или с консультацией преподавателя, подготовка к зачетам.

10. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

10.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции / этап освоения	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ПК-19 / ВТОРОЙ ЭТАП	Перечисляет основные признаки необратимых процессов, характеризует условия синтеза неорганических соединений, методы и средства управления процессов	Вопросы для устного собеседования	<i>Перечень вопросов для устного собеседования (20 вопросов)</i>
	Компонует технологическую схему в зависимости от ассортимента и свойств конечного продукта.	Практическое задание	<i>Комплект практических заданий (10)</i>
	Предлагает способ синтеза заданного вещества с необходимыми характеристиками в зависимости от поставленных задач.	Практическое задание	<i>Комплект практических заданий (10)</i>

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций

Баллы	Оценка по традиционной шкале	Устное собеседование
86 - 100	5 (отлично)	<i>Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</i>
75 – 85	4 (хорошо)	<i>Ответ полный, основанный на проработке всех обязательных источников информации. Подход к материалу ответственный, но стандартный. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</i>
61 – 74		<i>Ответ стандартный, в целом качественный, основан на всех обязательных источниках информации. Присутствуют небольшие пробелы в знаниях или несущественные ошибки. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</i>
51 - 60	3 (удовлетво-	<i>Ответ воспроизводит в основном только лекционные материалы, без самостоятельной работы с рекомендованной литературой. Демонстрирует понимание предмета в целом, без углубления в детали. Присутствуют существенные</i>

	рительно)	<i>ошибки или пробелы в знаниях по некоторым темам. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</i>
40 – 50		<i>Ответ неполный, основанный только на лекционных материалах. При понимании сущности предмета в целом – существенные ошибки или пробелы в знаниях сразу по нескольким темам, незнание (путаница) важных терминов. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</i>
17 – 39	2 (неудовлетворительно)	<i>Неспособность ответить на вопрос без помощи экзаменатора. Незнание значительной части принципиально важных элементов дисциплины. Многочисленные грубые ошибки. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</i>
1 – 16		<i>Непонимание заданного вопроса. Неспособность сформулировать хотя бы отдельные концепции дисциплины. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</i>
0		<i>Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользования подсказкой другого человека (вне зависимости от успешности такой попытки). Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</i>
40 – 100	Зачтено	<i>Обучающийся своевременно выполнил, оформил и защитил практические работы в соответствии с требованиями, возможно, допуская несущественные ошибки в ответе на вопросы преподавателя. Учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</i>
0 – 39	Не зачтено	<i>Обучающийся не выполнил, не оформил и не защитил практические работы (выполнил частично), допустил существенные ошибки в ответе на вопросы преподавателя. Не учитываются баллы, накопленные в течение семестра.</i>

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов	№ темы
1	Классификация процессов химической технологии по различным признакам.	1
2	Общие закономерности протекания основных процессов химической технологии неорганических веществ.	1
3	Роль теоретического анализа в осуществлении и оптимизации химико-технологических процессов.	1
4	Современные проблемы химической технологии и требования к химико-технологическим процессам	2
5	Структура и показатели химико-технологического процесса	2
6	Реакции химической технологии неорганических веществ (гомогенные, гетерогенные, одно- и многостадийные, каталитические и др	2
7	Методика расчета материального баланса реакции.	2
8	Применение первого начала термодинамики в технологических расчетах.	3
9	Внутренняя энергия и энтальпия. Методы расчета теплоты химических реакций и теплоты фазовых превращений, протекающих в различных системах	3
10	. Энергоемкость химико-технологических процессов. Принципы создания мало-энергоемких технологий	3
11	Обратимые и необратимые процессы. Второе начало термодинамики для определения направления процесса	4
12	Термодинамическая вероятность. Уравнение Больцмана.	4
13	Энтропия как мера неупорядоченности системы. Стандартные значения энтропии.	4
14	Энтальпийный и энтропийный факторы процесса. Расчетные методы оценки изменения энтропии в реакциях и фазовых превращениях.	4
15	Термодинамические потенциалы как мера осуществимости химического превращения. Химический потенциал.	5
16	Изобарно-изотермический потенциал как функция состояния.	5
17	Величина изменения энергии Гиббса - критерий самопроизвольного протекания	5

	процесса в данных условиях. Методы расчета изменения энергии Гиббса	
18	Константа химического равновесия Равновесные, начальные и конечные концентрации веществ – участников реакции (процесса).	6
19	Способы выражения константы равновесия через концентрации и парциальные давления. Связь между константой равновесия и энергией Гиббса.	6
20	Зависимость константы равновесия от температуры. Принцип Ле-Шателье	6
21	Методы измерения скорости реакции. Молекулярность и порядок реакции.	7
22	Теория активных соударений. Энергия активации.	7
23	Механизмы реакций. Катализаторы, катализ. Гетерогенно-каталитические реакции	7
24	Синтез неорганических веществ в жидкой фазе. Роль растворителя.	8
25	Сольватация. Солевые эффекты. Поляризующее действие катионов и их влияние на энергию активации.	8
26	Синтез в газовой фазе. Основы теории цепных реакций. Электрические разряды в газах.	8
27	Расчет химического равновесия в неидеальной газовой системе с использованием коэффициентов летучести	8
28	Образование растворов. Растворимость, влияние на растворимость различных факторов. Термодинамика растворения.	9
29	Насыщенные и пересыщенные растворы	9
30	. Растворы неэлектролитов. Диффузия и осмос. Давление пара растворов. Закон Рауля.	9
31	Способы вычисления температуры кипения и замерзания растворов.	9
32	Термодинамическая теория химического равновесия в растворах электролитов. Состояние слабых и сильных электролитов в растворе.	10
33	Степень и константа диссоциации. Ионная сила раствора. Уравнение Дебая-Хюккеля.	10
34	Ионное произведение воды. Произведение растворимости.	10
35	Теория кислот и оснований.	10
36	Окислительно-восстановительные процессы . Ряд стандартных окислительно-восстановительных потенциалов.	10
37	Константа равновесия, критерий возможности протекания окислительно-восстановительного процесса	10
38	Условия термодинамического равновесия в гетерогенных системах. Правило фаз Гиббса.	11
39	Диаграмма состояния воды. Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах.	11
40	Равновесие жидкость —жидкость, пар – жидкий раствор.	12
41	Физико-химические основы перегонки растворов. Выпаривание	12
42	Кристаллизация. Метод кристаллизационной колонны.	13
43	Зонная плавка	13
44	Ионный обмен. Сорбенты Коэффициенты распределения.	13
45	Химические методы очистки. Метод транспортных реакций.	14
46	Экстракция. Факторы, влияющие на коэффициент распределения.	14
47	Ректификация. Флегмовое число. Молекулярная дистилляция	14
48	Теоретические основы получения металлов и неметаллов. Общие способы.	15
49	Восстановление металлов из оксидов и солей. Получение металлов и неметаллов электролизом растворов и расплавов солей и кислот.	15
50	Синтез неметаллов посредством окислительно-восстановительных превращений.	15
51	Синтез оксидов металлов и неметаллов (CaO, V ₂ O ₅ , B ₂ O ₃ , SeO ₂ и др.).	16
52	Синтез галогенидов металлов и неметаллов (TiCl ₄ , AlCl ₃ и др.)	16
53	Синтез комплексных соединений	16

Вариант тестовых заданий, разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

Не предусмотрено.

10.2.2. Перечень тем докладов (рефератов, эссе, пр.), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

Не предусмотрено.

Вариант типовых заданий (задач, кейсов), разработанных в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Условия типовых заданий (задач, кейсов)	Ответ
1	На обогатительной фабрике из 20 т медной сульфидной руды, содержащей 0.015 массовых долей Cu, получено 2 т концентрата, в котором обнаружено 14.4 г CuS (по массе). Определите выход концентрат, степень извлечения и степень концентрации меди.	<p>Определяем выход концентрата: $\eta_k = (2/20) \cdot 100 = 10\%$.</p> <p>Определяем массу меди в руде: $(20 \cdot 1.5)/100 = 0.3$ т.</p> <p>Масса сульфида меди в концентрате составит: $(2 \cdot 14.4)/100 = 0.288$ т,</p> <p>а масса меди: $(0.288 \cdot 64)/96 = 0.192$ т.</p> <p>Степень извлечения: $\epsilon = (0.192/0.03) \cdot 100 = 64\%$.</p> <p>Массовая доля меди в концентрате: $\omega_k = (0.192 \cdot 100)/2 = 9.6\%$.</p> <p>Степень концентрации: $\alpha = 9.6/1.5 = 6.4$.</p>
2	В 15 м ³ природной воды содержится 700 г ионов кальция и 400г ионов магния. Определите общую жесткость воды.	<p>Выразим концентрацию ионов в мг/дм³:</p> <p>а) $700 \cdot 1000/15 \cdot 1000 = 46.7$ (мг/дм³ ионов кальция), б) $400 \cdot 1000/15 \cdot 1000 = 26.6$ (мг/дм³ ионов магния).</p> <p>Вычисляем общую жесткость воды: $J_o = Ca^{2+} C + Mg^{2+} C = (46.6/40) + (26.7 /24.3) = 2.27$ ммоль/дм³.</p>
3	Вычислите окисляемость воды (в пересчете на кислород), если на окисление органических веществ в 300 см ³ анализируемой воды израсходовано 5 см ³ перманганата калия концентрацией 0.005 моль/дм ³ .	<p>Окисляемость воды $O_v = 0.005 \cdot 1000 \cdot 158 \cdot 0.253/300 = 3.33$ мг/дм³ O₂.</p>

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (принято на заседании Ученого совета 31.08.2013г., протокол № 1)

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная письменная компьютерное тестирование иная*

*В случае указания формы «Иная» требуется дать подробное пояснение

10.3.3. Особенности проведения зачета

При проведении зачёта время, отводимое на подготовку к ответу, составляет не более 15 мин. Для выполнения практического задания обучающему возможность пользоваться калькулятором.

Сообщение результатов обучающемуся производится непосредственно после устного ответа