Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра металлургии черных металлов и химической технологии

УТВЕРЖДАЮ
Директор института технологий
устойчивого развития
_____ А.В. Феоктистов
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория металлургических процессов

22.03.02 «Металлургия»
(направленность (профиль): «Экономика и управление на предприятиях
в металлургии»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2025

Новокузнецк
2025

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: 1b8241b8e11f629c673def0838264027810374a8
Владелец: Директор ИЭиМ Феоктистов Андрей Владимирович
Действителен: с 11 сентября 2024 г. по 5 декабря 2025 г.
Дата и время: 02-06-2025 10:21:01 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:
– освоение обучающимися применения законов и понятий физической химии для анализа реакций металлургических процессов.

Задачами учебной дисциплины являются:
– обучение термодинамическому и молекулярно-кинетическому анализу реакций металлургических процессов;
– формирование у обучающихся навыков проведения теоретического анализа металлургического процесса и своевременного реагирования на его ход.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 22.03.02 «Металлургия».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:
– Физика;
– Химия;
– Неорганическая химия;
– Введение в профессиональную деятельность.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:
– Организация эксперимента;
– Обработка металлов давлением;
– Моделирование процессов и объектов в производственных системах;
– Металлургия черных металлов;
– Металлургия цветных металлов;
– Литейное производство;
– Проектная деятельность 1;
– Проектная деятельность 2;
– Выполнение и защита выпускной квалификационной работы.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Применение фундаментальных знаний	ОПК-1: Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы	ОПК-1.3 Понимает и применяет общеинженерные знания в своей профессиональной	– знать: теоретические основы и способы решения задач в своей профессиональной деятельности.

	моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	деятельности	– уметь: применять теоретические навыки и способы при решении задач в своей профессиональной деятельности.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		***ИТОГО***	***5 семестр***	***6 семестр***
Форма промежуточной аттестации			*экзамен*	*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***216***	*108*	*108*
	зачетных единиц	***6***	*3*	*3*
Лекции, *академ. час.*		***32***	*16*	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***16***	*0*	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***32***	*16*	*16*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***82***	*40*	*42*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Контроль, *академ. час.*		***54***	*36*	*18*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Понятие о металлургии как физико-химической системы;
Тема 1.1 Свойства металлов и их классификация;
Тема 1.2 Историческое развитие металлургии;
Тема 1.3 Сырье для получения металлов;
Тема 1.4 Переработка руд;
Раздел 2 Физико-химические основы металлургических процессов;

Тема 2.1 Стехиометрические законы химии (Закон сохранения массы вещества; Закон постоянства составов (композиций); Закон эквивалентов; Закон объемных пропорций; Закон Авогадро);

Тема 2.2 Основные понятия и определения термодинамики (Термины термодинамики; Параметры системы и процессов);

Тема 2.3 Основные законы термодинамики (Нулевое начало термодинамики; Первое начало термодинамики; Второе начало термодинамики; Третье начало термодинамики);

Тема 2.4 Основные понятия термохимии (Тепловой эффект реакций. Экзотермические и эндотермические реакции; Основной закон термохимии; Теплоты (энтальпии) образования и разложения; Зависимость теплового эффекта от температуры);

Тема 2.5 Химическое равновесие (Обратимые и необратимые реакции. Константа равновесия реакции; Смещение равновесия реакции; Константа химического равновесия и уравнение изотермы химической реакции; Стандартное изменение изобарного потенциала);

Тема 2.6 Химическая кинетика. Скорость химических реакций (Основные понятия химической кинетики; Скорость гомогенных и гетерогенных химических реакции; Факторы, влияющие на скорость химических реакции);

Раздел 3 Фазовые диаграммы соединений;

Тема 3.1 Использование правила фаз и правила рычага для анализа диаграмм состояния;

Тема 3.2 Диаграммы состояния двухкомпонентных систем (Диаграмма состояния с эвтектикой без твёрдых растворов и химических соединений; Диаграмма состояния системы с химическим соединением, плавящимся без разложения; Диаграмма состояния системы с химическим соединением, разлагающимся в твердом виде; Диаграмма состояния системы с химическим соединением, плавящимся с разложением; Диаграмма состояния системы с полиморфными превращениями кристаллических фаз; Диаграмма состояния системы с расслоением в жид-кой фазе (ликвацией); Диаграммы состояния двухкомпонентных систем с образованием твердых растворов);

Тема 3.3 Диаграммы состояния трехкомпонентных систем;

Тема 3.4 Примеры диаграмм состояния металлургических систем (Система Fe – O; Система Fe – C);

Раздел 4 Строение и свойства твердых веществ;

Тема 4.1 Кристаллические решетки;;

Тема 4.2 Параметры кристаллических решеток;;

Тема 4.3 Виды химической связи в кристаллической решетке;

Тема 4.4 Реальная структура кристаллов (Дефекты в структуре кристаллических решеток; Аллотропия и полиморфизм);

Раздел 5 Строение металлургических расплавов;

Тема 5.1 Общая характеристика металлургических расплавов;

Тема 5.2 Расплавы металлов (Строение жидких металлов; Вязкость жидких металлов; Плотность жидких металлов; Поверхностное натяжение жидких металлов; Электрическое сопротивление жидких металлов);

Тема 5.3 Металлургические шлаки и их свойства (Условия образования металлургических шлаков; Химический и минералогический состав шлаков;

Термодинамические теории строения расплавленных шлаков; Основные свойства жидких шлаков);

Раздел 6 Пирометаллургические процессы;

Тема 6.1 Представление о пирометаллургических процессах;

Тема 6.2 Основные характеристики топлива, используемого в металлургии;

Тема 6.3 Диссоциация компонентов металлургической шихты при нагревании (Термодинамика термической диссоциации соединений; Термодинамика диссоциация и образования карбонатов металлов; Термодинамика реакций образования и диссоциации оксидов металлов);

Тема 6.4 Горение топлива в металлургическом агрегате (Горение CO и H2; Горение твердого углерода; Реакция водяного газа);

Тема 6.5 Восстановление оксидов металлов (Восстановление металлов из оксидов водородом и монооксидом углерода; Восстановление металлов из оксидов углеродом; Металлотермическое восстановление).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1; Тема 1.1.	Свойства металлов и их классификация	1	
Раздел 1; Тема 1.2.	Историческое развитие металлургии	1	
Раздел 1; Тема 1.3.	Сырье для получения металлов	1	
Раздел 1; Тема 1.4.	Переработка руд.	1	
Раздел 2; Тема 2.1.	Стехиометрические законы химии	1	
Раздел 2; Тема 2.2.	Основные понятия и определения термодинамики	2	
Раздел 2; Тема 2.3.	Основные законы термодинамики	2	
Раздел 2; Тема 2.4.	Основные понятия термохимии	1	
Раздел 2; Тема 2.5.	Химическое равновесие	1	
Раздел 2; Тема 2.6.	Химическая кинетика	1	
Раздел 3; Тема 3.1.	Использование правила фаз и правила рычага для анализа диаграмм состояния	1	
Раздел 3; Тема 3.2.	Диаграммы состояния двухкомпонентных систем	1	
Раздел 3; Тема 3.3.	Диаграммы состояния трехкомпонентных систем	1	
Раздел 3; Тема 3.4.	Примеры диаграмм состояния металлургических систем	1	
Раздел 4; Тема 4.1.	Кристаллические решетки	1	

Раздел 4; Тема 4.2.	Параметры кристаллических решеток	1	
Раздел 4; Тема 4.3.	Виды химической связи в кристаллической решетке	1	
Раздел 4; Тема 4.4.	Реальная структура кристаллов	1	
Раздел 5; Тема 5.1.	Общая характеристика металлургических расплавов	1	
Раздел 5; Тема 5.2.	Расплавы металлов и их свойства	1	
Раздел 5; Тема 5.3.	Металлургические шлаки и их свойства	2	
Раздел 6; Тема 6.1.	Представление о пирометаллургических процессах	1	
Раздел 6; Тема 6.2.	Основные характеристики топлива, используемого в металлургии	1	
Раздел 6; Тема 6.3.	Диссоциация компонентов металлургической шихты при нагревании	2	
Раздел 6; Тема 6.4.	Горение топлива в металлургическом агрегате	2	
Раздел 6; Тема 6.5.	Восстановление оксидов металлов	2	
Итого:		**32**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы практических занятий (семинаров)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 2.	Расчет термодинамических параметров металлургических реакций	4	
Раздел 2.	Расчет равновесия металлургических реакций и определения направления обратимого процесса	4	
Раздел 2.	Расчет кинетических характеристик металлургических реакций	4	
Раздел 3.	Анализ диаграмм состояния металлических и шлаковых систем	4	
Раздел 6.	Расчет окислительно-восстановительного потенциала газовой фазы	8	
Раздел 6.	Расчет распределения серы между продуктами металлургических реакций	8	
Итого:		**32**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 6.	Исследование кинетики диссоциации карбонатов	8	
Раздел 6.	Исследование жаростойкости металлов и сплавов	8	
Итого:		**16**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала.	4	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Оформление отчета о практической работе; 4. Подготовка к практическому занятию.	18	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Оформление отчета о практической работе; 4. Подготовка к практическому занятию.	18	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала.	6	
Раздел 5.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала.	6	
Раздел 6.	1. Изучение лекционного материала;	30	

	2. Изучение теоретического материала; 3. Оформление отчета о практической работе; 4. Оформление отчета по лабораторной работе; 5. Подготовка к лабораторной работе; 6. Подготовка к практическому занятию.		
Контроль	*Подготовка к экзамену (5 семестр)*	36	
Контроль	*Подготовка к экзамену (6 семестр)*	18	
Итого:		**136**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ОПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Оценка участия в работе на лекционном занятии; 3. Тестовые задания
Раздел 2.	ОПК-1	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Отчет о практической работе; 5. Оценка участия в работе на лекционном занятии
Раздел 3.	ОПК-1	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 2. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 3. Наблюдение за работой на практическом занятии; 4. Отчет о практической работе; 5. Оценка участия в работе на лекционном занятии
Раздел 4.	ОПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Оценка участия в работе на лекционном занятии
Раздел 5.	ОПК-1	1. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 2. Оценка участия в работе на лекционном занятии
Раздел 6.	ОПК-1	1. Вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной

		работе; 2. Вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; 3. Вопросы для устного обсуждения (опроса); 4. Наблюдение за работой на лабораторной работе; 5. Наблюдение за работой на практическом занятии; 6. Отчет о лабораторной работе; 7. Отчет о практической работе; 8. Оценка участия в работе на лекционном занятии
Экзамен (5 семестр).	ОПК-1	1. Вопросы к экзамену; 2. Задачи к экзамену
Экзамен (6 семестр).	ОПК-1	1. Вопросы к экзамену; 2. Задачи к экзамену

11 Входной контроль

11.1 Цель входного контроля − определить начальный уровень подготовленности обучающихся и выстроить индивидуальную траекторию обучения. В условиях личностно-ориентированной образовательной среды результаты входного оценивания обучающегося используются как начальные значения в индивидуальном профиле академической успешности обучающегося.

11.2 Описание оценочных средств

Форма проведения входного контроля – тестирование.

Длительность тестирования – 20 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в письменном виде или в СУО «Moodle».

Для проведения тестирования используются тестовые задания для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Максимальное количество – 20 баллов.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Максимальный балл	Проходной балл	Оценка
20	не менее 18	отлично
17	не менее 14	хорошо
13	не менее 10	удовлетворительно
9	-	неудовлетворительно

Основываясь на результатах тестирования, формируется индивидуальная траектория обучающегося (группы обучающихся), исходя из следующих соображений:

– 14 – 20 баллов – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;
– 10 – 13 баллов – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;
– менее 10 баллов – обучающийся имеет слабую подготовку к изучению учебной дисциплины, необходимы корректирующие занятия и консультации.

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся приведены в приложении.

12 Текущий контроль

12.1 Текущий контроль знаний используется для оперативного и регулярного управления учебной деятельностью (в том числе самостоятельной) обучающихся. Данный вид контроля стимулирует у обучающихся стремление к систематической самостоятельной работе по изучению учебной дисциплины и позволяет оценить степень освоения изученного материала.

Текущий контроль успеваемости осуществляется в течение семестра, в ходе повседневной учебной работы по индивидуальной инициативе педагогического работника, в том числе посредством использования СУО «Moodle».

Формы проведения текущего контроля – вопросы для собеседования при защите отчета о лабораторной работе; вопросы для собеседования при защите отчета о практической работе; вопросы для устного обсуждения (опроса); наблюдение за работой на лабораторной работе; наблюдение за работой на практическом занятии; отчет о лабораторной работе; отчет о практической работе; оценка участия в работе на лекционном занятии.

12.2 Описание оценочных средств

Шкалы оценивания (методики оценки)

12.2.1 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по выполненным заданиям предыдущего раздела (темы).

Критерии оценки:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели);

– своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается умение грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе);

– использование дополнительного материала (обязательное условие);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени).

Оценка «отлично» ставится, если обучающийся:

– полно и аргументировано отвечает по содержанию задания;

– обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе самостоятельно составленные;

– излагает материал последовательно и правильно.

Оценка «хорошо» ставится, если обучающийся дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1 – 2 ошибки, которые сам же исправляет.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но:

– излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;

– не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

– излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «неудовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2.2 Рекомендации по оцениванию участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Формирование у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию проявляется в обязательном его присутствии на лекционном занятии.

На лекционных занятиях происходит формирование информационной компетентности обучающихся, в том числе способности фиксировать информацию с помощью конспектирования учебного материала. Преподаватель на лекционных занятиях акцентирует внимание обучающихся на том, как необходимо оформлять конспект лекций в тетради. По окончании лекционных занятий преподаватель осуществляет проверку тетрадей обучающихся и оценивает их.

Критерии оценки участия обучающихся в работе на лекционных занятиях

Наименование параметра оценки	Максимальное

	количество баллов за одно лекционное занятие
Наличие у обучающихся добросовестного и ответственного отношения к собственному профессиональному образованию, выраженное в посещении лекций	0,5
Умение конспектировать учебный материал в тетради, в том числе: - материал изложен последовательно, четко и аккуратно - в конспекте имеются изученные темы, основные термины, схемы	0,5
Всего	1

Если по результатам оценки участия обучающийся в лекционных занятиях в среднем за семестр обучающийся набрал не менее 0,5 баллов, то ему выставляется оценка «зачтено», менее 0,5 баллов – «не зачтено».

12.2.3 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на практическом занятии

Наблюдение за работой на практическом занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на практическом занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении практической работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на практическом занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении практической работы.	1,25

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.4 Рекомендации по оцениванию отчета о практической работе

Оформление отчета о проделанной практической работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

Критерии оценки отчета о практической работе:

– правильность выполнения работы (учитывается полнота отчета о практической работе, наличие всех необходимых данных, наличие выводов, наличие ошибок и неточностей);

– аккуратность оформления отчета о практической работе.

Критерии оценки отчета о практической работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Отчет о практической работе содержит все необходимые данные и выводы.	2,5
Отчет о практической работе не содержит ошибок и неточностей.	1,25
Отчет о практической работе оформлен аккуратно.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.5 Рекомендации по оцениванию ответов на вопросы в процессе собеседования при защите отчета о практической работе

Подготовку к защите отчета о практической работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы. Вопросы для подготовки к защите отчета о практической работе представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

Критерии оценки устных ответов на вопросы при защите отчета о практической работе:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Критерии оценки устных ответов обучающихся на вопросы при защите отчета о практической работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Излагает материал последовательно и правильно; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания.	2,5
Обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные.	1,25
Рационально использует время, отведенное на ответ; устный ответ не затянут во времени.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.6 Рекомендации по оцениванию в процессе наблюдения за работой на лабораторном занятии

Наблюдение за работой на лабораторном занятии – важнейший компонент контроля деятельности обучающихся и качества их обучения.

Критерии оценки в процессе наблюдения за работой на лабораторном занятии:

– самостоятельность выполнения задания и работы с методическими указаниями (учитывается работа в течение занятия, быстрота и способность нахождения в методических указаниях нужной информации);

– правильность выполнения работы (учитывается последовательность выполняемых действий, умение работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники);

– рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения работы с учетом индивидуальных особенностей обучающихся);

– активность обучающегося при выполнении лабораторной работы (учитывается индивидуальная работа и работа в группе).

Критерии оценки по результатам наблюдения за работой на лабораторном занятии

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Самостоятельно выполняет задания; умеет работать с методическими указаниями.	2,5
Указанные в методических указаниях действия выполняет в правильной последовательности; умеет работать с инструментами и/или средствами вычислительной техники.	1,25

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Рационально использует время, отведенное на задание; проявляет активность при выполнении лабораторной работы.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.7 Рекомендации по оцениванию отчета о лабораторной работе

Оформление отчета о проделанной лабораторной работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы.

Критерии оценки отчета о лабораторной работе:

– правильность выполнения работы (учитывается полнота отчета о лабораторной работе, наличие всех необходимых данных, наличие выводов, наличие ошибок и неточностей);

– аккуратность оформления отчета о лабораторной работе.

Критерии оценки отчета о лабораторной работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Отчет о лабораторной работе содержит все необходимые данные и выводы.	2,5
Отчет о лабораторной работе не содержит ошибок и неточностей.	1,25
Отчет о лабораторной работе оформлен аккуратно.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

12.2.8 Рекомендации по оцениванию в процессе собеседования при защите отчета о лабораторной работе

Подготовку к защите отчета о лабораторной работе обучающиеся осуществляют в рамках самостоятельной работы. Вопросы для подготовки к защите отчета о лабораторной работе представлены в методических указаниях к лабораторным занятиям.

Критерии оценки устных ответов на вопросы при защите отчета о лабораторной работе:

– правильность ответа по содержанию задания (учитывается количество и характер ошибок при ответе);

– полнота и глубина ответа (учитывается количество усвоенных фактов, понятий и т.п.);

– сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала);

– логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

– сопровождение ответа примерами (учитывается умение грамотно и с пользой применять фактический материал для подкрепления теоретического при устном ответе);

– рациональность использования времени, отведенного на ответ (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей обучающихся).

Критерии оценки устных ответов обучающихся на вопросы при защите отчета о лабораторной работе

Наименование параметра оценки	Максимальное количество баллов
Излагает материал последовательно и правильно; полно и аргументировано отвечает по содержанию задания.	2,5
Обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные.	1,25
Рационально использует время, отведенное на ответ; устный ответ не затянут во времени.	1,25
Итого	**5**

Максимальное количество – 5 баллов соответствует оценке «отлично», 4 балла – «хорошо», 3 балла – «удовлетворительно», 2 балла – «неудовлетворительно».

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины приведены в приложении.

13 Промежуточная аттестация

13.1 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по учебной дисциплине предназначены для оценки степени достижения запланированных результатов обучения по завершению изучения учебной дисциплины в установленной учебным планом форме и позволяют определить качество усвоения изученного материала.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по учебной дисциплине является: экзамен (5 семестр); экзамен (6 семестр).

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: вопросы к экзамену; задачи к экзамену.

13.2 Оценивание обучающегося на экзамене (5 семестр)

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения

Оценка	Требования к знаниям
	практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по данной учебной дисциплине.

13.3 Оценивание обучающегося на экзамене (6 семестр)

Оценка	Требования к знаниям
отлично	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал различной литературы, правильно обосновывает принятое нестандартное решение, обладает приемами выполнения практических задач по формированию компетенций.
хорошо	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, обладает необходимыми умениями и приемами их выполнения.
удовлетворительно	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, испытывает сложности при выполнении практических работ и затрудняется связать теорию вопроса с практикой.
неудовлетворительно	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, неуверенно отвечает, допускает серьезные ошибки, не имеет представлений по методике выполнения практической работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по

Оценка	Требования к знаниям
	данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Казачков, Е. А. Расчеты по теории металлургических процессов : учебное пособие / Е. А. Казачков. – Москва : Металлургия, 1988. – 288 с.;

2 Линчевский, Б. В. Теория металлургических процессов : учебное пособие для вузов / Б. В. Линчевский. – Москва : Металлургия, 1995. – 346 с.;

3 Теория металлургических процессов : учебник для вузов / Д. И. Рыжонков, П. П. Арсентьев, В. В. Яковлев, Л. А. Пронин [и др.]. –Москва : Металлургия, 1989. – 390 с.

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru;

2 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

3 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

4 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Единая профессиональная база знаний для технических вузов - Издательство Лань" ЭБС»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: https://biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: http://www.biblioclub.ru;

7 Электронная библиотека УМЦ ЖДТ : [коллекция «Эксплуатация железных дорог»] / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, [2013 –]. – URL: https://umczdt.ru/books/. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

8 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

9 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: http://eivis.ru. – Режим доступа: по подписке.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;
– Adobe Acrobat Reader;
– Astra Linux Special Edition;
– Kaspersky Endpoint Security;
– Microsoft Office;
– Microsoft Windows;
– OnlyOffice;
– ProjectLibre;
– Р7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

15 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:
- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий), оснащенную учебной доской, компьютерной техникой, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (лабораторных работ), оснащенную следующим оборудованием: муфельная печь, весы электронные аналитические, дистиллятор, вытяжной шкаф, сушильный шкаф;
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

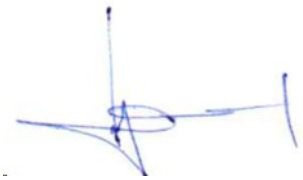
Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 22.03.02 «Металлургия».

Составитель(и):

профессор Ноздрин Игорь Викторович (кафедра металлургии черных металлов и химической технологии).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:

Начальник КХП АО ЕВРАЗ ЗСМК  Р.С. Ларин

Приложение

Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

Вопрос 1 Равновесие реакции описывается:

- Законом действующих масс;
- Законом Кирхгоффа;
- Законом Рауля.

Вопрос 2 Константу равновесия реакции определяют:

- по уравнению: второго закона термодинамики;

1. по уравнению стандартного химического сродства;
2. по уравнению изотермы химической реакции.

Вопрос 3 Термодинамическая активность компонента - характеристика его:

1. в разбавленном растворе;
2. в совершенном растворе;
3. в концентрированном растворе.

Вопрос 4 Уравняйте коэффициенты в химической реакции.

1. $Ce_2O_3 + Cl_2 \rightarrow CeCl_3 + O_2$
2. $CBr_4 + C_2H_2 \rightarrow C + HBr$
3. $BiF_3 + H_2O \rightarrow Bi + HF + O_2$

Вопрос 5 Выделение газообразного продукта наблюдается при взаимодействии.

1. $CaCO_3 + H_2SO_{4(р-р)} \rightarrow$;
2. $NaNO_3 + H_2SO_{4(р-р)} \rightarrow$;
3. $KBr + HCl_{(р-р)} \rightarrow$.

Вопрос 6 Мольная доля ацетона в растворе, полученном при смешении 11,6 г ацетона $(CH_3)_2CO$ и 32,4 г воды, равна.

1. 0,90
2. 0,10
3. 0,20

Вопрос 7 Веществами, между которыми возможно протекание химической реакции в водном растворе, являются

- K_2CO_3 и HCl*(верный)*
- K_2O и MgO
- K_2SO_4 и HBr

Вопрос 8 Выделение газообразного продукта наблюдается при Взаимодействии:

- $CaCO_3 + H_2SO_{4(р-р)} \rightarrow$ *(верный)*
- $FeS + HCl_{(р-р)} \rightarrow$ *(верный)*
- $NaNO_3 + H_2SO_{4(р-р)} \rightarrow$
- $KBr + HCl_{(р-р)} \rightarrow$

Вопрос 9 Наименьшей растворимостью обладает гидроксид двухвалентного металла, значение произведения растворимости которого ...

- $2{,}2*10^{-20}$*(верный)*
- $2{,}2*10^{-218}$
- $2{,}2*10^{-16}$
- $2{,}2*10^{-14}$

Вопрос 10 Число нейтронов совпадает с числом протонов в ядрах атомов изотопов...

- $^{14}_{7}N$ и $^{40}_{20}Ca$*(верный)*
- $^{31}_{15}P$ и $^{39}_{19}K$
- $^{16}_{8}O$ и $^{23}_{11}Na$
- $^{12}_{6}C$ и $^{19}_{9}F$

Вопрос 11 Для увеличения выхода продуктов реакции в равновесной системе

$$SO_{2(г)} + NO_{2(г)} \leftrightarrow SO_{3(г)} + NO_{(г)}\,;\,\Delta_r H^0 < 0$$

необходимо...

4. Увеличить концентрацию оксида серы (IV)
5. Увеличить концентрацию оксида серы (VI)

6. Повысить температуру *(верный)*
7. Повысить давление.

Вопрос 12 Влияние изменений, которые происходят в равновесной химической системе под влиянием внешних воздействий, определяется:

- Принципом Ле Шателье *(верный)*
- Принципом квазистационарности
- Правилом Вант-Гоффа
- Правилом фаз Гиббса

Вопрос 13 Как записывается закон действующих масс для гомогенной газовой реакции

$$CH_{4(г)} + 2O_{2(г)} = CO_{2(г)} + 2H_2O_{(г)};$$

- $K^0(T) = \frac{P_{CH_4} \cdot P_{O_2}^2}{P_{CO_2} \cdot P_{H_2O}^2}$
- $K^0(T) = \frac{P_{CO_2} \cdot P_{H_2O}^2}{P_{CH_4} \cdot P_{O_2}^2}$ *(верный)*
- $K^0(T) = \frac{P_{CO_2} \cdot P_{H_2O}}{P_{CH_4} \cdot P_{O_2}}$
- $K^0(T) = \frac{P_{CO_2}}{P_{CH_4} \cdot P_{O_2}^2}$

Вопрос 14 Уравнения реакций, в которых при изменении давления не происходит смещения равновесия, имеют вид ...

- $SO_{2(г)} + NO_{2(г)} \leftrightarrow SO_{3(г)} + NO_{(г)}$ *(верный)*
- $Fe_2O_{3(т)} + 3CO_{(г)} \leftrightarrow 2Fe_{(т)} + 3CO_{2(г)}$ *(верный)*
- $4S_{(г)} + CH_{4(г)} \leftrightarrow CS_{2(г)} + 2H_2S_{(г)}$
- $C_{(графит)} + 2H_2O_{(г)} \leftrightarrow 2H_{2(г)} + CO_{2(г)}$

Вопрос 15 Если температурный коэффициент химической реакции равен 2, то при повышении температуры от 20°С до 50°С скорость реакции

- увеличивается в 6 раз;
- уменьшается в 4 раза;
- уменьшается в 2 раза;
- у

величивается в 8 раз *(верный)*

Вопрос 16 выражение кинетического закона действующих масс для скорости прямой гомогенной реакции $\nu_1 A + \nu_2 B = \nu_3 C$ имеет вид:

- $\vartheta = \kappa \cdot C_A^{n_1} C_B^{n_2}$ (верный)
- $\vartheta = \kappa \cdot C_A C_B$
- $\vartheta = \kappa \cdot C_C^{n_3}$
- $\vartheta = \kappa \dfrac{C_A^{n_1} \cdot C_B^{n_2}}{C_C^{n_3}}$

Вопрос 17 Какие реакции называются гомогенными?

- Между веществами, находящимися в одной фазе *(верный)*
- Реакции, протекающие на поверхности раздела фаз
- Продукты реакции и исходные вещества находятся в одной фазе
- Продукты реакции и исходные вещества находятся в разных фазах

Вопрос 18 Для увеличения скорости прямой реакции $2SO_2(г)+O_2(г)\rightarrow 2SO_3(г)$ в 9 раз необходимо концентрацию SO_2 увеличить в __раз(а):

3. 18;
4. 4,5;
5. 3 (верный);
6. 9.

Вопрос 19 Если энтальпия образования SO_2 равна (-297 кДж/моль), то количество теплоты, выделяемое при сгорании 16 г серы, равно_кДж

7. 148,5 (верный)
8. 297,0
9. 74,25
10. 594

Вопрос 20 Согласно термохимическому уравнению $CH_{4(г)} + 2O_{2(г)} = CO_{2(г)} + 2H_2O_{(г)}$; $\Delta_r H^0$ = -802,3 кДж, объем метана (н.у), который необходим для получения 4011,5 кДж теплоты, составляет __л.

- 112, 0 (верный);
- 56,0;
- 168,0;

- 224,0.

Вопрос 21 Наибольшему значению энтропии соответствует состояние воды:

- $H_2O_{(тв)}$ 273К
- $H_2O_{(тв)}$ 200К
- $H_2O_{(г)}$ 398К (верный)

Вопрос 22 Уравнения реакций, протекание которых невозможно в стандартных условиях, имеют вид :

- $2MgSO_{4(т)} = 2MgO_{(т)} + 2SO_{2(г)} + O_{2(г)}; \Delta_r H^\circ_{298} = 805 кДж; \Delta S^\circ_{298} = 572 Дж/К$
- $4S_{(т)} + CH_{4(г)} = CS_{2(г)} + 2H_2S_{(г)}; \Delta_r H^\circ_{298} = 151{,}5 кДж; \Delta S^\circ_{298} = 336 Дж/К$
- $SO_{2(г)} + NO_{2(г)} = SO_{3(г)} + NO_{(г)}; \Delta_r H^\circ_{298} = -41{,}5 кДж; \Delta S^\circ_{298} = -22 Дж/К$
- $Fe_2O_{3(т)} + 3CO_{(г)} = 2Fe_{(т)} + 3CO_{2(г)}; \Delta_r H^\circ_{298} = -27{,}7 кДж; \Delta S^\circ_{298} = 13 Дж/К$

Вопрос 23 Уравнения реакций, которые сопровождаются увеличением энтропии, имеют вид:

- $C_{(графит)} + 2H_2O_{(г)} = 2H_{2(г)} + CO_{2(г)}$
- $(NH_4)_2CO_{3(т)} = 2NH_{3(г)} + CO_{2(г)} + H_2O_{(г)}$
- $SO_{2(г)} + NO_{2(г)} = SO_{3(г)} + NO_{(г)}$
- $BaO_{(т)} + CO_{2(г)} = BaCO_{3(т)}$

Вопрос 24 Какие значения может принимать константа равновесия химической реакции?

8. Положительные (верный);
9. Любые;
10. Отрицательные.

Вопрос 25 К 250 г раствора, содержащего 25 г сульфата калия, добавили 250 $см^3$ дистиллированной воды. Массовая доля растворенного вещества в растворе:

- осталась неизменной

- увеличилась в 2 раза
- уменьшилась в 2 раза (верный)
- уменьшилась в 2,1 раза

Вопрос 26 Для описания скорости реакции необходимо:

- указать направление реакции;
- указать величину изменения энтальпии;
- указать температуру и давление системы.

Задания и вопросы для текущего контроля знаний обучающихся по разделам (темам) учебной дисциплины

Тема 1. Понятие о металлургии как физико-химической системе.

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Понятие о металлургии как физико-химической системы.
2. Основные физико-химические свойства металлов и их классификация.
3. Историческое развитие металлургии.
4. Виды сырья для получения металлов.

Виды топлива, используемые в металлургических процессах

5. Переработка руд.

Тема 2. Физико-химические основы металлургических процессов.

1 Устный опрос на лекции

Перечень вопросов для устного опроса:

1. Стехиометрические законы химии.
2. Основные понятия и определения термодинамики.
3. Термины термодинамики.
4. Параметры системы и процессов.
5. Основные законы термодинамики.
6. Основные понятия термохимии.
7. Тепловой эффект реакций. Экзотермические и эндотермические реакции.
8. Основной закон термохимии.
9. Зависимость теплового эффекта от температуры.
10. Обратимые и необратимые реакции. Константа равновесия реакции.
11. Смещение равновесия реакции.

12. Стандартное изменение изобарного потенциала.
13. Химическая кинетика. Скорость химических реакций.
14. Основные понятия химической кинетики .
15. Скорость гомогенных и гетерогенных химических реакции.
16. Факторы, влияющие на скорость химических реакции.

Тема 3. Фазовые диаграммы соединений.
1 Устный опрос на лекции

1. Использование правила фаз и правила рычага для анализа диаграмм состояния.
2. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем.
3. Диаграмма состояния с эвтектикой без твёрдых растворов и химических соединений.
4. Диаграмма состояния системы с химическим соединением, плавящимся без разложения.
5. Диаграмма состояния системы с химическим соединением, разлагающимся в твердом виде.
6. Диаграмма состояния системы с химическим соединением, плавящимся с разложением.
7. Диаграмма состояния системы с полиморфными превращениями кристаллических фаз.
8. Диаграмма состояния системы с расслоением в жидкой фазе (ликвацией).
9. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем с образованием твердых растворов.
10. Диаграммы состояния трехкомпонентных систем.
11. Примеры диаграмм состояния металлургических систем.
12. Система Fe – O.
13. Система Fe – C.

Тема 4. Строение и свойства твердых веществ.
1 Устный опрос на лекции
1.Строение и свойства твердых.
2. Кристаллические решетки.
3. Параметры кристаллических.
4. Виды химической связи в кристаллической.
5. Реальная структура кристаллов.
6. Дефекты в структуре кристаллических решеток.
7. Аллотропия и полиморфизм

Тема 5. Строение металлургических расплавов.

1 Устный опрос на лекции

- Расплавы металлов.
- Строение жидких.
- Вязкость жидких.
- Плотность жидких.
- Поверхностное натяжение жидких.
- Электрическое сопротивление жидких.
- Металлургические шлаки и их.
- Условия образования металлургических шлаков.
- Химический и минералогический состав шлаков.
- Термодинамические теории строения расплавленных шлаков.
- Основные свойства жидких шлаков.

Тема 6. Основные пирометаллургические процессы.

1 Устный опрос на лекции

11. Представление о пирометаллургических процессах.
12. Основные характеристики топлива, используемого в металлургии.
13. Диссоциация компонентов металлургической шихты при нагревании .
14. Термодинамика термической диссоциации соединений.
15. Термодинамика диссоциация и образования карбонатов металлов.
16. Термодинамика реакций образования и диссоциации оксидов металлов.
17. Горение топлива в металлургическом .
18. Горение CO и H_2.
19. Горение твердого углерода.
20. Реакция водяного газа.
21. Восстановление оксидов металлов.
22. Восстановление металлов из оксидов водородом и монооксидом углерода.
23. Восстановление металлов из оксидов углеродом. .
24. Металлотермическое восстановление.

2 Выполнение практических работ

Задания для практических работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к практическим занятиям.

3 Выполнение лабораторных работ

Задания для лабораторных работ, теоретический и методический материал для самостоятельного изучения и вопросы для собеседования представлены в методических указаниях к лабораторным работам.

4 Вопросы к экзамену для промежуточной аттестации

5 семестр:

1. Стехиометрические законы химии и их использование применительно к металлургическим процессам.

2. Основные понятия и определения термодинамики.

3. Основные законы термодинамики и их использование применительно к металлургическим процессам.

4. Основные понятия термохимии и их использование применительно к металлургическим процессам.

5. Тепловой эффект реакций. Экзотермические и эндотермические реакции. Зависимость теплового эффекта от температуры.

6. Химическое равновесие. Константа равновесия реакции.

7. Обратимые и необратимые реакции. Смещение равновесия реакции.

8. Изобарно-термический потенциал. Зависимость изменения изобарного потенциала металлургических реакций от температуры.

9. Химическая кинетика. Скорость гомогенных и гетерогенных металлургических реакций.

10. Факторы, влияющие на скорость металлургических реакций.

11 Фазовые диаграммы соединений. Использование правила фаз и правила рычага для анализа диаграмм состояния металлургических систем.

12 Фазовые диаграммы состояния двухкомпонентных металлургических систем.

13. Диаграммы состояния трехкомпонентных систем металлургических систем.

6 семестр

11. Строение и свойства твердых веществ. Кристаллическая и аморфная структура твердых веществ.

12. Кристаллические решетки. Параметры кристаллических решеток. Виды химической связи в кристаллической решетке.

13. Реальная структура кристаллов. Дефекты в структуре кристаллических решеток. Аллотропия и полиморфизм.

14. Общая характеристика и строение металлургических расплавов.

15. Вязкость жидких металлов. Плотность жидких металлов. Поверхностное натяжение жидких металлов. Электрическое сопротивление жидких металлов.

16. Металлургические шлаки и их свойства. Условия образования металлургических шлаков.

17. Основные свойства жидких шлаков. Химический и минералогический состав шлаков.

18. Термодинамические теории строения расплавленных шлаков.

19. Представление о пирометаллургических процессах.

20. Диссоциация компонентов металлургической шихты при нагревании.

21. Термодинамика термической диссоциации соединений.

22. Горение CO и H_2 в металлургическом агрегате.

23. Горение твердого углерода в металлургическом агрегате.

24. Восстановление металлов из оксидов водородом и монооксидом углерода.

25. Восстановление металлов из оксидов углеродом.

26. Металлотермическое восстановление.

5 Задачи к экзамену для промежуточной аттестации

5 семестр

Задача 1. Смешаны 1 *моль* паров *HCl* с 0,48 *моль* O_2. При P = 1 *атм* и t = 386°C по реакции

$$4HCl + O_2 = 2H_2O + 2Cl_2$$

образовалось 0,402 *моль* хлора.

Определить константу равновесия реакции.

Задача 2. В системе при 1373К равновесие реакции

$$(2FeO \text{ раствор в } MgO) = Fe(к) + O_2$$

описывается следующими данными:

X_{FeO}	1	0,815	0,615

$P_{O_2} \cdot 10^{-14}$, атм	3,50	2,78	2,06

Рассчитать активность и коэффициент активности FeO.

Задача 3. Константы скорости реакции разложения органической кислоты в водном растворе следующие:

Т,К	273,2	293,2	313,2	333,2
$K \cdot 10^5$, мин$^{-1}$	2,46	47,5	576	5480

Определите энергию активации этой реакции.

Задача 4. Кинетика реакции

$$2NCl_3 \rightarrow N_2 + 3Cl_2$$

изучалась путем измерения объема образовавшегося азота. Получены следующие результаты:

t, час	4	6	22	∞
V_{N2}, см³	10	13	26	28,5

Определить константу скорости реакции.

Задача 5. Рассчитать активность и коэффициент активности углерода в расплаве Fe - C , находящегося в равновесии с газовой фазой CO_2 - CO при температуре 1873*K* и давлении 1атм по данным опытов (приведены в таблице). В системе течет реакция

$$[C] + CO_2 = 2CO.$$

Температурная зависимость константы равновесия реакции описывается выражением:

$$\lg K = -8460/T + 8{,}85.$$

№ опыта	1	2	3	4	5
ω_c, *%(вес)*	0,2	0,5	1,0	1,5	2,0
% CO	99,25	99,74	99,89	99,94	99,963
% CO_2	0,75	0,26	0,11	0,06	0,037

Задача 6.Сколько литров водорода надо пропустить через трубку с моно оксидом железа при 800°C и давлении 1атм, чтобы образовалось 7 г железа при условии, что газ подается достаточно медленно и система находится в равновесии. Зависимость константы равновесия реакции

$$FeO + H_2 = Fe + H_2O$$

от температуры выражается уравнением

$$\lg K^{o}(T) = -\frac{749}{T} + 0{,}573.$$

Объем поступающего водорода измеряется при 20° С.

Задача 7. При изотермическом сжатии 10 моль CO_2, взятого при 25°С под давлением 0,5 атм, энергия Гиббса возросла на 1000 Дж.

Определить конечное давление в системе.

Задача 8. Константа равновесия реакции

$$N_2O_4 = 2NO_2$$

равна 0,0794 при 18,3° С и 1 при 52° С под давлением 1атм.

Во сколько раз нужно увеличить общее давление для понижения степени диссоциации N_2O_4 вдвое при 40°С?

Задача 9.0пределить тепловой эффект реакции $\Delta_r H^0(298K)$

$$CaCO_3 + H_2O = Ca(OH)_2 + CO_2\ ,$$

если известны тепловые эффекты следующих реакций:

$CaCO_3 = CaO + CO_2$, $\quad \Delta_r H^0(298K) = 177{,}8$кДж

$CaO + H_2O = Ca(OH)_2$, $\quad \Delta_r H^0(298K) = -65{,}2$кДж.

Задача 10. При 700°С в сосуд было введено 0,001 г водорода и 12 г FeO.

Определить сколько процентов каждого из этих веществ вступит в реакцию до достижения равновесия при этой температуре, если известно, что зависимость константы равновесия реакции

$$FeO + H_2 = Fe + H_2O$$

от температуры выражается уравнением

$$\lg K^{o}(T) = -\frac{749}{T} + 0{,}573.$$

Задача 11.Константа равновесия реакции

$$2HCl = H_2 + Cl_2$$

рассчитывается по уравнению

$$\lg K^{0}(T) = -\frac{9586}{T} + 0{,}44 \lg T - 2{,}16\,.$$

Сколько хлора надо добавить к одному молю хлорида водорода

при 500К, чтобы понизить его степень диссоциации вдвое?

Задача 12. При взаимодействии 0,5 г CaO и 0,4218 г P_20_5 выделилось
2,05 кДж тепла. Определить тепловой эффект реакции

$$3CaO+P_2O_5=Ca_3(PO_4)_2$$

Задача 13.Зависимость $\Delta_rG°$

$$2Bi+3H_2S=Bi_2S_3+3H_2$$

химической реакции выражается

уравнением

$$\Delta_rG^0(T) = -102{,}577 - 0{,}1161T\lg T + 0{,}4802T \text{ ,(кДж).}$$

Определить температуру, при которой равновесная газовая смесь будет содержать 40%(мол) H_2S.

6 семестр

Задача 1. Реакции горения газов описываются следующими величинами
$\Delta_rG(T)$:

$2H_2 + O_2 = 2H_2O$ $\quad \Delta_rG°(T) = - 566307 + 175{,}47\cdot T$, Дж;
$2CO + O_2 = 2CO_2$ $\quad \Delta_rG°(T) = - 493038 + 108{,}40\cdot T$, Дж.

Определить равновесное давление кислорода в этих системах при условии

$$P_{CO2} / P_{CO} = P_{H2O} / P_{H2} = 0{,}25 \text{ и } T=1600°C.$$

Задача 2.Разложение H_2O_2 описывается следующими опытными данными (объемом выделившегося кислорода):

t, мин	10	30	∞
$Vo_2, см^3$	3,3	8,0	15,6

Определить порядок реакции

$$2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$$

и время, за которое разложится треть начального количества перекиси водорода.

Задача 3. Реакция

$$3Fe + 4H_2O = Fe_3O_4 + 4H_2$$

протекает при начальном давлении водяного пара 1,315атм при 200°С. При достижении равновесия давление образовавшегося водорода равно 1,255*атм.*

Определить выход H_2 в системе объемом *2л,* если водяной пар имеет давление *3атм* при той же температуре.

Задача 4. При изучении наблюдаемой константы скорости реакции, горения углерода в канале в токе воздуха, были получены следующие результаты (см. таблицу).

T,K	757	781	806	830	858	889	935	952
$k_{наб} \cdot 10^2$	5,0	8,2	13,5	21,2	35,0	55,7	116,2	149,2
T, K	1000	1058	1143	1190	1250	1299	1360	1428
$k_{наб} \cdot 10^2$	286	575	1159	1488	1729	2010	2220	2453

Установить графически температурный интервал кинетической области и определить энергию активации.

Задача 5. Рассчитать равновесные составы газовых смесей CO - CO_2 для реакции восстановления оксида железа Fe_3O_4 для давления $P=10^5$ Па и 5-ти температур в интервале 900 - 1600 К. Если для реакций образования оксидов стандартные изменения энергий Гиббса описываются соответствующими температурными зависимостями:

$3Fe(тв) + 2O_2 = Fe_3O_4(тв)$, $\Delta rG^O(T) = -1105608 + 307{,}301T$, Дж;

$CO + 1/2O_2 = CO_2$, $\Delta rG^O(T) = -282695 + 87{,}585T$, Дж.

Задача 6. Определите состав равновесной газовой смеси из CO и CO_2, находящейся в равновесии с твердым углеродом при температуре 900К и P=1атм. Для реакции газификации углерода

$$C + CO_2 = 2CO$$

зависимость константы равновесия от температуры описывается уравнением $\lg K(T) = -900\ 1/T + 9{,}28$.

Задача 7 Равновесное давление диоксида углерода в

реакции диссоциации

$$CaCO_3 \leftrightarrow CaO + CO_2$$

равно 200 мм рт.ст. при 808°С и 300 мм рт.ст. при 837°С. После того, как при 808°С в сосуде емкостью 1,5 л установилось равновесие в него хотят ввести 0,1 г CO_2.

Как следует одновременно изменить температуру, чтобы количество твердых фаз осталось неизменным?

Задача 8. Вычислить возрастание энтропии 8,694 г диоксида марганца при повышении температуры от 300 до 700 К при постоянном давлении.

$$C_p(MnO_2) = 67{,}4 + 10{,}22 \cdot 10^{-3} T - 16{,}25 \cdot 10^{5} T^{-2} - 124{,}3 \cdot 10^{-6} T^{2}.$$

$$S^0(T) = -38{,}81 + 32{,}65 \lg T + 33{,}56 \cdot 10^{-3} T - 1{,}465 \cdot 10^{5} T^{-2}.$$

Задача 9. Чистый никель нагревают до температуры 1100 0С в газовой фазе, содержащей 10 % CO_2 и 5 % CO.

Будет ли происходить его окисление при указанных условиях ?

Задача 10. Карбонат кальция нагревают до температуры 1350 ^{0}С в газовой фазе, содержащей 25% CO_2.

Будет ли происходить диссоциация карбоната в этих условиях? Робщ = 2·105 Па.

Задача 11. Определить температуру начала разложения и температуру химического кипения карбоната кальция в атмосфере, содержащей 12 % CO_2, если общее давление в газовой фазе Робщ = 1,15·105 Па.

Задача 12. Определить равновесный состав газовой смеси для реакции

$$C(т) + CO2(г) = 2CO(г)$$

при давлении в системе 1•10^4 Па и температуре 750°С.

Задача 13. Какое должно быть отношение %CO_2/%CO в газовой смеси из монооксида и диоксида углерода, чтобы при температуре 1000 и 1500 ^{0}С равновесное давление кислорода в ней составляло P_{O_2} = 3·10^{-5} Па?