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 металлургии и материаловедения
_____ А.А. Уманский
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физическая химия

22.03.02 «Металлургия»
(направленность (профиль): «Металлургия»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Заочная форма

Срок обучения: 4 года 6 месяцев

Год начала подготовки 2026

Новокузнецк
2026

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: b74f1896a8e5f6d1b42349567b351e7a7b0d4c48
Владелец: Директор ИМиМ Уманский Александр Александрович
Действителен: с 8 июля 2025 г. по 1 октября 2026 г.
Дата и время: 08-06-2026 15:47:53 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– освоение обучающимися: теоретических и экспериментальных методов;
– исследования равновесных систем;
– описания кинетических характеристик реакций;
– освоение теории растворов и поверхностных явлений.

Задачами учебной дисциплины являются:

– обучение расчетам термодинамических и кинетических характеристик систем;
– определение направления самопроизвольного протекания процессов;
– проведение термодинамического анализа процесса системы.

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:

– Химия.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

– Технология холодной листовой штамповки;
– Технология горячей объемной штамповки;
– Основы технологических процессов обработки металлов давлением;
– Специальные виды обработки металлов давлением;
– Теоретические основы производства стали;
– Теория и технология производства чугуна;
– Современные технологии производства стали;
– Внепечная обработка стали;
– Конструкции металлургических агрегатов;
– Разливка и непрерывная разливка стали;
– Спецметаллургия;
– Материаловедение;
– Обработка металлов давлением;
– Моделирование процессов и объектов в производственных системах;
– Металлургия черных металлов;
– Металлургия цветных металлов;
– Теория металлургических процессов;
– Литейное производство.

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 моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	ОПК-1.2 Применяет естественнонаучные знания при решении практических и прикладных задач	– знать: основные законы и положения химической термодинамики, необходимые для анализа металлургических процессов; физический смысл внутренней энергии, энтальпии, энтропии, энергии Гиббса, энергии Гельмгольца и химического потенциала; термодинамические критерии направленности и равновесия химических и фазовых превращений; закономерности влияния температуры, давления и состава фаз на равновесие металлургических реакций; основы закона действующих масс, принципа Ле Шателье, уравнения Вант-Гоффа и их применение к металлургическим системам; основные положения теории фазовых

			равновесий, правило фаз Гиббса и уравнение Клаузиуса–Клапейрона; термодинамические основы растворов, понятия активности, коэффициента активности, идеальных, разбавленных и концентрированных растворов; основные закономерности химической кинетики, кинетический закон действующих масс, понятия скорости реакции, порядка реакции, константы скорости и энергии активации; влияние температуры, концентрации, давления, состава фаз и каталитических факторов на скорость протекания химических и металлургических процессов; основы поверхностных явлений, адсорбции, смачивания, поверхностной энергии и гомогенной кристаллизации применительно к процессам взаимодействия металла, шлака, газа и неметаллических

			включений. – уметь: применять естественнонаучные за-коны и термодинамические зависимости для анализа практических и прикладных задач металлургического производства; определять направление самопроизвольного протекания химических и фазовых превращений по изменению термодинамических функций; выполнять расчеты изменения энтальпии, энтропии, энергии Гиббса и константы равновесия химических реакций по справочным и экспериментальным данным; анализировать влияние температуры, давления и состава фаз на равновесие металлургических процессов; использовать правило фаз Гиббса для анализа фазового состава и числа степеней свободы металлургических систем; применять законы Рауля, Генри и понятие активности компонентов при решении задач, связанных с

			растворами, металлическими и шлаковыми расплавами; определять кинетические параметры химических реакций, включая скорость реакции, константу скорости, порядок реакции и энергию активации; оценивать факторы, ограничивающие скорость металлургических процессов, и определять возможные лимитирующие стадии; использовать элементы математического анализа и моделирования для описания равновесных и неравновесных состояний систем металл–шлак–газ; обосновывать выбор технологических параметров металлургических процессов на основе термодинамического и кинетического анализа..

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), 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

Сессия / курс		***ИТОГО***	***2 сессия / 2 курс***	***3 сессия / 2 курс***
Форма промежуточной аттестации				*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***180***	*36*	*144*
	зачетных единиц	***5***	*1*	*4*
Лекции, *академ. час.*		***2***	*2*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*
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.*		***169***	*34*	*135*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*
Контроль, *академ. час.*		***9***	*0*	*9*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Химическая термодинамика (Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики. Энергия Гельмгольца. Энергия Гиббса. Химический потенциал. Закон действующих масс.Химическое сродство. Уравнение Вант-Гоффа. Принцип Ле Шателье);

Раздел 2 Фазовые равновесия (Фазовые переходы первого рода. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона. Правило фаз Гиббса);

Раздел 3 Термодинамика растворов (Парциальные величины. Законы Рауля и Генри. Совершенные растворы. Разбавленные растворы. Концентрированные растворы);

Раздел 4 Химическая кинетика (Кинетический закон действующих масс. Кинетические характеристики необратимых и обратимых реакций. Зависимость скорости реакции от температуры. Катализ).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лекций**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической**

			подготовки
Раздел 1.	Химическая термодинамика	0.5	
Раздел 2.	Фазовые равновесия	0.5	
Раздел 3.	Термодинамика растворов	0.5	
Раздел 4.	Химическая кинетика	0.5	
Итого:		**2**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы практических занятий (семинаров)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**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; 3. Контрольная работа; 4. Прохождение тестирования.	44	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала;	42	

	2. Изучение теоретического материала; 3. Контрольная работа; 4. Прохождение тестирования.		
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Контрольная работа; 4. Прохождение тестирования.	42	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Изучение теоретического материала; 3. Контрольная работа; 4. Прохождение тестирования.	41	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	9	
Итого:		**178**	**0**

10 Матрица компетентностных задач по учебной дисциплине

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Контролируемые компетенции	Оценочные средства
Раздел 1.	ОПК-1	1. Контрольная работа; 2. Тестовые задания
Раздел 2.	ОПК-1	1. Контрольная работа; 2. Тестовые задания
Раздел 3.	ОПК-1	1. Контрольная работа; 2. Тестовые задания
Раздел 4.	ОПК-1	1. Контрольная работа; 2. Тестовые задания
Экзамен.	ОПК-1	1. Экзамен на основе результатов текущего контроля

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 – 10 минут.

Тестирование проводится в течение первых двух недель изучения учебной дисциплины в СУО СибГИУ.

Для проведения тестирования используются 10 вопросов из перечня тестовых заданий для входного контроля (для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1 минута).

Шкала оценивания результатов тестирования

За каждый правильный ответ выставляется 1 балл. Оценка выставляется в зависимости от процента правильных ответов:

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

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

– 86 – 100 % – обучающийся готов к изучению учебной дисциплины без дополнительного повторения изученного ранее материала;

– 50 – 67 % – обучающийся в целом готов к изучению учебной дисциплины, требуется повторение отдельных вопросов(тем) изученного ранее материала, необходимого для успешного освоения учебной дисциплины;

– 49% и менее – 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 Рекомендации по оцениванию устных ответов обучающихся

С целью контроля и подготовки обучающихся к изучению новой темы в начале занятия лекционного типа (лекции) или в процессе проведения практических занятий (семинаров) педагогическим работником проводится индивидуальный или фронтальный устный опрос по содержанию материалов и выполненным заданиям предыдущего раздела (темы) или по вопросам решения и порядку выполнения действий для решения заданий.

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);

– 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).

Оценку «*зачтено*» получает обучающийся, если он при собеседовании обнаруживает знание и понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, в том числе и самостоятельно составленные; при ответе на вопросы излагает материал последовательно и правильно, полно и аргументировано отвечает по содержанию задания; рационально использует время, отведенное на ответ.

Оценку «*не зачтено*» получает обучающийся, который не рационально использует время, отведенное на ответ; обнаруживает незнание ответа на соответствующий вопрос; допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл; беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «*не зачтено*» отмечает такие недостатки в подготовке обучающегося, которые являются серьезным препятствием к успешному освоению последующего материала.

12.2 Рекомендации по оцениванию результатов тестирования обучающихся

Тестирование (бланковое или компьютерное с использованием СУО СибГИУ) проводится по изученным разделам (темам) учебной дисциплины для выявления уровня умений и знаний обучающегося, мотивирования обучающегося к активизации самостоятельной работы по усвоению учебного материала, выявления и устранения пробелов в знаниях, повышения дисциплины и организации учебной деятельности обучающегося.

Тестирование (бланковое или компьютерное с использованием СУО СибГИУ) проводится на практическом занятии или в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся. Перед тестированием обучающийся должен быть ознакомлен с правилами тестирования и критериями оценки. Длительность тестирования определяется количеством вопросов в тестовом задании (как правило, 10 – 20 вопросов из базы типовых тестовых заданий по изученным разделам (темам) учебной дисциплины): для ответа на 1 вопрос, как правило, выделяется 1-2 минуты.

При проведении текущего контроля в виде тестирования обучающемуся, как правило, предлагаются вопросы следующих типов:

– выбор только одного ответа. Обучающийся выбирает один из предложенных вариантов ответа. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл;

– выбор одного или нескольких ответов. Обучающийся вправе выбрать любое непустое множество ответов. За каждый правильный ответ обучающийся получает определенное количество баллов (суммарная оценка всех правильных ответов на вопрос – 1 балл). При выборе хотя бы одного неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов;

– введение «короткого ответа» или «числового ответа». Обучающийся должен однозначно сформулировать требуемый ответ. В случае ввода неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл;

– установление соответствия (ответ на каждый из нескольких вопросов должен быть выбран из списка возможных). Обучающемуся необходимо сопоставить друг другу несколько вариантов ответов. За каждый правильный ответ обучающийся получает 0,5 балла (итоговая оценка ответов на вопросы суммируется). При выборе хотя бы одного неправильного ответа обучающийся получает за данный блок вопросов 0 баллов;

– выбор пропущенных слов предполагает, что пропущенные слова в тексе заполняются с помощью выпадающего меню. В случае выбора неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл;

– «*перетаскивание на изображение*» (изображение или текст необходимо «перетащить» в зону на фоновом изображении), «*перетаскивание в текст*» (пропущенные слова в тексе заполняются с помощью перетаскивания) или «*перетаскивание маркеров*» (маркеры «перетаскиваются» на фоновое изображение). В случае хотя бы одного неправильного ответа обучающийся получает за данный вопрос 0 баллов; в случае правильного ответа – 1 балл.

Оценка формируется в соответствии с критериями таблицы:

Процент результативности (правильных ответов)	Оценка
86 до 100	«отлично»
от 67 до 85	«хорошо»
от 50 до 66	«удовлетворительно»
менее 50	«неудовлетворительно»

12.3 Рекомендации по оцениванию контрольной работы

Контрольная работа – это самостоятельная форма учебной деятельности обучающегося, которая осуществляется без непосредственного руководства и контроля со стороны педагогического работника, но по его поручению.

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 ответ, грамотно пользоваться специальной терминологией);

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

– использование при ответе требований нормативных документов, учебной литературы (обязательное условие);

– использование графических элементов с целью выделения особо значимой информации: таблиц, схем, рисунков и т.п.

Критерии оценки контрольной работы

Наименование параметра оценки	Оценка
Обучающийся выполнил задание в полном объёме; 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.	отлично

Наименование параметра оценки	Оценка
Обучающийся выполнил задание, удовлетворяющее тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает несколько незначительных ошибок.	хорошо
Обучающийся обнаруживает знание и понимание основных положений задания, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке ответа; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.	удовлетворительно
Обучающийся обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений или ответа в целом, 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.	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.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся включают: экзамен на основе результатов текущего контроля.

13.2 Оценивание обучающегося на экзамене

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

Оценка	Требования к знаниям
	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 данной учебной дисциплине.

Задания и вопросы для промежуточной аттестации обучающихся приведены в приложении.

14 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Луков, В.В. Физическая химия : учебник / Луков В. В., Морозов А. Н. – Ростов-на-Дону : Изд-во ЮФУ, 2018. – 238 с. – ISBN 978-5-9275-2976-6. – URL: https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785927529766.html (дата обращения: 05.03.2026);

2 Физическая химия : учебное пособие / В. И. Грызунов, И. Р. Кузеев, Е. В. Пояркова [и др.]. – 2-е изд., стер. – Москва : ФЛИНТА, 2014. – 250 с. – ISBN 978-5-9765-1963-3. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=461081 (дата обращения: 05.03.2026);

3 Волкова, О. В. Физическая химия : учебно-методическое пособие / О. В. Волкова. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2019. – 26 с. – URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564003 (дата обращения: 05.03.2026);

4 Физическая химия: расчетные работы. В 2 ч. Ч. 2 : учебное пособие для вузов / Е. И. Степановских, Т.В. Виноградова, Л.А. Брусницина [и др.]. — 2-е изд. — Москва : Юрайт, 2024. — 158 с. —

(Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07689-9. – URL: https://urait.ru/bcode/540220 (дата обращения: 05.03.2026);

5 Физическая химия. Курсовые работы : учебное пособие для вузов / Е. И. Степановских, Т.П. Больщикова, Л.А. Брусницина [и др.]. — Москва : Юрайт, 2024. — 185 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-05674-7. – URL: https://urait.ru/bcode/540387 (дата обращения: 05.03.2026).

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;
– 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 лабораторных работ, оснащенную калориметрами, термометрами Бекмана, средствами равновесного и кинетического контроля; учебную аудиторию 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):

доцент Шевченко Роман Алексеевич (кафедра металлургии черных металлов и химической технологии);

инженер Комарова (Федулова) Анна Валерьевна (кафедра металлургии черных металлов и химической технологии).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Согласована:
начальник сталеплавильного
отдела Управления по технологии
производства рельсового проката
технической дирекции по
производству
железнодорожного проката ПАО
«ЕВРАЗ», к.т.н. Д.В. Бойков



Приложение

1 Тестовые задания для входного контроля знаний обучающихся

Выберите один правильный ответ.

1 Какая из перечисленных величин является функцией состояния системы?
а) теплота;
б) работа;
в) внутренняя энергия;
г) путь процесса.

2 Единицей измерения температуры в системе СИ является:
а) градус Цельсия;
б) кельвин;
в) джоуль;
г) паскаль.

3 Первый закон термодинамики выражает закон сохранения:
а) массы;
б) импульса;
в) энергии;
г) заряда.

4 Какой процесс называется изотермическим?
а) протекающий при постоянном давлении;
б) протекающий при постоянном объеме;
в) протекающий при постоянной температуре;
г) протекающий без теплообмена.

5 Энтальпия системы обычно обозначается символом:
а) S;
б) H;
в) G;
г) A.

6 Энтропия является мерой:
а) массы вещества;
б) беспорядка системы и рассеяния энергии;
в) давления газа;
г) скорости реакции.

7 Для самопроизвольного протекания процесса при постоянных температуре и давлении изменение энергии Гиббса должно быть:
а) больше нуля;
б) равно нулю;
в) меньше нуля;
г) всегда положительным.

8 Состояние химического равновесия характеризуется тем, что:
а) реакция полностью прекращается;
б) скорости прямой и обратной реакций равны;
в) концентрации всех веществ равны между собой;
г) температура системы всегда равна 0 °C.

9 Согласно принципу Ле Шателье, при внешнем воздействии на равновесную систему равновесие смещается:
а) в сторону усиления внешнего воздействия;
б) в сторону ослабления внешнего воздействия;
в) только в сторону образования продуктов;
г) только в сторону образования исходных веществ.

10 Закон действующих масс устанавливает связь между скоростью реакции и:
а) цветом реагентов;
б) концентрациями реагирующих веществ;
в) массой сосуда;
г) плотностью твердого тела.

11 Мольная концентрация вещества измеряется в:
а) моль/л;
б) кг/м³;
в) Дж/моль;
г) Па·с.

12 Окисление – это процесс:
а) присоединения электронов;
б) отдачи электронов;
в) уменьшения степени окисления;
г) образования нейтрального атома из иона.

13 Восстановитель в окислительно-восстановительной реакции:
а) принимает электроны;
б) отдает электроны;
в) не изменяет степень окисления;
г) всегда является газом.

14 Какая из перечисленных реакций относится к окислению железа?
а) $FeO + C = Fe + CO$;
б) $Fe + 1/2O_2 = FeO$;
в) $CaCO_3 = CaO + CO_2$;
г) $H_2O = H_2 + 1/2O_2$.

15 Давление газа в системе СИ измеряется в:
а) ньютонах;

б) паскалях;
в) джоулях;
г) ваттах.

16 Уравнение состояния идеального газа имеет вид:
а) $PV = nRT$;
б) $Q = cm\Delta T$;
в) $F = ma$;
г) $A = Pt$.

17 Фаза – это:
а) любое химическое вещество;
б) часть системы, однородная по составу и свойствам и отделенная поверхностью раздела;
в) только твердое состояние вещества;
г) только жидкое состояние вещества.

18 Сколько фаз содержит система «лед – вода – водяной пар» при совместном существовании всех трех состояний?
а) одну;
б) две;
в) три;
г) четыре.

19 Раствор называется идеальным, если:
а) он состоит только из одного компонента;
б) его свойства подчиняются законам идеальных растворов, например закону Рауля;
в) он обязательно является твердым;
г) в нем отсутствуют молекулы растворителя.

20 Активность компонента раствора в термодинамике используют для учета:
а) только массы вещества;
б) отклонения поведения реального раствора от идеального;
в) цвета раствора;
г) формы сосуда.

21 Скорость химической реакции показывает:
а) изменение температуры за единицу времени;
б) изменение концентрации реагента или продукта за единицу времени;
в) изменение давления окружающей среды;
г) изменение массы сосуда.

22 При повышении температуры скорость большинства химических реакций:
а) уменьшается;

б) увеличивается;
в) не изменяется;
г) становится равной нулю.

23 Энергия активации – это:
а) энергия, выделяющаяся при охлаждении вещества;
б) минимальная энергия, необходимая частицам для протекания реакции;
в) энергия покоя тела;
г) энергия связи электронов в металле.

24 Катализатор – это вещество, которое:
а) изменяет скорость реакции, но не расходуется в суммарном процессе;
б) всегда полностью расходуется в реакции;
в) изменяет массу продуктов реакции;
г) делает любую реакцию невозможной.

25 Поверхностное натяжение связано с:
а) избытком энергии на поверхности раздела фаз;
б) массой всего раствора;
в) объемом газовой фазы;
г) скоростью вращения сосуда.

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

Раздел 1. Химическая термодинамика.

1 Что изучает химическая термодинамика и какое значение она имеет для анализа металлургических процессов?

2 Сформулируйте первый закон термодинамики и поясните его физический смысл.

3 Чем отличаются теплота и работа от функций состояния системы?

4 Что такое внутренняя энергия системы и от каких факторов она зависит?

5 Дайте определение энтальпии. В каких случаях использование энтальпии удобно при расчетах химических реакций?

6 Сформулируйте второй закон термодинамики. Как он связан с понятием энтропии?

7 Что характеризует изменение энергии Гиббса химической реакции?

8 При каких условиях химическая реакция может протекать самопроизвольно?

9 Что такое химический потенциал компонента системы?

10 Как связаны константа равновесия химической реакции и изменение стандартной энергии Гиббса?

Раздел 2. Фазовые равновесия

1 Что называется фазой, компонентом и степенью свободы термодинамической системы?

2 Сформулируйте правило фаз Гиббса и поясните физический смысл входящих в него величин.

3 Как определить число степеней свободы равновесной системы?

4 Что такое фазовый переход первого рода? Приведите примеры таких переходов.

5 Какие термодинамические величины изменяются скачкообразно при фазовом переходе первого рода?

6 В чем состоит физический смысл уравнения Клаузиуса–Клапейрона?

7 Как температура влияет на давление насыщенного пара жидкости?

8 Что такое диаграмма состояния и для чего она используется в металлургии?

9 Как правило фаз Гиббса применяется при анализе металлургических систем?

10 Почему фазовые равновесия необходимо учитывать при выборе температурных режимов металлургических процессов?

Раздел 3. Термодинамика растворов.

1 Что называется раствором с термодинамической точки зрения?

2 Какие растворы называют идеальными?

3 Сформулируйте закон Рауля и укажите область его применения.

4 Сформулируйте закон Генри и поясните, для каких растворов он используется.

5 Что такое активность компонента раствора?

6 Чем активность отличается от концентрации компонента?

7 Что такое коэффициент активности и что он характеризует?

8 Какие растворы называют разбавленными?

9 В чем особенности термодинамического описания концентрированных растворов?

10 Почему учет активности компонентов особенно важен при анализе систем металл–шлак–газ?

Раздел 4. Химическая кинетика.

11 Что изучает химическая кинетика?

12 Что называется скоростью химической реакции?

13 Какие факторы влияют на скорость химической реакции?

14 Сформулируйте кинетический закон действующих масс.

15 Что такое порядок реакции?

16 Чем отличается молекулярность реакции от порядка реакции?

17 Как определить константу скорости химической реакции?

18 Как температура влияет на скорость химической реакции?

19 Что такое энергия активации и как она влияет на скорость реакции?

20 В чем заключается действие катализатора на химическую реакцию?

3 Тестирование по результатам освоения теоретического материала и самостоятельной работы

Тестирование проводится для определения степени усвоения материалов лекций, а также выполнения самостоятельной работы в рамках часов, отведенных на самостоятельную работу обучающихся, в СУО
СибГИУ.

Перечень вопросов для тестирования:

1 Вставьте пропущенное слово.

Первый закон термодинамики является частным выражением закона сохранения _____.

а) массы;

б) энергии;

в) импульса;

г) объема.

2 Вставьте пропущенное слово.

Функция состояния, равная сумме внутренней энергии системы и произведения давления на объем, называется _____.

а) энтропией;

б) энтальпией;

в) активностью;

г) концентрацией.

3 Вставьте пропущенное слово.

При постоянных температуре и давлении критерием самопроизвольного протекания процесса является изменение энергии _____.

а) Гиббса;

б) Гельмгольца;

в) активации;

г) ионизации.

4 Вставьте пропущенное слово.

Состояние системы, при котором скорости прямой и обратной реакций равны, называется химическим _____.

а) превращением;

б) равновесием;

в) окислением;

г) восстановлением.

5 Выберите один правильный ответ.

Какая величина не является функцией состояния?

а) энтальпия;

б) внутренняя энергия;

в) энтропия;

г) теплота.

6 Выберите один правильный ответ.

Связь стандартного изменения энергии Гиббса реакции с константой равновесия выражается уравнением:

а) $\Delta G^\circ = -RT\ln K$;

б) $\Delta G^\circ = RTK$;

в) $\Delta G^\circ = C_p T$;

г) $\Delta G^\circ = pV$.

7 Выберите один правильный ответ.

Для самопроизвольного протекания процесса при постоянных температуре и давлении должно выполняться условие:

а) $\Delta G > 0$;

б) $\Delta G = 0$;

в) $\Delta G < 0$;

г) $\Delta G = \Delta H$.

8 Выберите несколько правильных ответов.

К основным термодинамическим функциям относятся:

а) внутренняя энергия;

б) энтальпия;

в) энергия Гиббса;
г) скорость реакции.

9 Выберите несколько правильных ответов.
На положение химического равновесия могут влиять:
а) температура;
б) давление;
в) концентрация реагентов;
г) цвет реакционного сосуда.

10 Выберите несколько правильных ответов.
Для анализа металлургических процессов с позиций химической термодинамики используют:
а) изменение энергии Гиббса;
б) константу равновесия;
в) химический потенциал;
г) порядковый номер аудитории.

11 Вставьте пропущенное слово.
Однородная часть системы, отделенная от других частей поверхностью раздела, называется _____.
а) компонентом;
б) фазой;
в) степенью свободы;
г) раствором.

12 Вставьте пропущенное слово.
Число независимых параметров, которые можно изменять без нарушения фазового равновесия, называется числом степеней _____.
а) свободы;
б) окисления;
в) диссоциации;
г) растворимости.

13 Вставьте пропущенное слово.
Фазовый переход первого рода сопровождается поглощением или выделением скрытой _____.
а) массы;
б) теплоты;
в) плотности;
г) скорости.

14 Выберите один правильный ответ.

Правило фаз Гиббса для равновесной системы без химических реакций имеет вид:

а) $C = K – Ф + 2$;

б) $C = K + Ф + 2$;

в) $C = Ф – K + 2$;

г) $C = KФ + 2$.

15 Выберите один правильный ответ.

В тройной точке однокомпонентной системы число степеней свободы равно:

а) нулю;

б) единице;

в) двум;

г) трем.

16 Выберите один правильный ответ.

Уравнение Клаузиуса–Клапейрона применяют для описания:

а) зависимости давления насыщенного пара от температуры;

б) зависимости скорости реакции от концентрации;

в) зависимости активности от состава раствора;

г) зависимости поверхностного натяжения от площади.

17 Выберите один правильный ответ.

При повышении температуры давление насыщенного пара жидкости обычно:

а) уменьшается;

б) не изменяется;

в) увеличивается;

г) становится равным нулю.

18 Выберите несколько правильных ответов.

К фазовым переходам первого рода относятся:

а) плавление;

б) кристаллизация;

в) испарение;

г) упругая деформация.

19 Выберите несколько правильных ответов.

Диаграммы состояния в металлургии позволяют определить:

а) фазовый состав системы;

б) температуры фазовых превращений;

в) области существования фаз;

г) номер плавильного агрегата.

20 Выберите несколько правильных ответов.

При анализе фазовых равновесий используют следующие понятия:
а) фаза;
б) компонент;
в) степень свободы;
г) энергия активации.

21 Вставьте пропущенное слово.
Раствор, свойства которого подчиняются закону Рауля во всем диапазоне концентраций, называется _____.
а) идеальным;
б) насыщенным;
в) пересыщенным;
г) гетерогенным.

22 Вставьте пропущенное слово.
Эффективная концентрация компонента в реальном растворе называется _____.
а) активностью;
б) плотностью;
в) вязкостью;
г) теплоемкостью.

23 Вставьте пропущенное слово.
Величина, характеризующая отклонение реального раствора от идеального поведения, называется коэффициентом _____.
а) диффузии;
б) активности;
в) теплопроводности;
г) сжатия.

24 Выберите один правильный ответ.
Закон Рауля устанавливает связь между:
а) парциальным давлением пара компонента и его мольной долей в растворе;
б) скоростью реакции и концентрацией реагента;
в) поверхностным натяжением и площадью поверхности;
г) давлением газа и его объемом.

25 Выберите один правильный ответ.
Закон Генри преимущественно применяют для описания:
а) растворенного вещества в разбавленных растворах;
б) чистого твердого вещества;
в) идеального газа в вакууме;
г) кристаллов при плавлении.

26 Выберите один правильный ответ.

Связь активности компонента с его мольной долей в простейшем виде записывается как:

а) $a = \gamma x$;

б) $a = pV$;

в) $a = RT$;

г) $a = mV$.

27 Выберите несколько правильных ответов.

Для описания термодинамики растворов применяют следующие величины:

а) активность;

б) коэффициент активности;

в) мольная доля;

г) ускорение свободного падения.

28 Выберите несколько правильных ответов.

Идеальный раствор характеризуется тем, что:

а) компоненты подчиняются закону Рауля;

б) взаимодействия между разнородными и однородными частицами близки по характеру;

в) коэффициент активности близок к единице;

г) раствор не содержит молекул растворителя.

29 Выберите несколько правильных ответов.

В металлургических системах учет активности компонентов важен при анализе:

а) равновесия металл–шлак;

б) равновесия металл–газ;

в) раскисления и рафинирования металла;

г) окраски лабораторной посуды.

30. Выберите несколько правильных ответов.

К причинам отклонения реальных растворов от идеального поведения относятся:

а) различие в природе межчастичных взаимодействий;

б) различие размеров частиц;

в) изменение состава раствора;

г) номер учебной группы.

31 Вставьте пропущенное слово.

Раздел физической химии, изучающий скорость и механизм химических реакций, называется химической _____.

а) термодинамикой;

б) кинетикой;

в) кристаллографией;
г) механикой.

32 Вставьте пропущенное слово.

Изменение концентрации реагента или продукта реакции за единицу времени называется _____ химической реакции.

а) скоростью;
б) энтальпией;
в) активностью;
г) теплотой.

33 Вставьте пропущенное слово.

Минимальная энергия, необходимая частицам для осуществления химической реакции, называется энергией _____.

а) активации;
б) Гиббса;
в) кристаллизации;
г) растворения.

34 Вставьте пропущенное слово.

Вещество, изменяющее скорость реакции, но не расходующееся в суммарном процессе, называется _____.

а) реагентом;
б) продуктом;
в) катализатором;
г) растворителем.

35 Выберите один правильный ответ.

Кинетический закон действующих масс связывает скорость реакции с:

а) концентрациями реагирующих веществ;
б) массой лабораторной установки;
в) цветом раствора;
г) формой реакционного сосуда.

36 Выберите один правильный ответ.

Порядок реакции определяется:

а) суммой показателей степеней концентраций в кинетическом уравнении;
б) числом фаз в системе;
в) числом компонентов раствора;
г) температурой кипения вещества.

37 Выберите один правильный ответ.

Уравнение Аррениуса описывает зависимость:

а) константы скорости реакции от температуры;
б) давления насыщенного пара от температуры;
в) активности компонента от состава раствора;
г) энтальпии от давления.

38 Выберите несколько правильных ответов.
На скорость химической реакции влияют:
а) концентрация реагентов;
б) температура;
в) наличие катализатора;
г) цвет стен лаборатории.

39 Выберите несколько правильных ответов.
Для обратимой реакции в состоянии химического равновесия справедливо, что:
а) скорость прямой реакции равна скорости обратной реакции;
б) концентрации веществ со временем не изменяются;
в) реакция протекает в прямом и обратном направлениях;
г) скорость прямой реакции обязательно равна нулю.

40 Выберите несколько правильных ответов.
Катализатор может:
а) изменять путь протекания реакции;
б) снижать энергию активации;
в) изменять скорость достижения равновесия;
г) изменять закон сохранения массы.

41 Вставьте пропущенное слово.
Явления, протекающие на границе раздела фаз, называются _____.
а) поверхностными;
б) объемными;
в) механическими;
г) электрическими.

42 Вставьте пропущенное слово.
Накопление вещества на поверхности раздела фаз называется _____.
а) адсорбцией;
б) десорбцией;
в) диффузией;
г) конденсацией.

43 Вставьте пропущенное слово.

Образование кристаллов в объеме переохлажденной фазы без участия посторонней поверхности называется _____ кристаллизацией.

а) гомогенной;
б) гетерогенной;
в) поверхностной;
г) механической.

44 Выберите один правильный ответ.
Поверхностное натяжение можно рассматривать как:
а) работу образования единицы поверхности;
б) массу единицы объема;
в) температуру фазового перехода;
г) скорость химической реакции.

45 Выберите один правильный ответ.
При увеличении температуры поверхностное натяжение жидкости обычно:
а) уменьшается;
б) увеличивается;
в) остается неизменным;
г) становится бесконечно большим.

46 Выберите один правильный ответ.
Адсорбентом называют:
а) вещество, на поверхности которого происходит адсорбция;
б) вещество, которое полностью испаряется;
в) растворитель в идеальном растворе;
г) продукт фазового перехода.

47 Выберите один правильный ответ.
Для образования устойчивого зародыша новой фазы необходимо:
а) достижение критического размера зародыша;
б) полное отсутствие поверхностной энергии;
в) нулевая температура системы;
г) отсутствие межфазной границы.

48 Выберите несколько правильных ответов.
К поверхностным явлениям относятся:
а) адсорбция;
б) смачивание;
в) капиллярные явления;
г) равномерное движение тела по прямой.

49 Выберите несколько правильных ответов.

Поверхностная энергия зависит от:
а) природы контактирующих фаз;
б) температуры;
в) площади поверхности раздела;
г) номера лабораторной работы.

50. Выберите несколько правильных ответов.
В металлургии поверхностные явления важны при анализе:
а) взаимодействия металла и шлака;
б) удаления неметаллических включений;
в) процессов кристаллизации металла;
г) расписания занятий.

4 Задания (вопросы) к экзамену для промежуточной аттестации обучающихся

Промежуточная аттестация производиться на основе текущего контроля успеваемости при условии выполнения всех заданий в семестре, предусмотренных рабочей программой дисциплины.