

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой

Кафедра физической и
неорганической химии
(ФиНХ_ХМФ)

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий ОП ВО

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

Кафедра физической и
неорганической химии
(ФиНХ_ХМФ)

наименование кафедры

Денисова Любовь тимофеевна

подпись, инициалы, фамилия

«___» _____ 20__ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЦИКЛ
ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЯ И
ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ
ТЕРМОДИНАМИКА**

Дисциплина Б1.В.02.04 ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ ЦИКЛ
Фазовые равновесия и геометрическая термодинамика

Направление подготовки /
специальность _____

Направленность
(профиль) _____

Форма обучения очная

Год набора 2019

Красноярск 2021

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования с учетом профессиональных стандартов по укрупненной группе

040000 «ХИМИЯ»

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

04.03.01 Химия профиль подготовки 04.03.01.32 Физическая химия

Программу
составили

док. хим. наук, профессор-консультант, Денисов
Виктор Михайлович; канд. хим. наук, доцент,
Денисова Любовь Тимофеевна

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель преподавания дисциплины

Цель преподавания дисциплины - получение обучающимися углубленных знаний о термодинамическом подходе описания взаимодействия веществ и их фазовых превращениях, что даст возможность целенаправленно регулировать многие технологические процессы, в том числе такие, как создание новых материалов с заданными свойствами, совершенствование в экологическом и физико-химическом плане уже существующих технологий.

1.2 Задачи изучения дисциплины

Основными задачами изучения дисциплины является формирование творческого мышления, объединение фундаментальных знаний основных законов физической химии и методов проведения физико-химических исследований, с последующей обработкой и анализом результатов.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

УК-8:Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций

ПК-4:Способен использовать современные экспериментальные методы для установления структуры и исследования физико-химических свойств полифункциональных материалов под руководством специалиста более высокой квалификации
--

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина "Фазовые равновесия и геометрическая термодинамика" является дисциплиной специализации и входит в вариативную часть учебного плана.

Для успешного изучения данного предмета необходимо изучить следующие дисциплины:

Химическая термодинамика

Физика твердого тела

Общая и неорганическая химия

Физика

Материал изученный в дисциплине "Фазовые равновесия и геометрическая термодинамика" необходим для освоения:

Химическая технология

Химическое материаловедение

Экспериментальные методы химической термодинамики
выполнения научно-исследовательской, выпускной
квалификационной работ.

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины Русский.

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		7
Общая трудоемкость дисциплины	4 (144)	4 (144)
Контактная работа с преподавателем:	2 (72)	2 (72)
занятия лекционного типа	0,5 (18)	0,5 (18)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	0,5 (18)	0,5 (18)
практикумы		
лабораторные работы	1 (36)	1 (36)
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
Самостоятельная работа обучающихся:	1 (36)	1 (36)
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
Промежуточная аттестация (Экзамен)	1 (36)	1 (36)

3 Содержание дисциплины (модуля)

3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	фазовые диаграммы состояния	14	14	36	20	
2	Геометрическая термодинамика	4	4	0	16	
Всего		18	18	36	36	

3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Введение. Цель и задачи курса, его связь со смежными дисциплинами. Основные понятия, используемые при изучении фазовых равновесий. Основные понятия: фазовая диаграмма, вертикаль состава, фигуративная точка, изотермическое (изобарическое) сечение, кривые солидуса и ликвидуса, коннода. Правило фаз Гиббса.	2	0	0

2	1	<p>Бинарные диаграммы. Основные принципы построения бинарных диаграмм.</p> <p>Диаграммы фазового равновесия (диаграммы состояния). Т-Х-диаграммы состояния двухкомпонентных систем. Правила построения фазовых диаграмм в координатах Т –х. Элементы строения диаграмм состояния двухкомпонентных систем. Правило рычага и его применение.</p>	2	2	0
3	1	<p>Бинарные диаграммы состояния с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и твердом состояниях.</p> <p>Диаграммы с неограниченной растворимостью компонентов в жидком и твердом состояниях.</p> <p>Диаграммы состояния двухкомпонентных систем с ограниченной растворимостью компонентов. Переход от неограниченной растворимости к ограниченной. Правила определения путей кристаллизации в двухкомпонентных системах с образованием твердых растворов.</p> <p>Коэффициенты распределения. Равновесный коэффициент распределения.</p>	2	0	0

4	1	<p>Эвтектические диаграммы состояния</p> <p>Диаграммы состояния с эвтектическим превращением.</p> <p>Диаграммы состояния с вырожденной эвтектикой. Правила определения путей кристаллизации и путей плавления в двухкомпонентной системе с эвтектикой.</p> <p>Треугольник Таммана.</p>	2	1	0
5	1	<p>Бинарные диаграммы состояния с химическими соединениями.</p> <p>Диаграммы состояния с химическими соединениями.</p> <p>Конгруэнтно и инконгруэнтно плавящиеся соединения.</p> <p>Соединения, образующиеся или разлагающиеся при изменении температуры в твердом состоянии.</p> <p>Правила определения путей кристаллизации в системах с химическими соединениями.</p> <p>Соединения, образующие узкие области гомогенности.</p> <p>Диаграммы состояния с перитектическим превращением.</p> <p>Перитектическое превращение.</p>	2	1	0
6	1	<p>Р-Т-Х-диаграммы.</p> <p>Влияние давления на фазовые равновесия в бинарной системе, содержащей летучий компонент. Построение Р-Т-Х-диаграмм.</p>	2	1	0

7	1	<p>Многокомпонентные фазовые диаграммы Трех- и четырехкомпонентные системы. Общая характеристика трехкомпонентных систем. Способы выражения состава трехкомпонентных систем: способ Гиббса, способ Розебома, правило трех отрезков. Т-Х-диаграммы состояния трех- и четырехкомпонентных систем. Критическая точка взаимной растворимости. Гетерогенные равновесия в трехкомпонентных системах с двумя двойными соединениями.</p>	2	1	0
---	---	--	---	---	---

8	2	<p>Термодинамический анализ и геометрическая термодинамика. Термодинамический анализ гетерогенных равновесий. Зависимость энергии Гиббса от температуры и давления. Зависимость энергии Гиббса от состава двухкомпонентной системы. Обоснование основных типов диаграмм состояния двухкомпонентных систем методом геометрической термодинамики. Построение и анализ диаграмм состояния с неограниченной растворимостью по данным об изменении термодинамического потенциала. Равновесное состояния фазы.</p>	2	0	0
9	2	<p>Термодинамические характеристики растворов. Построение диаграмм состояния с простой эвтектикой. Уравнение кривой ликвидуса при постоянном давлении. Анализ уравнения Шредера - Ле-Шателье. Линии ликвидуса при кристаллизации твердых растворов неограниченного состава. Расчет диаграмм состояния по термодинамическим данным.</p>	2	0	0
Итого			18	6	0

3.3 Занятия семинарского типа

			Объем в акад. часах		
--	--	--	---------------------	--	--

			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	<p>Диаграммы однокомпонентных систем. Ограничения на взаимное расположение линий стабильного равновесия вблизи тройной точки, вытекающие из возможности метастабильных равновесий. Температуры плавления стабильных и метастабильных фаз. Диаграмма воды, серы.</p>	2	0	0
2	1	<p>Экспериментальное изучение фазовых диаграмм Термический анализ, дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК): прямое измерение энтальпий фазовых превращений в системе, прямое измерение теплосодержания системы как функции температуры и определение зависимости теплоемкости от температуры, экспериментальное построение диаграмм фазовых равновесий. Построение кривых охлаждения, пути кристаллизации.</p>	2	0	0
3	1	<p>Правило рычага (решение задач). Выдача задания к "профессорской задаче".</p>	2	0	0
4	1	<p>Защита "профессорской задачи"</p>	2	0	0

5	1	Роль диаграмм состояния. Роль диаграммы состояния при выборе условий кристаллизации и термической обработки. Защита профессорской задачи.	4	0	0
6	1	Определение концентрации компонентов в многокомпонентных системах (решение задач). Защита "профессорской задачи"	2	0	0
7	2	Построение и анализ диаграмм состояния с неограниченной растворимостью по данным об изменении термодинамического потенциала. Защита "профессорской задачи".	2	0	0
8	2	Расчет термодинамических характеристик жидкого сплава на основании фазовой диаграммы. Защита "профессорской задачи".	2	0	0
Всего			18	0	0

3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Построение диаграммы двухкомпонентной системы методом термического анализа	12	0	0
2	1	Построение бинарной металлической диаграммы состояния методом ДСК	12	0	0
3	1	Изучение равновесия жидкость-жидкость в трехкомпонентной системе с одной областью расслоения.	12	0	0
Всего			36	0	0

4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Денисова Л. Т., Денисов В. М.	Избранные главы физической химии. Фазовые равновесия: учеб.-метод. пособие [для студентов спец. 020100.62 «Химия», 020101.65 «Химия», 020201.65 «Фундаментальная и прикладная химия»]	Красноярск: СФУ, 2012

5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Краснов К. С., Воробьев Н. К., Годнев И. Н., Краснов К. С.	Физическая химия: Кн. 1. Строение вещества. Термодинамика: в 2-х кн. : [учебник для вузов]	Москва: Высшая школа, 1995
Л1.2	Бычковский Р. В., Вигдорович В. Н., Дутчак Я. И., Ухлинов Г. А.	Основы учения о фазах и диаграммы состояния: учебно-методическое пособие	Львов: Издательство при Львовском государственном университете издательского объединения "Вища школа", 1976
Л1.3	Зимон А. Д.	Физическая химия: учебник для технологических специальностей вузов	Москва: Агар, 2003
Л1.4	Левинский Ю. В., Лебедев М. П.	Р-Т-х-диаграммы состояния двойных металлических систем: методы расчета и построения	Москва: Научный мир, 2014
Л1.5	Белов Н.А.	Диаграммы состояния тройных и четвертных систем: учебное пособие для вузов.; рекомендовано УМО по образованию в области металлургии	М.: МИСИС, 2007
6.2. Дополнительная литература			

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Белоусова Н. В., Бахвалова И. П., Антонова Л. Т.	Диаграммы состояния: Ч. 1. Общие положения и определения: методические указания к курсу "Материаловедение полупроводников и диэлектриков". Курс 5, семестр 10	Красноярск: РИО КрасГУ, 1999
Л2.2	Акад. наук СССР, Ин-т металлургии им. А. А. Байкова	Диаграммы состояния металлических систем. Термодинамические расчеты и экспериментальные методы: [сборник]	Москва: Наука, 1981
Л2.3	Лякишев Н. П.	Диаграммы состояния двойных металлических систем: Т. 1: справочник : в 3-х т.	Москва: Машиностроени е, 1996
Л2.4	Лякишев Н. П.	Диаграммы состояния двойных металлических систем: Т. 3: справочник : в 3-х т.	Москва: Машиностроени е, 2001
Л2.5	Лякишев Н. П.	Диаграммы состояния двойных металлических систем: Т. 3: справочник : в 3-х т.	Москва: Машиностроени е, 2001
Л2.6	Акад. наук СССР, Ин-т металлургии им. А. А. Байкова	Диаграммы состояния металлических систем: [сборник]	Москва: Наука, 1971
Л2.7	Левинский Ю. В.	p-T-x-Диаграммы состояния двойных металлических систем: Кн. 1: справочник : в 2-х кн.	Москва: Металлургия, 1990
Л2.8		Диаграммы состояния металлических систем. Термодинамические расчеты и экспериментальные методы	Москва: Наука, 1981

6.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л3.1	Денисова Л. Т., Денисов В. М.	Избранные главы физической химии. Фазовые равновесия: учеб.-метод. пособие [для студентов спец. 020100.62 «Химия», 020101.65 «Химия», 020201.65 «Фундаментальная и прикладная химия»]	Красноярск: СФУ, 2012

7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Э1	Избранные главы физической химии. Фазовые равновесия [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие [для студентов спец. 020100.62 «Химия», 020101.65 «Химия», 020201.65 «Фундаментальная и прикладная химия»] / Сиб. федерал. ун-т ; сост.: Л.	http://lib3.sfu-kras.ru/ft/lib2/elib/b22/i-387449.pdf
----	--	---

8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Лекции по дисциплине носят установочный характер, проходят в виде лекций – семинаров. Помимо основного лекционного материала происходит разбор-защита профессорской задачи. Причем задание выдается, основываясь на тематике научного исследования студента.

На лабораторных занятиях студенты осваивают основные приемы проведения физико-химического эксперимента, работы на уникальном оборудовании, правила обработки результатов, закрепляют навыки, приобретенные на лекционных и практических занятиях. Целью лабораторных занятий является более глубокое осознание студентами физико-химических явлений и законов.

Выполнение лабораторной работы предусматривает исполнение нескольких этапов:

1. Подготовка к лабораторной работе, т.е. теоретическая проработка материала, предварительное оформление в лабораторном журнале (принципиальная схема установки, таблицы для записи результатов и т.д.), ознакомление с методикой эксперимента и приборами;

2. Пробоподготовка и непосредственное выполнение работы;

3. Подготовка работы к защите: проведение необходимых расчетов, запись результатов в журнал, оформление.

Защита работы предусматривает успешное выполнение эксперимента, оформление отчета, ответы на контрольные вопросы. При защите теоретической части студент должен свободно ориентироваться в тех изучаемых явлениях, которые представлены в работе, уметь выводить используемые в работе формулы, понимать их физический смысл.

Самостоятельная работа студентов предусматривает:

1. Проработку и закрепление лекционного материала, самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;

2. Решение профессорской задачи (каждому студенту выдается для разбора конкретная бинарная диаграмма состояния).

На самостоятельное изучение дополнительного теоретического материала выносятся следующие темы:

1. Способы выражения концентрации (раздел 1).

2. Типы твердых растворов (раздел 1).

3. Методы и принципиальные возможности очистки кристаллизацией (раздел 1).

4. Способы выражения состава трехкомпонентных систем (раздел 1)

5. Характеристические функции, экстенсивные и интенсивные величины (раздел 2).

6. Функции смешения бинарных систем (раздел 2).

Вопросы, вынесенные на защиту профессорской задачи:

1. Дать название диаграммы;

2. Обозначить все области диаграммы, указав, какие составляющие и в каком фазовом состоянии присутствуют в системе;

3. Для трех, произвольно выбранных фигуративных точек определить число степеней свободы и указать количество и вид фаз;

4. Показать схематично кривые охлаждения для составов, соответствующих фигуративным точкам, указанным преподавателем;

5. Доказать существование области гомогенности (если отсутствует данная область на заданной диаграмме, то разобрать теоретически);

6. Построить по кривым кристаллизации определенную область диаграммы;

7. Оценить коэффициенты распределения.

Защита профессорской задачи происходит во время защиты лабораторных работ.

9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

9.1 Перечень необходимого программного обеспечения

9.1.1	MS Power point
9.1.2	MS Internet explorer
9.1.3	Adobe Reader
9.1.4	Microsoft Office Excel

9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

9.2.1	http://bik.sfu-kras.ru/ (электронная библиотека СФУ)
9.2.2	http://www.msu.ru/libraries/ (электронная библиотека МГУ)
9.2.3	http://libra.nsu.ru/ (электронная библиотека НГУ)
9.2.4	eLIBRARY.RU (НЭБ - Научная электронная библиотека)
9.2.5	ScienceDirect (Elsevier) - естественные науки, техника, медицина и общественные науки.
9.2.6	Scopus - база данных рефератов и цитирования.
9.2.7	http://www.metallurgy.nist.gov/phase/ Phase Diagrams & Computational Thermodynamics.

10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Технические средства обучения (мультимедийный проектор, интерактивная доска, ПЭВМ).

Учебно-лабораторный комплекс «Химия» (ТПУ, г.Томск), включающий в себя термостат калориметр, универсальный контроллер, установка термического анализа, термодатчик, вкладыш теплоизолирующий для стакана, устройство выгрузки соли и раствора, магнитная мешалка.

Весы лабораторные XR4002S Mettler Toledo

Рефрактометр Аббе лабораторный ИРФ-454Б2М