

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физический факультет



С.Н. Филимонов

2021 г.

Рабочая программа дисциплины

ТЕРМОДИНАМИКА МАТЕРИАЛОВ

по направлению подготовки

03.03.02 – Физика

Профиль подготовки

«Фундаментальная физика»

Форма обучения

Очная

Квалификация

Бакалавр

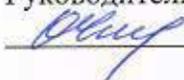
Год приема

2021

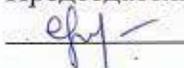
Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.01.06.04

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

 О.Н. Чайковская

Председатель УМК

 О.М. Сюсина

Томск – 2021

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-2 – способность проводить научные исследования физических объектов, систем и процессов, обрабатывать и представлять экспериментальные данные;

ПК-1 – способность проводить научные исследования в выбранной области с использованием современных экспериментальных и теоретических методов, а также информационных технологий.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-2.2. Анализирует и интерпретирует экспериментальные и теоретические данные, полученные в ходе научного исследования, обобщает полученные результаты, формулирует научно обоснованные выводы по результатам исследования

ИПК-1.1. Собирает и анализирует научно-техническую информацию по теме исследования, обобщает научные данные в соответствии с задачами исследования.

2. Задачи освоения дисциплины

– Получить углубленные представления об условиях термодинамического равновесия фаз и о принципах построения фазовых диаграмм.

– Научиться применять понятийный и математический аппарат термодинамики для анализа термодинамических свойств материалов и возможных фазовых равновесий в многокомпонентных системах.

3. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Семестр 5, зачет с оценкой.

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по дисциплинам модулей: «Общая физика», «Высшая математика».

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 часов, из которых:

– лекции: 16 ч.;

– практические занятия: 16 ч.;

в том числе практическая подготовка: 8 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам

Тема 1. Термодинамические переменные и термодинамические функции.

Независимые термодинамические переменные. Характеристические функции состояния. Характеристические функции состояния открытых систем. Химический потенциал. Химические реакции. Закон сохранения количеств независимых компонентов. Свойства теплот реакций.

Тема 2. Термодинамика конденсированных веществ.

Уравнение состояния однокомпонентного конденсированного вещества. Влияние температуры и давления на термодинамические функции конденсированного вещества. Конфигурационное приближение в решеточной модели твердого раствора. Энергия смешения. Энтропия смешения. Коэффициенты активности регулярного твердого раствора.

Тема 3. Условия равновесия фаз.

Общие условия термодинамического равновесия. Условие равновесия по Гиббсу. Частные условия равновесия в однокомпонентной двухфазной системе. Правило фаз Гиббса. Термическое и механическое условия устойчивости равновесия термодинамических систем. Метастабильное состояние и равновесие на искривленной поверхности раздела фаз. Уравнение Гиббса – Томсона.

Тема 4. Принципы построения фазовых Т-с диаграмм.

Равновесие фаз в однокомпонентной системе. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса. Равновесие двух фаз в двухкомпонентной системе. Зависимость потенциала Гиббса идеального раствора от состава. Правило конноды. Фазовая диаграмма двухкомпонентной системы с неограниченной растворимостью. Уравнения солидуса и ликвидуса. Фазовая диаграмма с азеотропной точкой. Фазовая диаграмма однофазной системы с ограниченной растворимостью. Распад однородного раствора. Равновесие трех фаз в двухкомпонентной системе. Эвтектическое и перитектическое равновесия. Равновесие в двухкомпонентной системе с промежуточным соединением. Диаграммы с конгруэнтно и инконгруэнтно плавящимися промежуточными фазами. Фазовые диаграммы трехкомпонентных систем.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, тестов по лекционному материалу, выполнения домашних заданий и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Зачет с оценкой проводится в устной форме по билетам, содержащим теоретические вопросы, предполагающие развернутый ответ и проверяющие ИОПК-2.2 и контрольным вопросам по материалу курса, требующие краткий ответ и проверяющим ИПК-1.1.

Примеры теоретических вопросов в билете:

1. Вопрос. Термодинамическая система с переменным числом частиц. Химический потенциал.

2. Вопрос. Фазовая диаграмма двухкомпонентной системы с неограниченной растворимостью.

Примеры контрольных вопросов:

1. Вопрос. Сформулируйте условия равновесия по Гиббсу.

2. Вопрос. Запишите уравнение Гиббса-Томсона.

3. Вопрос. Изобразите фазовую Т-с диаграмму для непрерывных бинарных растворов.

4. Вопрос. Запишите уравнение Клапейрона-Клаузиуса.

5. Вопрос. Какое равновесие называется эвтектическим? Изобразите фазовую Т-с диаграмму эвтектического типа.

Результаты зачета с оценкой определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Промежуточная аттестация (контрольная точка) предполагает посещаемость более половины лекций, ответы на вопросы тестов и выполнение не менее половины домашних заданий.

Оценка «отлично» ставится, если студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, способен самостоятельно принимать и обосновывать решения, оценивать их эффективность. Оценка «хорошо» ставится, если студент твердо знает материал, грамотно излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает не критичные неточности в ответе. Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент, показывает фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно точно формулирует базовые понятия. Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент не знает большей части основного содержания дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины.

11. Учебно-методическое обеспечение

- а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - [Курс: Термодинамика материалов 3 курс \(ФФ.Б.1 сем.\) \(tsu.ru\)](#)
- б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

- а) основная литература:
 - Пригожин И., Кондепуди Д. Современная термодинамика. От тепловых двигателей до диссипативных структур. М.: Мир, 2002. – 461 с.
 - Горелик С.С., Дашевский М.Я. Материаловедение полупроводников и диэлектриков. М.: МИСиС, 2003. – 480 с.
 - Захаров А.М. Диаграммы состояния двойных и тройных систем. М.: Metallurgy, 1978. – 292 с.
 - Глазов В.М. Павлова Л.М. Химическая термодинамика и фазовые равновесия. М.: Metallurgy, 1981. – 336 с.
- б) дополнительная литература:
 - Новиков И.И. Термодинамика. Издательство "Лань", 2021. – 592 с.
 - Фазовые равновесия в двухкомпонентных системах: учебное пособие / Е. Б. Ильина, Н. М. Хохлачёва, Н. Ф. Истомина, Е. Е. Марейчева; под ред. П. Г. Бабаевского. — Москва: ИНФРА-М, 2019. — 130 с.
 - Черепанова В. К. Физика фазовых превращений. В 2 ч. Часть I. Термодинамика фазовых равновесий: Учебно-методическое пособие. Изд-во Новосибирский государственный технический университет, 2019. – 31 с.

13. Перечень информационных технологий

- а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:
 - Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office On-eNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);
 - публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).
- б) информационные справочные системы:
 - Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ – <http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>
 - Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ – <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

- ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>
- ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>
- Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>
- ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>
- ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

15. Информация о разработчиках

Эрвье Юрий Юрьевич, доктор физ.-мат. наук, ТГУ, кафедра физики полупроводников, профессор