

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ МАШИНОСТРОЕНИЯ И ТРАНСПОРТА

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета машиностроения и
транспорта



(Подпись)

Козлов Г.В.

2016г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.2.23.1 ТЕРМОДИНАМИКА В МАТЕРИАЛОВЕДЕНИИ

Направление подготовки 220301 - Материаловедение и технологии материалов
Профиль подготовки Материаловедение и технологии новых материалов

Квалификация (степень) выпускника – *Бакалавр*

Форма обучения очная

Пенза, 2016

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) (модуля) «Термодинамика в материаловедении» является расширение и углубление общекультурных компетенций:

ОПК-3: «готовностью применять фундаментальные, математические, естественнонаучные и общетеchnические знания в профессиональной деятельности».

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата ООП 220301 «Материаловедение и технологии материалов» профиль «Материаловедение и технологии новых материалов»

Учебный план ПензГУ по направлению 220301

Семестровый учебный план на текущий учебный год.

В результате изучения дисциплины студент должен:

- **знать** основные методы расчета тепломассопереноса при движении жидкостей и газов в различных каналах, передачи теплоты (конвекцией, теплопроводностью, излучением) через непрозрачные стенки, в замкнутом объеме и т.п.;

- **уметь** использовать аппарат математического анализа законов термодинамики для расчета тепловых процессов, происходящих при превращении материалов;

- **иметь** представление об основных законах термодинамики, законах переноса теплоты и массы, методах исследования теплофизических процессов;

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Термодинамика в материаловедении

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Коды компетенции	Наименование компетенции	Структурные элементы компетенции (в результате освоения дисциплины обучающийся должен знать, уметь, владеть)
1	2	3
ОПК-3	<i>готовностью применять фундаментальные, математические, естественнонаучные и общетеchnические знания в профессиональной деятельности</i>	Знать: основные законы термодинамики, законы переноса теплоты и массы, методы исследования теплофизических процессов;
		Уметь: использовать аппарат математического анализа основных законов термодинамики для расчета теплофизических процессов
		Владеть: навыками по расчетам термодинамических процессов; техникой высокотемпературного металлургического эксперимента.

4. Структура и содержание дисциплины Термодинамика в материаловедении

4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 часа.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)									Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)							
				Аудиторная работа				Самостоятельная работа					Собеседование	Коллоквиум	Проверка тестов	Проверка контролльн. работ	Проверка реферата	Проверка эссе и иных творческих работ	курсовая работа (проект)	др.
				Всего	Лекция	Практические занятия	Лабораторные занятия	Всего	Подготовка к аудиторным занятиям	Реферат, эссе и др.	Курсовая работа (проект)	Подготовка к экзамену								
1.	Раздел 1. Термодинамика в материаловедении.	4	1,2		4		4		3				1,2							
1.1.	Введение. Сущность термодинамического метода как теоретической основы материаловедения																			
1.2.	Основные понятия термодинамики.																			
2.	Раздел 2. Зависимость термодинамических величин от числа частиц	4	3,4		4		4		4				3,4	1		4				
2.1.	Открытые системы. Термодинамические координаты. Их число.																			
2.2.	Табулируемые величины. Размерности термодинамических величин.																			

3.	Раздел 3. Геометрическая термодинамика и диаграммы состояния сплавов.	4	5,6		4		4		4				5,6						
3.1.	Изменение энтропии при образовании сплавов.																		
3.2.	Зависимость свободной энергии от температуры и состава сплава.																		
4	Раздел. 4 Термодинамический вывод основных типов диаграмм.	4	7,8,9		6		6		5				7,8,9		8				
4.1	Двухфазное равновесие, построение диаграмм состояния на кривых точек ликвидуса и солидуса.																		
4.2	Системы с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Трехфазное равновесие.																		
4.3	Диаграммы состояния с промежуточными фазами.																		
5	Раздел 5. Тройные системы сплавов.	4	10,11,12		6		6		5				10,11,12						
5.1	Изображение составов тройных сплавов.																		
5.2	Применение геометрической термодинамики к тройным системам.																		
6	Раздел 6. Изображение тройных диаграмм состояния в координатах «концентрация-температура».	4	13,14,15		6		6		6				13,15		14				
6.1	Диаграмма состояния с неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии.																		
6.2	Кристаллизация типичных сплавов.																		
6.3	Изотермические горизонтальные разрезы.																		

7	Раздел 7. Диаграмма состояния с тройной эвтектикой при отсутствии растворимости в твердом состоянии.	4	16, 17,		4		4		5				16, 17							
7.1	Пространственная диаграмма стояния с тройной эвтектикой.																			
7.2	Политермические разрезы. Изотермические разрезы.																			
8	Понятия о химической кинетике.	4	18		2		2		4				18							
8.1	Основные положения термодинамики необратимых процессов.																			
	<i>Экзамен</i>											36								
	Общая трудоемкость, в часах			144	36		36		36			36	Промежуточная аттестация							
													Форма		Семестр					
													Зачет							
													Экзамен		4					

4.2. Содержание дисциплины Термодинамика в материаловедении.

Раздел № 1. Термодинамика в материаловедении.

Сущность термодинамического метода как теоретической основы материаловедения

Термодинамические процессы и их основные координаты .

Основные положения законов термодинамики.

Раздел № 2. Зависимость термодинамических величин от числа частиц.

Открытые системы. Термодинамические координаты. Их число.

Табулируемые величины. Размерности термодинамических величин.

Раздел № 3. Геометрическая термодинамика и диаграммы состояния сплавов.

Изменение энтропии при образовании сплавов

Зависимость свободной энергии от температуры и состава сплава.

Раздел № 4. Термодинамический вывод основных типов диаграмм.

Двухфазное равновесие, построение диаграмм состояния на кривых точек ликвидуса и солидуса.

Системы с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии.

Трехфазное равновесие..

Диаграммы состояния с промежуточными фазами.

Раздел № 5. Тройные системы сплавов.

Изображение составов тройных сплавов.

Применение геометрической термодинамики к тройным системам.

Раздел № 6. Изображение тройных диаграмм состояния в координатах «концентрация-температура».

Диаграмма состояния с неограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии.

Кристаллизация типичных сплавов.

Изотермические горизонтальные разрезы.

Раздел № 7. Диаграмма состояния с тройной эвтектикой при отсутствии растворимости в твердом состоянии.

Пространственная диаграмма состояния с тройной эвтектикой.

Политермические разрезы. Изотермические разрезы.

Раздел № 8. Понятия о химической кинетике.

Основные положения термодинамики необратимых процессов.

Практические занятия

1. Определение и расчет основных параметров состояния веществ в термодинамических системах
2. Определение и расчет тепловой энергии системы при различных термодинамических процессах.
3. Определение и расчет изменения энтропии системы при термодинамических процессах.
4. Определение и расчет основных параметров состояния газовых смесей и различных растворов.
5. Постоянство температуры при равновесии.
6. Термодинамические функции и потенциалы. Работа и количество тепла.
7. Функциональная связь химического потенциала и концентрации

5. Образовательные технологии

1. классическое лекционное обучение 2. обучение с помощью аудиовизуальных технических средств; 3. обучение с помощью учебной книги, 4. компьютерное обучение;

5. «программное обучение», для которого есть заранее составленная программа 6. по целям обучения;

Занятия, проводимые в интерактивных формах, с использованием интерактивных технологий составляют 20% аудиторных занятий (не менее, чем определено требованиями ФГОС).

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.
Оценочные средства для текущего контроля успеваемости,
промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1,2	Основные термодинамические функции	Работа с литературой	Вопросы	http://alexandr4784.narod.ru/putilov.htm	4
3,4,5	Основные законы термодинамики	Подготовка к тесту	Вопросы	Михатулин Д.С., Чирков А.Ю. Конспект лекций по тепломассообмену PDF. Москва, МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2009.	6
6	Геометрическая термодинамика и диаграммы состояния сплавов	Подготовка к контрольной работе	Вопросы	А.Н. Уханов, Ю.В. Гуськов, А.Н. Морунков, В.В. Сенькин, Техническая термодинамика и основы теплообмена. – Пенза: РИО ПСХА, 2004-212 с.	2
5,6	Термодинамический вывод основных типов диаграмм	Работа с литературой	Вопросы	1. http://alexandr4784.narod.ru/putilovy.htm 2. Конспект лекций	4
7	Применение геометрической термодинамики к тройным системам	Работа с литературой	Изучить свойства идеальных газов и как устанавливаются условия идеальных газов	1. Воронин Г.Ф. Основы термодинамики. – М: Изд-во Моск. Ун-та, 1987. 2. Базаров И.П. Термодинамика. - высшая школа, 1991.	2
8,9	Системы с ограниченной растворимостью компонентов в твердом состоянии. Трехфазное равновесие.	Подготовка к контрольной работе	Вопросы	1.Теплотехника: Учебник для вузов/ под общ.ред. В.И. Крутова – М.: Машиностроение, 1986. - 432с. (Б. – 15 экз.) 2.БАХМАТ Г. В., КАБЕС Е. Н. ТЕПЛОТЕХНИКА: Учебно-методический комплекс/ под общ.ред. В.К. Бородина-Тюмень Издательство «Нефтегазовый университет», 2001.- 152с.	4
10,11	Применение геометрической термодинамики к тройным	Работа с литературой	Вопросы	1. http://alexandr4784.narod.ru/putilovy.htm 2. Конспект лекций	4

	системам				
12.1 3	Теплопроводность	Работа с литературой	Рассматривая теплопроводность элементарных тел уметь применить закон Фурье для каждого случая, т. е. вывести уравнения, определяющие закон распределения температур по толщине стенки и количество теплоты, передаваемой через стенку.	1. Теплотехника: Учебник для вузов/ под общ.ред. В.И. Крутова – М.: Машиностроение, 1986. - 432с. (Б. – 15 экз.) БАХМАТ Г. В., КАБЕС Е. Н. ТЕПЛОТЕХНИКА: Учебно-методический комплекс/ под общ.ред. В.К. Бородина-Тюмень Издательство «Нефтегазовый университет», 2001.- 152с. 2. http://alexandr4784.narod.ru/putilov.htm 3. Конспект лекций	4
14.1 5	Кристаллизация типичных сплавов	Работа с литературой	Изучить термодинамические основы конвективного теплообмена; факторы, влияющие на конвективный теплообмен; уравнения теплообмена.	1. http://alexandr4784.narod.ru/putilov.htm 2. Конспект лекций	4
16.1 7	Диаграмма состояния с тройной эвтектикой при отсутствии растворимости в твердом состоянии	Подготовка к тесту	Тест	1. Теплотехника: Учебник для вузов/ под общ.ред. В.И. Крутова – М.: Машиностроение, 1986. - 432с. (Б. – 15 экз.) БАХМАТ Г. В., КАБЕС Е. Н. ТЕПЛОТЕХНИКА: Учебно-методический комплекс/ под общ.ред. В.К. Бородина-Тюмень Издательство «Нефтегазовый университет», 2001.- 152с. 3. http://alexandr4784.narod.ru/putilov.htm 4. Конспект лекций	4
18	Химическая кинетика	Работа с литературой	Тест	4. http://alexandr4784.narod.ru/putilov.htm 2. Конспект лекций	2

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

6.2.1. Основные понятия и определения в термодинамике

Предмет технической термодинамики и ее методы. Теплота и работа как формы передачи энергии. Рабочее тело. Термодинамическая система. Основные параметры

состояния. Равновесное и неравновесное состояние. Уравнение состояния. Термическое уравнение состояния. Термодинамический процесс. Равновесные и неравновесные процессы. Обратимые и необратимые процессы. Изображение обратимых процессов в термодинамических диаграммах. Круговой процесс (цикл).

Газовые смеси, способы задания газовых смесей, соотношение между массовыми и объемными долями, вычисления параметров состояния смеси, определение кажущейся молекулярной массы и газовой постоянной смеси, определение парциальных давлений.

Методические указания:

материалы этой темы, по существу, представляют собой необходимый комплекс определений и понятий, на базе которых излагаются последующие темы. Поэтому студент должен четко усвоить эти понятия и определения.

Вопросы для самопроверки. 1. Что понимается под термодинамической системой? 2. Каким числом независимых параметров характеризуется состояние рабочего тела? 3. Какое состояние называется равновесным и какое — неравновесным? 4. Что называется термодинамическим процессом? 5. Какие процессы называются равновесными и какие неравновесными? 6. Какие процессы называются обратимыми и какие необратимыми? 7. Каковы условия обратимости процессов?

6.2.2. Основные законы термодинамики

6.2.2.1. Первый закон термодинамики

Сущность первого закона термодинамики. Формулировки первого закона термодинамики. Аналитическое выражение первого закона термодинамики, принцип эквивалентности теплоты и работы. Выражение теплоты и работы через термодинамические параметры состояния. Внутренняя энергия. Энтальпия. Энтропия. Первый закон термодинамики для круговых (циклических) процессов. Теплоемкость. Массовая объемная и мольная теплоемкости. Теплоемкость при постоянных давлении и объеме. Зависимость теплоемкости от температуры. Средняя и истинная теплоемкости. Формулы и таблицы для определения теплоемкостей. Теплоемкость смеси идеальных газов.

Методические указания.

Изучая эту тему, студент должен обратить внимание на принципиальное различие между внутренней энергией как функцией состояния газа и теплотой и работой как функциями процесса. Надо твердо усвоить, что если внутренняя энергия вполне определена для каждого заданного состояния газа, то работа и теплота вообще не существуют для отдельного состояния, а появляются лишь при наличии процесса (изменения состояния) и, естественно, зависят от характера этого процесса.

Вопросы для самопроверки: 1. Дайте формулировку и аналитическое выражение первого закона термодинамики. 2. Что такое «функция состояния» и «функция процесса»? Приведите примеры этих функций. 3. Когда теплота, работа и изменение внутренней энергии считаются положительными и когда отрицательными? 4. Почему внутренняя энергия и энтальпия идеального газа зависят только от одного параметра — температуры? 5. В чем отличие понятий «истинная теплоемкость» и «средняя теплоемкость»?

6.2.2.2. Второй закон термодинамики

Сущность второго закона термодинамики. Основные формулировки второго закона термодинамики. Термодинамические циклы тепловых машин. Прямые и обратные циклы. Термодинамический к.п.д. и холодильный коэффициент. Цикл Карно и его свойства. Термодинамическая шкала температур. Аналитическое выражение второго закона термодинамики. Изменение энтропии в необратимых процессах. Статистическое

толкование второго закона термодинамики. Философское толкование второго закона термодинамики. Изменение энтропии изолированной термодинамической системы. Понятие об эксергии.

Методические указания.

При изучении этой темы студент должен твердо усвоить следующие вопросы.

1. Так как к.п.д. (η_t) цикла Карно всегда меньше единицы, не зависит от рода рабочего тела и имеет наибольшее значение по сравнению с η_t любых других циклов, ограниченных тем же интервалом температур, то: а) никакими новыми конструкциями тепловых двигателей или применением новых рабочих тел нельзя в цикле всю подведенную теплоту превратить в полезную работу; б) для увеличения η_t нужно стремиться к таким процессам, образующим цикл, чтобы средняя температура подвода теплоты была как можно больше, а средняя температура отвода теплоты как можно меньше.

2. Нельзя смешивать понятия «энтропия тела» и «энтропия системы». Между этими понятиями существует принципиальная разница. Энтропия как функция состояния определенного тела (например, газа или пара) обладает вполне определенным свойством — изменение ее при протекании какого-либо процесса не зависит от характера процесса, а зависит лишь от параметров тела в начальном и конечном состояниях его. Поэтому

изменение ее $\Delta s = s_2 - s_1 = \int_1^2 \frac{dq}{T}$ может быть положительным, отрицательным или равным

нулю в зависимости от того, подводится или отводится теплота от тела или процесс происходит без теплообмена. Энтропия не является функцией состояния системы, состоящей из нескольких тел (рабочее тело, холодильники и источники теплоты), каждое из которых характеризуется своими параметрами. Поэтому на изменение энтропии системы влияет характер процесса теплообмена между рабочим телом и источниками теплоты. При протекании обратимых процессов энтропия системы остается постоянной; при необратимых процессах энтропия системы растет.

3. Теория Клаузиуса «тепловой смерти» Вселенной несостоятельна. Для этого можно привести следующие доводы: а) дифференциальные соотношения термодинамики несправедливы для микромира, в котором расстояния между частицами материи сравнимы с дифференциалом исследуемого объекта; б) решение дифференциальных уравнений в значительной мере зависит от конкретных условий на границе исследуемой области, но на границе бесконечной Вселенной эти условия неизвестны; в) в изложении Больцмана второй закон имеет статистическое толкование, т. е. не является абсолютным законом природы; г) экспериментальные данные (броуновского движения, новые данные астрономии, космических полетов и др.) также не согласуются с «теорией» Клаузиуса.

Вопросы для самопроверки. 1. Какой цикл называется прямым и какой обратным? 2. Чем оценивается эффективность прямого и обратного циклов? 3. Для чего служат тепловые машины, работающие по прямому и обратному циклам? 4. Как связано изменение энтропии с теплотой и абсолютной температурой? 5. В чем сущность второго закона термодинамики? Приведите его основные формулировки. 6. Покажите с помощью Ts -диаграммы, что при заданных T_{\max} и T_{\min} η_t цикла Карно будет наибольшим по сравнению с η_t других циклов. 7. Покажите с помощью Ts -диаграммы, что η_t цикла Карно не может быть равным единице. 8. Как с помощью выражения $ds = dq/T$ показать, что в круговом процессе не вся подведенная теплота превращается в полезную работу, а часть ее отдается холодильнику? 9. Покажите, в чем состоит общность различных формулировок второго закона термодинамики.

6.2.2.3. Термодинамические процессы

Классификация процессов изменения состояния. Общие методы исследования

процессов изменения состояния любых рабочих тел.

Политропные процессы. Уравнение политропы. Определение показателя политропы. Анализ процессов на основе сравнения показателей политропы. Процессы в координатах $p\nu$ и Ts . Основные термодинамические процессы: изохорный, изобарный, изотермический и адиабатный — частные случаи политропного процесса.

Термодинамические процессы в реальных газах и парах. Свойства реальных газов. Фазовые равновесия и фазовые переходы. Теплота фазовых переходов. Фазовые диаграммы. Тройная и критическая точки. Уравнение состояния реальных газов. Коэффициент сжимаемости. Пары. Основные определения. Процессы парообразования в $p\nu$ - и Ts -диаграммах. Водяной пар. Термодинамические таблицы воды и водяного пара. $p\nu$, Ts , hs -диаграммы водяного пара. Расчет термодинамических процессов водяного пара с помощью таблиц и $hs(is)$ -диаграммы.

Методические указания.

Приступая к изучению этой темы, студент должен четко уяснить себе, что расчетные формулы, применявшиеся при изучении идеального газа, здесь, как правило, недействительны. Например, для идеального газа в процессе $T = const$ изменение внутренней энергии его равнялось нулю, а для пара при $T = const$ не равно нулю. Линии, изображающие основные термодинамические процессы в $p\nu$ - и Ts -диаграммах, в общем случае различны для газа и пара. При расчете паров мы не имеем такого простого и точного уравнения состояния, как для идеального газа. Поэтому процессы и циклы с паром рассчитываются с помощью таблиц и hs -диаграммы.

При рассмотрении отдельных видов уравнения состояния реального газа (уравнение Ван-дер-Ваальса, уравнение Вукаловича — Новикова и др.) необходимо ясно представлять, на каком физическом фундаменте строились эти уравнения и как из них получить уравнение состояния идеального газа.

Вопросы для самопроверки. 1. Как называется процесс, в котором вся подведенная теплота идет на увеличение внутренней энергии? 2. Как называется процесс, в котором вся подведенная теплота идет на совершение работы? 3. Как называется процесс, в котором работа совершается лишь за счет уменьшения внутренней энергии? 4. Как называется процесс, в котором подведенная к рабочему телу теплота численно равна изменению энтальпии? Какая доля подведенной теплоты в этом случае идет на совершение работы? 5. Какой процесс называется политропным? 6. Покажите в $p\nu$ -диаграмме работу газа в адиабатном процессе. 7. Можно ли уравнение $n \frac{dv}{v} + \frac{dp}{p} = 0$ при

$n \neq const$ назвать дифференциальным уравнением политропы идеального газа? 8. При каких значениях показателя политропы n можно получить уравнения основных термодинамических процессов? В чем состоит обобщающее значение политропного процесса? 9. Изобразите схематично в Ts -диаграмме процесс сжатия $p\nu_{1,2} = const$ и покажите, какими площадками будут изображаться q , Δu , l . 10. Почему в Ts -диаграмме изохора идет круче, чем изобара, а в $p\nu$ -диаграмме адиабата идет круче изотермы? 11. Как в Ts -диаграмме по заданной кривой процесса определить знак q и Δu ? 12. Что такое испарение и кипение? 13. Какой пар называется сухим насыщенным? 14. Каков физический смысл пограничных кривых? Какой пар называется перегретым и что такое степень перегрева? 15. Какой пар называется влажным насыщенным и что такое степень сухости? 16. Как определить удельный объем, энтальпию, энтропию влажного пара? 17. Как изменяется теплота парообразования с увеличением давления? 18. Чем характерна критическая точка? 19. Какими параметрами можно охарактеризовать состояние влажного, сухого и перегретого пара? 20. Изобразите $p\nu$ - и Ts -диаграммы водяного пара и покажите в них характерные области и линии фазовых переходов. 21. Изобразите основные термодинамические процессы с паром в $p\nu$ - и Ts -диаграммах. Приведите формулы для определения работы, теплоты, Δu .

Демонстрационный вариант контрольной работы №1

Задача 1. Считая теплоемкость идеального газа зависящей от температуры, определить: параметры газа в начальном и конечном состояниях, изменение внутренней энергии, теплоту, участвующую в процессе, и работу расширения. Исходные данные, необходимые для решения задачи, выбрать из табл.6.3.1.1., зависимость величины теплоемкости от температуры приведена в приложении 1.

Таблица 6.3.1.1

Последняя цифра шифра	Процесс	$t_1, ^\circ\text{C}$	$t_2, ^\circ\text{C}$	Предпоследняя цифра шифра	Газ	$P_1, \text{МПа}$	$m, \text{кг}$
0	Изохорный	2400	400	0	O ₂	1	2
1	Изобарный	2200	300	1	N ₂	4	5
2	Адиабатный	2000	300	2	H ₂	2	10
3	Изохорный	1800	500	3	N ₂	3	4
4	Изобарный	1600	400	4	CO	5	6
5	Адиабатный	1700	100	5	CO ₂	6	8
6	Изохорный	1900	200	6	N ₂	8	3
7	Изобарный	2100	500	7	H ₂	10	12
8	Адиабатный	2300	300	8	O ₂	12	7
9	Изобарный	1500	100	9	CO	7	9

Демонстрационный вариант контрольной работы №2

Задача 1. Определить конечное состояние газа, расширяющегося политропно от начального состояния с параметрами P_1, t_1 , изменение внутренней энергии, количество подведенной теплоты, полученную работу, если задан показатель политропы (n), конечное давление P_2 . Показать процесс в pV - и Ts -координатах. Исходные данные, необходимые для решения задачи, выбрать из табл. 6.3.2.1

Таблица 6.3.2.1

Последняя цифра шифра	$P_1, \text{МПа}$	$t_1, ^\circ\text{C}$	$P_2, \text{МПа}$	n	Предпоследняя цифра шифра	Газ	$m, \text{кг}$
0	0,5	100	0,1	1,2	0	O ₂	1
1	1	70	0,5	1,5	1	N ₂	2
2	1,5	110	1,0	1,4	2	CO	3
3	2	120	1,5	1,1	3	N ₂	4
4	2,5	80	0,5	1,3	4	H ₂	5
5	3	90	1,2	1,2	5	O ₂	6
6	3,5	130	1,5	1,4	6	CO ₂	8
7	4	150	0,2	1,6	7	O ₂	2
8	5	200	2	1,2	8	CO	5
9	6	250	3,5	1,5	9	N ₂	3

Демонстрационный вариант теста №1

I. Термодинамическими параметрами являются:

II. 1. объём V;

III. 2. энтропия S;

IV. 3. давление P;

V. 4. теплота Q.

II. Изменение энтальпии определяет:

1. теплоту реакции при V= const;

2. скорость реакции;

3. теплоту реакции при P= const;

4. направление процесса в обратимой реакции.

III. Определите знак ΔH для процесса перехода жидкости в пар: 1. $\Delta H < 0$;

2. $\Delta H > 0$;

3. $\Delta H = 0$.

IV. Для каких веществ стандартная теплота образования равна нулю: 1. C₂H₄; 2. Fe;

3. HF;

4. F₂.

V. Стандартная теплота реакции $3\text{H}_2(\text{г}) + \text{N}_2(\text{г}) = 2\text{NH}_3(\text{г})$ равна - 92,4 кДж.

Стандартная теплота образования NH₃ равна (в кДж /моль):

1. - 92,4;

2. - 46,2;

3. + 92,4;

4. - 184,8.

VI. Стандартная теплота реакции $4\text{HCl}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) = 2\text{H}_2\text{O}(\text{г}) + 2\text{Cl}_2(\text{г})$ рассчитывается по формуле:

1. $\Delta H^0_{298} = 2\Delta H^0_{298}(\text{H}_2\text{O}) - 4\Delta H^0_{298}(\text{HCl})$;

2. $\Delta H^0_{298} = \Delta H^0_{298}(\text{H}_2\text{O}) - \Delta H^0_{298}(\text{HCl})$;

3. $\Delta H^0_{298} = 4\Delta H^0_{298}(\text{HCl}) - 2\Delta H^0_{298}(\text{H}_2\text{O})$;

4. $\Delta H^0_{298} = \Delta H^0_{298}(\text{H}_2\text{O}) + \Delta H^0_{298}(\text{Cl}_2) - \Delta H^0_{298}(\text{HCl}) - \Delta H^0_{298}(\text{O}_2)$.

VII. Термодинамическим условием равновесия является: 1. $\Delta H = 0$;

2. $\Delta S < 0$;

3. $\Delta G = 0$;

4. $\Delta G < 0$.

VIII. В уравнении $X = \Delta H - T\Delta S$ величина X означает:

1. константу равновесия;

2. энергию Гиббса реакции; 3. теплоту реакции;

4. Изменение внутренней энергии.

IX. Константа равновесия K_p для реакции $2\text{CO}(\text{г}) + \text{O}_2(\text{г}) \rightleftharpoons 2\text{CO}_2(\text{г})$ имеет вид:

1. $K_p = P_{\text{CO}_2} / (P_{\text{CO}} \cdot P_{\text{O}_2})$;

2. $K_p = P^2_{\text{CO}_2} / P_{\text{O}_2}$;

3. $K_p = P^2_{\text{CO}_2} / (P^2_{\text{CO}} \cdot P_{\text{O}_2})$;

4. $K_p = [\text{CO}_2]^2 / [\text{CO}]^2 [\text{O}_2]$.

X. Для реакции (п. IX) оцените знак изменения энтропии: 1. $\Delta S > 0$; 2. $\Delta S < 0$; 3. $\Delta S = 0$

Вопросы для собеседования №1

1. Уравнение состояния термодинамической системы.

2. Назовите основные единицы измерения температуры.

3. Запишите простейшее уравнение состояния идеального газа.

4. Какой термодинамический процесс называется изохорным. Изобразите его на графике состояния.
5. Назовите основные параметры состояния вещества.

Вопросы для собеседования №2

1. Виды концентрации растворов.
2. Массовая, объемная и мольная теплоемкости смеси.
3. Газовые смеси.
4. Параметры состояния.

Вопросы для собеседования №3

1. Дайте определение энтальпии. Напишите её полный дифференциал.
2. Дайте определение энтропии как приведённой теплоты (по Клаузиусу).
3. Дайте вероятностную и статистическую трактовку энтропии.
4. Сформулируйте третье начало термодинамики – тепловую теорему Нернста.
5. Сформулируйте второй закон термодинамики, используя понятие энтропии.

Вопросы для собеседования №4

1. Растворы. Состав и параметры состояния.
2. Газовые смеси (состав и параметры, законы термодинамики для газовых смесей).
3. Уравнение Клапейрона – Менделеева
4. Теплоемкость газов.

Вопросы для собеседования №5

1. Дайте развёрнутое определение процесса фазового превращения.
2. Что является термодинамическим стимулом и движущей силой фазового превращения? Дайте различные варианты аналитического и графического представления движущей силы.
3. Что вкладывается в понятие «раствор»?
4. Можно ли раствор считать фазой?

Вопросы для собеседования №6

1. Общие условия равновесия и устойчивости термодинамических систем.
2. Условия устойчивости Равновесия в однородной системе.
3. Равновесие в двухфазной однокомпонентной системе.
4. Классификация фазовых переходов.
5. Изменение агрегатного состояния вещества (p-T) диаграмма.
6. Основные понятия и определения теории теплопередачи.
7. Виды теплопередачи.
8. Методы исследования теплопередачи.

Вопросы для собеседования №7

1. Изображение составов тройных сплавов.
2. Определение положения сплава по заданной концентрации компонентов.
3. Правило отрезков и центра тяжести.
4. Изображение фазовых равновесий в тройных системах.
5. Применение геометрической термодинамики к тройным системам.
6. Изображение тройных диаграмм состояния в координатах «концентрация-температура».

7. Диаграмма состояния с тройной эвтектикой при отсутствии растворимости в твёрдом состоянии.
8. Тройная система сплавов с устойчивым химическим соединением.
9. Диаграмма состояния с тройной эвтектикой и ограниченной растворимостью компонентов в твёрдом состоянии.

Вопросы экзамену

1. Сущность термодинамического метода как теоретической основы материаловедения.
2. Основные понятия термодинамики.
3. Внутренняя энергия. Первый закон термодинамики.
4. Температура. Второй закон термодинамики.
5. Уравнение состояния.
6. Энтальпия.
7. Энтропия. Третий закон термодинамики.
8. Процессы в изолированных системах.
9. Равновесие в изолированных системах.
10. Термодинамические потенциалы.
11. Экстремальные свойства потенциалов.
12. Химический потенциал.
13. Растворы и сплавы.
14. Фазы переменного состава.
15. Матрица, примесь и лигатура.
16. Концентрация. Твердые растворы.
17. Типы твердых растворов.
18. Молярные доли.
19. Молярные и массовые проценты.
20. Ионные доли. Объемные доли.
21. Концентрация газов.
22. Совершенные растворы
23. Диаграммы состояния.
24. Системы с неограниченной растворимостью в обеих фазах. Коэффициент распределения.
25. Правило фаз.
26. Термодинамика фазовых превращений.
27. Тройные системы.
28. Схема классификации диаграмм состояния трехкомпонентных систем.
29. Диаграмма с полной нерастворимостью компонентов в твердом состоянии (механических смесей или диаграмма I рода).
30. Диаграмма с неограниченной растворимостью компонентов
31. в твердом состоянии (или диаграмма II рода).
32. Диаграмма состояния с ограниченной растворимостью
33. компонентов в твердом состоянии (или диаграмма III рода) диаграмма состояния с устойчивым химическим соединением компонентов.
34. Диаграмма состояния с полиморфным превращением.
35. Правило отрезков для диаграмм I рода.
36. Правило отрезков для диаграмм II рода.
37. Правило отрезков для диаграмм III рода.
38. Связь свойств сплавов с их диаграммой состояния
39. Изображение тройных диаграмм состояния в координатах «концентрация температура».
40. Определение положения сплава по заданной концентрации компонентов.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины Термодинамика в материаловедении

а) основная литература:

1. Сапожников С.З. Китанин Э.Л. Техническая термодинамика и теплопередача: Учебник для вузов. - СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1999. - 319 с. Теплотехника: Учебник для вузов/ под общ.ред. В.И. Крутова – М.: Машиностроение, 1986. - 432с. (Б. – 15 экз.) <http://window.edu.ru/resource/461/73461>.
2. **Техническая термодинамика и основы теплообмена: Упражнения и задачи [Текст] :** учеб.пособие / ПГСХА. - Пенза : РИО ПГСХА, 2004. - 206 с. : ил. - 621.036(075) аб-48, чз2-2. - 188-00 р. УДК [621.036\(075\)](http://window.edu.ru/resource/461/73461)
3. Ляшков В.И. Теоретические основы теплотехники: Учебное пособие. - Москва. Издательство "Машиностроение", 2005. - 260 с. <http://window.edu.ru/resource/092/38092>
4. 1. Дурина Т.А., Моргунов В.Н. Термодинамика. Лабораторный практикум. Методическое пособие. – Пенза, каф. «СЛПиМ» Пенз.гос.ун-та, 2011- 21с. <http://window.edu.ru/resource/320/76320>.
5. Термодинамика в материаловедении : учебное пособие / А. М. Минаев, Д. М. Мордасов, Н. Б. Бадирова. – Тамбов : Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 80 с. – 100 экз. ISBN 978-5-8265-1460-3. http://www.tstu.ru/book/elib/pdf/2015/badirova_t.pdf
6. Липин А. Б., Липин В. А. Фазовые диаграммы: учеб. пособие.- СПб.: СПбГТУРП, 2015. - 106 с. <http://www.nizrp.narod.ru/metod/kaffizikollchem/7.pdf>

б) дополнительная литература:

1. БАХМАТ Г. В., КАБЕС Е. Н. ТЕПЛОТЕХНИКА: Учебно-методический комплекс/ под общ.ред. В.К. Бородина- Тюмень Издательство «Нефтегазовый университет», 2001.- 152с. <http://www.twirpx.com/file/903032/>.
2. Химическая термодинамика: учебное пособие / под ред. Г.В. Ляминой. - Томск: Изд-во Том. гос. archit.-строит. ун-та, 2007. - 82 с. <http://window.edu.ru/resource/795/73795>
3. Сборник задач по технической термодинамике: Автоматизированный мультимедийный обучающий курс. http://tw.t.mpei.ac.ru/ochkov/trenager/twt_th_dyn_book/

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы


- [Библиотека Пензенской области](#)
- [Издательство "Лань"](#)
- [Научная электронная библиотека](#)
- [Единое окно доступа к образовательным ресурсам](#)
- [Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов](#)
- [Коллекция цифровых образовательных ресурсов](#)
- [Электронный каталог библиотеки ПГУ](#)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- справочная литература по термодинамическим и физико-химическим величинам;
- лабораторное оборудование в «Литейной лаборатории».
- Перечень адресов для работы в глобальных сетях. - Кинофильмы

Рабочая программа дисциплины «Термодинамика в материаловедении» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО (№ 1331 от 12.11.2015г.) и учебным планом по направлению подготовки 220301 - «Материаловедение и технологии материалов», профиль «Материаловедение и технологии новых материалов».

Программу составил(а):

Дурина Т.А , ст. преподаватель каф. «СЛПиМ» 

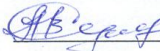
Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме, без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.

Программа одобрена на заседании кафедры «Сварочное, литейное производство и материаловедение

Протокол № 1

от «30» августа 2016_ года

/Зав. кафедрой «СЛПиМ»

 д.т.н., профессор А.Е. Розен

Программа одобрена методической комиссией факультета машиностроения и транспорта

Протокол № 1

от «30» сентября 2016 года

Председатель методической комиссии факультета машиностроения и транспорта

 к.т.н., доцент О.Н. Логинов

Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата, подпись зав. кафедрой)	Внесенные изменения	Номера листов (страниц)		
			замененных	новых	аннулированных