

**ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ**



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**СОГЛАСОВАНО**

**УТВЕРЖДАЮ**

\_\_\_\_\_  
Руководитель ОПОП ВО  
профессор Н.К. Кондрашева

\_\_\_\_\_  
Проректор по образовательной  
деятельности доцент  
Д.Г. Петраков

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ**

<b>Уровень высшего образования:</b>	Магистратура
<b>Направление подготовки:</b>	18.04.01 Химическая технология
<b>Направленность (профиль):</b>	Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов
<b>Квалификация выпускника</b>	магистр
<b>Форма обучения:</b>	очная
<b>Составитель:</b>	доцент С.Н. Салтыкова

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Дополнительные главы химической термодинамики»**

разработана:

– в соответствии с требованиями ФГОС ВО магистратура по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология», утверждённого приказом Минобрнауки России № 910 от 07 августа 2020 г.;

– на основании учебного плана магистратуры по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология» направленность (профиль) «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов».

Составитель: \_\_\_\_\_ доцент каф. ХТПЭ Салтыкова С.Н.

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры химических технологий и переработки энергоносителей от 15.февраля 2022г., протокол № 16.

Заведующий кафедрой ХТПЭ \_\_\_\_\_ Н.К. Кондрашева

**Рабочая программа согласована:**

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса \_\_\_\_\_ к.т.н. Иванова П.В.

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Дополнительные главы химической термодинамики» является освоение теоретических основ по фазовым системам, изучение термодинамических характеристик процессов по переработке углеводородного сырья, формирование знаний, умений для профессиональной деятельности, анализ химических процессов с точки зрения термодинамики.

Задачами дисциплины являются:

- подготовка магистров к творческому применению полученных знаний при создании новых и совершенствованию действующих технологических процессов;
- изучение многокомпонентных систем, применяя законы термодинамики;
- определение основных термодинамических характеристик процессов по переработке природных энергоносителей.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Дополнительные главы химической термодинамики» относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 18.04.01 «Химическая технология» и изучается во 1-м, 2-м семестрах.

Дисциплина «Дополнительные главы химической термодинамики» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Теплоперенос в гетерогенных системах», «Технология и оборудование коксохимического производства».

Особенностью дисциплины является овладение методами для определения термодинамических величин.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Дополнительные главы химической термодинамики» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	УК-6	УК-6.1. <b>Знать:</b> методики самооценки, самоконтроля и саморазвития с использованием подходов здоровьесбережения
		УК-6.2. <b>Уметь:</b> решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; применять методики самооценки и самоконтроля; применять методики, позволяющие улучшить и сохранить здоровье в процессе жизнедеятельности
		УК-6.3. <b>Владеть:</b> технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самообразования в течение всей жизни, в том числе с использованием здоровьесберегающих подходов и методик

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок	ОПК-1	ОПК-1.1. <b>Знает:</b> основные законы естественнонаучных дисциплин; основные источники и масштабы образования отходов производства; способы предотвращения и улавливания выбросов, методы очистки промышленных сточных вод, принципы работы аппаратов обезвреживания и очистки газовых выбросов и стоков химических производств;
		ОПК-1.2. <b>Умеет:</b> применять в практической деятельности фундаментальные понятия, законы естественнонаучных дисциплин, модели классического и современного естествознания, методы теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности; анализировать и прогнозировать экологические последствия различных видов производственной деятельности;
		ОПК-1.3. <b>Владеет:</b> методами теоретического и экспериментального исследований в профессиональной деятельности; навыками работы получать информацию в локальных и глобальных компьютерных сетях; навыками использования компьютерных программ для поиска информации, составления и оформления документов и презентаций; навыками использования пакетов прикладных программ в области охраны окружающей среды

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость учебной дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам	
		1	2
<b>Аудиторные занятия, в том числе:</b>	<b>62</b>	<b>48</b>	<b>14</b>
Лекции	16	16	-
Практические занятия (ПЗ)	46	32	14
Лабораторные работы (ЛР)	-	-	-
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе</b>	<b>118</b>	<b>60</b>	<b>58</b>
Проработка конспекта лекций	8	8	-
Подготовка к практическим занятиям	28	16	12
Выполнение заданий поисково-	36	16	20

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам	
		1	2
исследовательского характера			
Реферат	12	-	12
Подготовка к контрольной работе	4	2	2
Подготовка к экзамену	18	18	-
Подготовка к диф. зачету	12	-	12
<b>Промежуточная аттестация – экзамен (Э), дифф. зачет (ДЗ)</b>	<b>36</b>	<b>Э (36)</b>	<b>ДЗ</b>
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>			
<b>ак. час.</b>	<b>216</b>	<b>144</b>	<b>72</b>
<b>зач. ед.</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>

#### 4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, практические занятия и самостоятельная работа.

##### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1 «Химическое равновесие»	84	4	16	-	40
Раздел 2 «Понятие потенциалов»	84	6	16	-	40
Раздел 3 «Гетерогенные и гомогенные химические равновесия»	84	6	14	-	38
<b>Итого:</b>	<b>180</b>	<b>16</b>	<b>46</b>	<b>-</b>	<b>118</b>

##### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Химическое равновесие	Химическое равновесие в газах и растворах. Закон действия масс. Различные формы выражения константы равновесия, связь между ними. Термодинамический вывод константы равновесия. Примеры равновесий в некоторых технических процессах. Влияние давления на равновесие в идеальных газовых смесях. Химическое равновесие в газах при высоких давлениях.	4
2	Понятие потенциалов	Изобарный потенциал химической реакции. Стандартные изменения изобарного и изохорного потенциала при химических реакциях, их значение и связь с константой равновесия. Комбинирование равновесий. Уравнение изобары (изохоры) процесса.	6

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		Зависимость изобарного потенциала реакции и константы равновесия от температуры. Тепловой закон Нернста, его приложение к химическим превращениям. Приближенные методы расчета химических равновесий.	
3	Гетерогенные и гомогенные химические равновесия	Гомогенные химические равновесия в жидкой фазе. Гетерогенные химические равновесия. Влияние температуры на химическое равновесие. Гетерогенные фазовые равновесия. Фазы и компоненты, степени свободы. Правило фаз Гиббса.	6
<b>Итого:</b>			<b>16</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Разделы	Тематика практических занятий	Трудоёмкость в ак. часах
1	Раздел 1	Химическое равновесие в газах и растворах	4
2	Раздел 2	Примеры равновесий в некоторых химических процессах	4
3	Раздел 3	Приближенные методы расчета химических равновесий	8
4	Раздел 4	Потенциалы химических реакций	16
5	Раздел 5	Фазы и компоненты, степени свободы	14
<b>Итого:</b>			<b>46</b>

#### 4.2.4. Лабораторные работы

не предусмотрены учебным планом

#### 4.2.5. Курсовые работы (проекты)

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены

### 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

**Лекции**, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся. Цели лекционных занятий:

-дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**Практические занятия.** Цели практических занятий:

-совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

**Консультации** (текущая консультация, накануне экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

**Самостоятельная работа обучающихся** направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

**Темы рефератов:**

1. Правило фаз Гиббса.
2. Термодинамические неравенства.
3. Тепловая теорема Нернста.
4. Электрохимический потенциал.
5. Условия термодинамического равновесия систем во внешних потенциальных полях.
6. Следствия третьего начала термодинамики.
7. Фазы и компоненты, степени свободы.
8. Химическое равновесие в газах при высоких давлениях.
9. Гетерогенные химические равновесия.
10. Закон действия масс.

**Темы контрольных работ:**

1. Изобарный потенциал химической реакции.
2. Методы расчета химических равновесий.
3. Изобары (изохоры) процесса.
4. Равновесие в системах с ограниченно растворимыми жидкостями.

**6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

**6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости**

**Раздел 1. Химическое равновесие**

1. Химическое равновесие в газах и растворах.
2. Закон действия масс.
3. Различные формы выражения константы равновесия, связь между ними.
4. Термодинамический вывод константы равновесия.
5. Примеры равновесий в некоторых технических процессах.
6. Влияние давления на равновесие в идеальных газовых смесях.
7. Химическое равновесие в газах при высоких давлениях.
8. Химическое равновесие и тепловой закон.
9. Расчет равновесия по абсолютным энтропиям.
10. Косвенный расчет равновесия.
11. Связь между изменением изобарного потенциала и константой равновесия.
12. Влияние температуры на константу равновесия.

**Раздел 2. Понятие потенциалов**

1. Изобарный потенциал химической реакции.
2. Стандартные изменения изобарного и изохорного потенциала при химических реакциях, их значение и связь с константой равновесия.
3. Комбинирование равновесий.
4. Уравнение изобары (изохоры) процесса.
5. Зависимость изобарного потенциала реакции и константы равновесия от температуры.
6. Тепловой закон Нернста, его приложение к химическим превращениям.
7. Приближенные методы расчета химических равновесий.
8. Химический потенциал.

**Раздел 3. Гетерогенные и гомогенные химические равновесия**

1. Гомогенные химические равновесия в жидкой фазе.
2. Гетерогенные химические равновесия.
3. Влияние температуры на химическое равновесие.

4. Гетерогенные фазовые равновесия.
5. Фазы и компоненты, степени свободы.
6. Правило фаз Гиббса.
7. Равновесие жидкость – пар для полностью смешивающихся жидкостей при высоких давлениях.
8. Равновесие в системах с ограниченно растворимыми жидкостями.
9. Равновесие газ-газ
10. Равновесие жидкость – пар для несмешивающихся жидкостей
11. Равновесие жидкость – твердая фаза в трехкомпонентных системах.

## **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (экзамена, дифференцированного зачета)**

### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену, дифференцированному зачету (по дисциплине):**

1. Изобарный потенциал химической реакции.
2. Стандартные изменения изобарного и изохорного потенциала при химических реакциях, их значение и связь с константой равновесия.
3. Комбинирование равновесий.
4. Уравнение изобары (изохоры) процесса.
5. Зависимость изобарного потенциала реакции и константы равновесия от температуры.
6. Тепловой закон Нернста, его приложение к химическим превращениям.
7. Приближенные методы расчета химических равновесий.
8. Различные формы выражения константы равновесия, связь между ними.
9. Термодинамический вывод константы равновесия.
10. Примеры равновесий в некоторых технических процессах.
11. Влияние давления на равновесие в идеальных газовых смесях.
12. Химическое равновесие в газах при высоких давлениях.
13. Гомогенные химические равновесия в жидкой фазе.
14. Гетерогенные химические равновесия.
15. Влияние температуры на химическое равновесие.
16. Гетерогенные фазовые равновесия.
17. Фазы и компоненты, степени свободы.
18. Правило фаз Гиббса.
19. Общие условия термодинамического равновесия.
20. Равновесие в гомогенной системе. Условия химического равновесия. Закон действующих масс.
21. Условия термодинамического равновесия в гетерогенной системе. Правило фаз Гиббса.
22. Термодинамические неравенства.
23. Тепловая теорема Нернста.
24. Следствия третьего начала термодинамики.
25. Термодинамические системы при отрицательных абсолютных температурах.
26. Условия термодинамического равновесия систем во внешних потенциальных полях.
27. Электрохимический потенциал.



**6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену, дифференцированному зачету**  
**Вариант № 1**

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Химическое равновесие характеризуется ...	1. минимальным значением энтропии 2.отсутствием химического взаимодействия 3.равенством скоростей прямой и обратной реакции 4. максимальным значением энтропии
2.	Как в термодинамике называют объект исследования?	1. образец 2. макроскопический образец 3.термодинамическая система 4. материальный образец
3.	Термодинамическая система – это ...	1.микроскопический объект, выделенный из внешней среды 2.макроскопический материальный объект, который обменивается с внешней средой теплотой 3.материальный объект, который обменивается с внешней средой веществом 4.любой макроскопический материальный объект, выделенный из внешней среды с помощью реально существующей или воображаемой граничной поверхности
4.	Какие контакты с внешней средой может иметь изолированная термодинамическая система?	1. любые контакты невозможны 2. только механические контакты 3. только диффузионные контакты 4. только термические контакты
5.	Какие контакты с внешней средой может иметь закрытая система	1. только диффузионные контакты 2.термические и механические контакты 3.любые контакты невозможны 4.диффузионные и термические контакты
6.	Открытые термодинамические системы могут обмениваться с внешней средой	1. только веществом 2.только теплотой 3.только энергией 4.энергией и веществом
7.	Какие системы изучает термодинамика?	1. только изолированные системы 2.макроскопические системы любых размеров 3.макроскопические термодинамические системы, которые могут находиться в равновесии 4.только закрытые макроскопические системы
8.	Какие из перечисленных величин относятся к термодинамическим свойствам?	1.масса, плотность, давление, сжимаемость 2.температура, вязкость, теплоемкость,

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		энергия 3.химическое количество вещества, теплопроводность, энергия 4.диффузия, энтальпия, объем, намагниченность
9.	Какие из перечисленных величин являются интенсивными термодинамическими переменными?	1. температура, химическое количество вещества, плотность, удельный объем 2.энергия, давление, плотность, концентрация 3.плотность, концентрация, удельный объем, температура 4.энтропия, давление, плотность, энергия
10.	Какие из перечисленных величин являются внутренними параметрами системы?	1. температура, магнитная индукция, энтропия, намагниченность 2.давление, поляризованность, теплоемкость при постоянном объеме, температура 3.давление, объем, внутренняя энергия, энтальпия 4.химические количества веществ, давление, температура, энтропия
11.	Какие термодинамические параметры относятся к обобщенным силам?	1. давление, химический потенциал, температура 2.количество вещества, поверхностное натяжение, электрический потенциал 3.плотность, объем, давление, химический потенциал 4.масса, давление, объем, поверхностное натяжение
12.	Какие перечисленные величины обладают свойствами функции состояния?	1.энергия Гиббса, теплота, теплоемкость, давление 2.температура, энтропия, теплоемкость при постоянном давлении 3.внутренняя энергия, работа, объем, химический потенциал 4.энтропия, теплота, внутренняя энергия, температура
13.	В чем отличие термодинамического описания состояния системы и фазы вещества?	1. для описания состояния фазы вещества достаточно указать только экстенсивные параметры 2. для описания состояния фазы вещества необходимо указать интенсивные и все экстенсивные параметры 3. для описания состояния системы необходимо указать интенсивные параметры и хотя бы один экстенсивный параметр

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		4.для описания состояния системы необходимо указать только экстенсивные параметры
14.	Какое состояние термодинамической системы называется равновесным?	1. состояние изолированной системы 2. состояние закрытой системы при постоянном давлении 3. состояние открытой системы при постоянном объеме 4. состояние, в которое переходит система при постоянных внешних условиях, характеризующееся неизменностью во времени термодинамических параметров и отсутствием в системе потоков вещества и теплоты
15.	Выберите правильное определение стационарного состояния системы?	1. это равновесное состояние изолированной системы 2. это состояние, при котором термодинамические переменные постоянны во времени, но в системе имеются потоки 3. равновесное состояние закрытой системы 4. равновесное состояние открытой системы
16.	Что в термодинамике называют термодинамическим процессом?	1. неравновесное состояние системы 2. стационарное состояние системы 3. последовательность неравновесных состояний системы 4. изменение состояния системы, характеризующееся изменением ее термодинамических переменных
17.	Какой термодинамический процесс называют равновесным квазистатическим?	1. процесс, при котором изменяются только внешние переменные 2. процесс, рассматриваемый как непрерывный ряд равновесных состояний системы 3. процесс, при котором изменяются только внутренние переменные 4. процесс, рассматриваемый как непрерывный ряд неравновесных состояний системы
18.	Какое из приведенных ниже определений обратимого термодинамического процесса является правильным?	1. процесс, для осуществления которого не надо затрачивать энергию 2. процесс, происходящий только при затрате энергии системы 3. равновесный процесс, после которого система и окружающая среда могут возвратиться в начальное

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		состояние 4. процесс, протекающий при конечных разностях действующих и противодействующих сил
19.	Какой процесс называют адиабатическим?	1. процесс, при котором система не получает теплоты извне и не отдает ее 2. любой равновесный процесс 3. процесс в идеальном газе, характеризующийся постоянной теплоемкостью 4. процесс, при котором система имеет тепловой контакт с окружающей средой
20.	Какие из перечисленных ниже процессов являются термодинамически необратимыми ?	1. расширение идеального газа в вакуум, смешение идеальных газов 2. нагревание системы, изотермическое сжатие, адиабатическое расширение 3. охлаждение системы, изобарное расширение, смешение газов 4. адиабатическое сжатие, теплообмен между системами с разными начальными температурами

Вариант № 2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Какие уравнения в термодинамике называют уравнениями состояния?	1. уравнения, связывающие интенсивные параметры неравновесной системы 2. уравнения, связывающие термодинамические параметры равновесной системы 3. уравнения, связывающие экстенсивные параметры равновесной системы 4. уравнения, связывающие интенсивные параметры равновесной системы
2.	Сколько независимых уравнений состояния имеет простая система?	1. одно 2. число уравнений равно числу компонентов системы 3. два 4. число уравнений не ограничено
3.	Какие состояния различных газов или жидкостей называют соответственными?	1. состояния при одинаковых температурах и давлениях 2. состояния при одинаковых объемах и температурах 3. состояния разных веществ, имеющие одинаковые значения приведенных переменных

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		4.состояния различных веществ, имеющие одинаковые критические объемы
4.	Согласно закону соответственных состояний...	<p>1. если критические объемы различных газов одинаковы, то одинаковыми будут и другие критические параметры</p> <p>2.если для рассматриваемых газов значения двух приведенных параметров одинаковы, то должны быть одинаковыми и значения третьих приведенных параметров</p> <p>3.если критические давления различных газов одинаковы, то одинаковы и их критические объемы</p> <p>4.если критические температуры различных веществ одинаковы, то одинаковы и другие термодинамические свойства</p>
5.	Постулат о термодинамическом равновесии (первое исходное положение термодинамики) гласит...	<p>1. любая система находится в состоянии термодинамического равновесия</p> <p>2.любая изолированная система с течением времени приходит в состояние термодинамического равновесия и самопроизвольно выйти из него не может</p> <p>3.изолированная система самопроизвольно не может перейти в состояние термодинамического равновесия</p> <p>4.равновесное состояние открытой термодинамической системы недостижимо</p>
6.	Как изменяется теплота испарения чистой жидкости с увеличением температуры?	<p>1. не изменяется</p> <p>2.увеличивается</p> <p>3.уменьшается</p> <p>4.зависит от свойств конкретной жидкости</p>
7.	В каких случаях можно пренебречь разностью между изменением энтальпии и изменением внутренней энергии реакции?	<p>1. если в реакции участвуют только вещества в конденсированном состоянии</p> <p>2.если все участники реакции – газообразные вещества</p> <p>3.если в ходе реакции давление не изменяется</p> <p>4.если реакция протекает при постоянной температуре</p>
8.	Какой процесс называют обратимым термодинамическим процессом?	<p>1. процесс, протекающий при конечной разности действующих и противодействующих сил</p> <p>2.процесс, после которого система и</p>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		<p>окружающая среда могут возвратиться в начальное состояние без дополнительной затраты энергии</p> <p>3. процесс, при котором выполняется минимальная работа</p> <p>4. процесс, при котором пути прямого и обратного процесса не совпадают</p>
9.	Самопроизвольные процессы всегда идут...	<p>1. в направлении увеличения общей энергии системы</p> <p>2. в направлении увеличения внутренней энергии системы</p> <p>3. в направлении уменьшения внутренней энергии системы</p> <p>4. в направлении диссипации (рассеивания) энергии</p>
10.	Равновесная передача энергии между телами с различной температурой	<p>1. невозможна</p> <p>2. возможна, если <math>\Delta T</math> – конечная величина</p> <p>3. возможна только для кристаллических тел</p> <p>4. возможна только с помощью посредника (термодинамической системы)</p>
11.	Согласно второму закону термодинамики	<p>1. энтропия является внешним параметром системы</p> <p>2. энтропия – интенсивный параметр системы</p> <p>3. энтропия – интенсивная функция состояния системы</p> <p>4. энтропия – экстенсивная функция состояния системы</p>
12.	При самопроизвольных процессах энтропия закрытой системы	<p>1. не изменяется</p> <p>2. может только увеличиваться</p> <p>3. общая энтропия системы и окружающей среды увеличивается</p> <p>4. общая энтропия системы и окружающей среды не изменяется</p>
13.	Все самопроизвольные процессы при любых условиях идут в направлении:	<p>1. уменьшения внутренней энергии</p> <p>2. уменьшения энергии Гиббса</p> <p>3. уменьшения энтропии «Вселенной»</p> <p>4. увеличения энтропии «Вселенной»</p>
14.	Как изменяется энтропия изолированной системы, если в ней обратимо плавится вещество?	<p>1. увеличивается</p> <p>2. уменьшается</p> <p>3. не изменяется</p> <p>4. изменение зависит от природы вещества</p>
15.	При самопроизвольных процессах энтропия закрытой системы	<p>1. не изменяется</p> <p>2. может только увеличиваться</p> <p>3. энтропия системы и окружающей</p>

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		среды увеличивается 4. может только уменьшаться
16.	В однокомпонентной гетерогенной изобарно-изотермической системе переход массы вещества из фазы I в фазу II	1. невозможен 2. происходит при любых условиях 3. происходит, если молярная энергия Гиббса фазы I меньше молярной энергии Гиббса фазы II 4. происходит, если молярная энергия Гиббса фазы I больше молярной энергии Гиббса фазы II
17.	Фазовые переходы первого рода характеризуются тем, что	1. энтропия и объем изменяются монотонно 2. энтропия и объем изменяются скачкообразно 3. энтропия и давление претерпевают разрыв в точке перехода 4. энтропия и объем не изменяются
18.	В изолированной системе могут самопроизвольно протекать только процессы,...	1. сопровождающиеся увеличением внутренней энергии системы 2. при которых энтропия системы не изменяется 3. сопровождающиеся увеличением энтропии системы 4. процессы, сопровождающиеся уменьшением энергии Гиббса системы
19.	С увеличением температуры химический потенциал компонента в идеальном растворе	1. увеличивается 2. уменьшается 3. не изменяется 4. растворителя увеличивается, а растворенного вещества уменьшается
20.	При образовании идеального раствора химический потенциал	1. растворителя увеличивается 2. растворителя и растворенного вещества уменьшается 3. растворенного вещества уменьшается, а растворителя увеличивается 4. растворенного вещества увеличивается

Вариант № 3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	По закону Генри растворимость газов:	1. увеличивается с уменьшением его давления 2. не зависит от давления газа 3. увеличивается с возрастанием давления 4. определяется только константой Генри

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
2.	Температура кипения идеального раствора зависит только:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. от внешнего давления</li> <li>2. от состава раствора</li> <li>3. от свойств растворителя и растворенного вещества</li> <li>4. от всех перечисленных выше факторов</li> </ol>
3.	Не смешивающиеся жидкости кипят при температурах:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. выше температуры кипения малолетучей жидкости</li> <li>2. выше температуры кипения легколетучей жидкости</li> <li>3. ниже температуры кипения легколетучей жидкости</li> <li>4. при температуре кипения, равной <math>0.5 \cdot T_{\text{кип}}(1) + 0.5 \cdot T_{\text{кип}}(2)</math></li> </ol>
4.	Разделение жидкостей путем перегонки наиболее эффективно	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. при высоком давлении</li> <li>2. при высокой температуре кипения</li> <li>3. при близких составах насыщенного пара и раствора</li> <li>4. при низкой температуре кипения</li> </ol>
5.	Число степеней свободы показывает:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. число равновесных фаз</li> <li>2. число независимых компонентов</li> <li>3. число внешних параметров</li> <li>4. число независимых переменных при равновесии фаз</li> </ol>
6.	Твердая эвтектика представляет собой	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. гомогенную систему переменного состава</li> <li>2. гомогенную систему постоянного состава</li> <li>3. гетерогенную систему постоянного состава</li> <li>4. гетерогенную систему переменного состава</li> </ol>
7.	Максимальное число фаз в равновесной системе равно	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. в однокомпонентной – 2</li> <li>2. в двухкомпонентной – 4</li> <li>3. в трехкомпонентной – 6</li> <li>4. в двухкомпонентной – 3</li> </ol>
8.	В эвтектической точке бинарная система	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. бивариантна</li> <li>2. инвариантна</li> <li>3. моновариантна</li> <li>4. тривариантна</li> </ol>
9.	В перитектической точке двухкомпонентной системы число степеней свободы равно	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0</li> <li>2. 3</li> <li>3. 1</li> <li>4. 2</li> </ol>
10.	Неограниченные твердые растворы замещения образуются, если компоненты имеют:	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. различные по величине радиусы (различие больше 15 %), но одинаковые структуры</li> <li>2. благоприятный размерный фактор, но разные валентности и электро-</li> </ol>



№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		отрицательности 3. благоприятный размерный фактор и одинаковые структуры 4. благоприятный размерный фактор, одинаковые структуры, но сильно отличающиеся электроотрицательности
11.	Твердые растворы – это	1. гетерогенная система переменного состава 2. тонкодисперсная смесь обоих компонентов 3. однофазная система постоянного состава 4. гомогенная система переменного состава.
12.	Константа равновесия для реакций с идеальными газами зависит	1. только от температуры 2. только от давления 3. от температуры, природы реагирующих веществ, записи стехиометрического уравнения реакции 4. от температуры, общего давления и природы реагирующих веществ
13.	В какую сторону сместится равновесие реакции $A_{тв} + B_{тв} = C_{газ}$ (где А и В – фазы постоянного состава), если в систему ввести инертный газ при $P, T = const$ ?	1. вправо 2. влево 3. смещения не произойдет 4. смещение зависит от количества инертного газа
14.	Величина $K^0$ определяется только	1 температурой 2. температурой и давлением 3. температурой, давлением и природой исходных веществ 4. температурой, давлением и природой всех реагентов
15.	Для реакции $2A + B = C + D$ с идеальными газами добавление инертного газа при постоянных $P$ и $T$ будет смещать равновесие	1. вправо 2. влево 3. смещения равновесия не произойдет; 4. направление смещения зависит от количества инертного газа
16.	Направление реакции $A_{тв} \rightarrow B_{тв}$ при $P, T = const$ зависит	1. от соотношения парциальных давлений компонентов 2. от массы компонентов 3. от термодинамических свойств компонентов 4. только от температуры реакции
17.	Для реакций с идеальными газами типа $2A + 3B = 2D + C$	1. состав равновесной смеси не зависит от $P_{общ}$ 2. $K_p$ увеличивается с ростом $P_{общ}$ 3. выход продуктов увеличивается с

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		ростом $P_{\text{общ}}$ 4. выход продуктов не зависит от $P_{\text{общ}}$
18.	В изолированной системе	1. вероятность микросостояния зависит от энергии частицы 2. вероятность микросостояний различна 3. все микросостояния, совместимые с данным микросостоянием, равновероятны 4. вероятности всех микросостояний не одинаковы и зависят от изменения объема системы
19.	Полное давление газовой смеси равно	1. сумме парциальных давлений компонентов 2. разности парциальных давлений компонентов 3. произведению парциальных давлений компонентов 4. массе компонентов смеси
20.	Скоростью химической реакции будет являться	1. изменение концентрации любого из участников реакции в единицу времени (при постоянном объеме) 2. изменение числа молей любого из участников реакции в единицу времени (при постоянном давлении) 3. изменение числа молей любого из участников реакции в единицу времени (при постоянном объеме) 4. изменение концентрации любого из участников реакции в единицу времени (при постоянном давлении)

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифференцированный зачет)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает

<b>Оценка</b>			
<b>«2» (неудовлетворительно)</b>	<b>Пороговый уровень освоения</b>	<b>Углубленный уровень освоения</b>	<b>Продвинутый уровень освоения</b>
	<b>«3» (удовлетворительно)</b>	<b>«4» (хорошо)</b>	<b>«5» (отлично)</b>
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических занятий
вопросы	дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	некоторые неточности в ответе на вопрос.	его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

### 6.3.2. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

<b>Оценка</b>			
<b>«2» (неудовлетворительно)</b>	<b>Пороговый уровень освоения</b>	<b>Углубленный уровень освоения</b>	<b>Продвинутый уровень освоения</b>
	<b>«3» (удовлетворительно)</b>	<b>«4» (хорошо)</b>	<b>«5» (отлично)</b>
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

#### *Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:*

<b>Количество правильных ответов, %</b>	<b>Оценка</b>
0-49	Неудовлетворительно
50-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

## **7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1. Рекомендуемая литература**

#### **7.1.1. Основная литература**

1. Новиков, И.И. Термодинамика [Электронный ресурс] : учебное пособие / И.И. Новиков. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 592 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/286>

2. Калашников, Н.П. Графические методы решения задач по молекулярно-кинетической теории и термодинамике идеальных газов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.П. Калашников, В.П. Красин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 192 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/672>. — Загл. с экрана

3. Логинов, В.С. Примеры и задачи по тепломассообмену [Электронный ресурс] : учебное пособие / В.С. Логинов, А.В. Крайнов, В.Е. Юхнов, Д.В. Феоктистов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2017. — 256 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93718>

4. Ансельм, А.И. Основы статистической физики и термодинамики [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.И. Ансельм. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2007. — 448 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/692>

#### **7.1.2. Дополнительная литература**

1. Шилова, С.В. Химическая термодинамика [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.В. Шилова, В.Е. Проскурина, Г.В. Булидорова, Л.А. Павличенко. — Электрон. дан. — Казань : КНИТУ, 2009. — 116 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/13353>

2. Иванова, Т.Е. Химическая термодинамика и ее применение в нефтегазовом деле [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.Е. Иванова. — Электрон. дан. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2014. — 146 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/64510>

3. Иванова, Т.Е. Химическая термодинамика и ее применение в нефтегазовом деле [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.Е. Иванова. — Электрон. дан. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2014. — 146 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/64510>

#### **7.1.3. Учебно-методическое обеспечение**

1. Морачевский, А.Г. Физическая химия. Гетерогенные системы [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Г. Морачевский, Е.Г. Фирсова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 192 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/60048>

### **7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Европейская цифровая библиотека European: <http://www.europeana.eu/portal/>

2. Мировая цифровая библиотека: <http://www.wdl.org/ru/>

3. Свободная энциклопедия «Википедия»: <http://ru.wikipedia.org/>

4. Словари и энциклопедии на «Академике»: <http://dic.academic.ru/>

5. Электронная библиотека учебников: <http://student.net/>

6. Электронная библиотека IQlib: <http://www.iqlib.ru/>

7. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ): <http://www.rsl.ru/>

8. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:**

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

### **Аудитории для проведения лекционных занятий.**

Оснащенность: стол- 19 шт., стул-38 шт., доска белая маркерная Magnetoplan С 2000x1000 мм.

Компьютерная техника: интерактивный сенсорный LCD – экран iiyama ProLite PL8603U.

### **Аудитории для проведения практических занятий.**

Оснащенность: стол- 8 шт., стул-16 шт., доска белая маркерная Magnetoplan С 2000x1000 мм.

Компьютерная техника: Моноблок Dell OptiPlex 7470 All-in-One CTO 23.8” FHD DDR4 16 ГБ – 16 шт.

### **8.2. Помещения для самостоятельной работы:**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., балон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стул – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 « На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. Microsoft Office 2007 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 46082032 от 30.10.2009, договор бессрочный Microsoft Open License 46822807 от 22.12.2009,

договор бессрочный Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 45207312 от 03.03.2009)

4. MySQL Workbench v. 6.3.9 (лицензия свободная GNU GPL)

5. PHP 7.1.7 ( лицензия на свободное программное обеспечение, под которой выпущен язык программирования PHP, одобрена OSI)

6. Apache 2.4.27 (свободный кроссплатформенный Web-сервер, лицензия на свободное программное обеспечение Apache Software Foundation).

7. Python (свободное распространяемое ПО)