

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Воронежский государственный архитектурно-строительный университет

УТВЕРЖДАЮ
Директор строительно-
технологического института

_____ Власов В.В.

«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Химическая термодинамика»

Направление подготовки 18.03.01 Химическая технология

Профиль

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Нормативный срок обучения 4 года

Форма обучения очная

Автор программы к.х.н, доцент кафедры химии Ходосова Н.А.

Программа обсуждена на заседании кафедры _____

«___» _____ 2015 года Протокол № _____

Зав. кафедрой _____ Рудаков О.Б.

Воронеж 2015

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цели дисциплины

Химическая термодинамика изучает применение законов термодинамики к химическим и физико-химическим процессам, является наукой об энергетических эффектах химических реакций, их направлении и равновесии.

Цель дисциплины – изучение теоретических основ классической и статистической термодинамики и способов применения термодинамических методов для решения химических проблем, а также формирования у студентов знаний и умений, позволяющих моделировать и проводить численные расчеты при описании различных видов химических и фазовых равновесий и свойств веществ.

1.2 Задачи освоения дисциплины

Задачами дисциплины являются:

- изучение основных термодинамических законов и особенностей их использования при описании химических процессов и явлений, протекающих в многокомпонентных системах;
- изучение и объяснение закономерностей, определяющих направленность химических процессов,
- рассмотрение основных методов экспериментального и теоретического исследования химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах, условий оптимального проведения процессов с целью получения максимального выхода продукта;
- овладение навыками использования термодинамического метода в химических технологиях.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Дисциплина «Химическая термодинамика» относится к вариативной части математического и естественнонаучного цикла учебного плана.

Требования к «входным» знаниям и умениям студента, необходимым для изучения дисциплины «Химическая термодинамика»:

- владение базовыми знаниями в области физики, физической химии, общей химии, математики, современных информационных технологий;
- умение использовать теоретические знания для решения экспериментально-практических задач.

Изучение дисциплины «Химическая термодинамика» требует основных знаний, умений и компетенций студента по курсам: физическая химия, общая и неорганическая химия, физика, математика, информатика.

Дисциплина «Химическая термодинамика» является предшествующей для следующих дисциплин:

- коллоидная химия,
 - физика и химия поверхности,
 - межфазные границы и конденсированные среды,
- а также для дисциплин профильной направленности.

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс изучения дисциплины «Химическая термодинамика» направлен на формирование следующих компетенций: ПК-3, ПК-21, ПК-23:

- использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире (ПК-3);
- планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, математически моделировать физические и химические процессы и явления, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения (ПК-21);
- использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности (ПК-23).

В результате изучения дисциплины студент должен

Знать:

- базовую терминологию, относящуюся к химической термодинамике, основные понятия и законы термодинамики, их математическое выражение;
- основные экспериментальные и расчетные методы определения макроскопических характеристик системы и отдельных ее составляющих веществ;
- границы применимости термодинамического метода к описанию химических явлений, логику распространения термодинамического метода к многокомпонентным системам различного типа;
- принципы использования термодинамического подхода для описания современных химических технологий.

Уметь:

- демонстрировать связь фундаментальных законов термодинамики с химическими и физико-химическими явлениями;
- моделировать химическое, фазовое равновесие и проводить численные расчеты физико-химических величин;
- проводить экспериментальные исследования по измерению теплот химических процессов, свойств растворов, определению констант равновесия химических реакций, построению диаграмм состояния.

Владеть:

- понятийно-терминологическим аппаратом в области химической термодинамики;
- навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций, констант равновесия химических реакций и других физико-химических величин.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Химическая термодинамика» составляет **4** зачетные единицы.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
Аудиторные занятия (всего)	54	54
В том числе:		
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	-	-
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
Самостоятельная работа (всего)	90	90
В том числе:		
Курсовой проект	-	-
Контрольная работа	-	-
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	экзамен	экзамен
Общая трудоемкость	час	144
	зач. ед.	4

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекц.	Лаб. зан.	СРС	Всего час.
1.	Основные понятия химической термодинамики	6	12	26	44
2.	Термодинамика растворов	4	8	28	40
3.	Фазовые, химические и адсорбционные равновесия	6	16	18	40
4.	Термодинамика твердофазных химических реакций	2	-	18	20
ВСЕГО ЧАСОВ		18	36	90	144

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Не предусмотрено

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО И ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

№ п/п	Компетенция (общекультурная – ОК; профессиональная - ПК)	Форма контроля	семестр
1	ПК-3 использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекающих в окружающем мире	Тестирование (Т) Реферативная работа (РР) Экзамен	5
2	ПК-21 планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, математически моделировать физические и химические процессы и явления, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения	Тестирование (Т) Реферативная работа (РР) Экзамен	5
3	ПК-23 использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	Тестирование (Т) Реферативная работа (РР) Экзамен	5

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Форма контроля		
		Т	РР	Экзамен
Знает	базовую терминологию, относящуюся к химической термодинамике, основные понятия и законы термодинамики, их математическое выражение; основные экспериментальные и расчетные методы определения макроскопических характеристик системы и отдельных ее составляющих веществ; границы применимости термодинамического метода к описанию химических явлений, логику распространения термодинамического метода к многокомпонентным системам различного типа; принципы использования термодинамического подхода для описания современных химических технологий. (ПК-3, ПК-21, ПК-23)	+	+	+

Умеет	демонстрировать связь фундаментальных законов термодинамики с химическими и физико-химическими явлениями; моделировать химическое, фазовое равновесие и проводить численные расчеты физико-химических величин; проводить экспериментальные исследования по измерению теплот химических процессов, свойств растворов, определению констант равновесия химических реакций, построению диаграмм состояния (ПК-3, ПК-21, ПК-23)	+	+	+
Владеет	понятийно-терминологическим аппаратом в области химической термодинамики; навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций, констант равновесия химических реакций и других физико-химических величин. (ПК-3, ПК-21, ПК-23)	+	+	+

7.2.1. Этап текущего контроля знаний

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по пятибальной шкале с оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно»;
- «не аттестован».

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
Знает	базовую терминологию, относящуюся к химической термодинамике, основные понятия и законы термодинамики, их математическое выражение; основные экспериментальные и расчетные методы определения макроскопических характеристик системы и отдельных ее составляющих веществ; границы применимости термодинамического метода к описанию химических явлений, логику распространения термодинамического	отлично	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные тестирования, задания для самостоятельной работы,

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	метода к многокомпонентным системам различного типа; принципы использования термодинамического подхода для описания современных химических технологий (ПК-3, ПК-21, ПК-23)		реферативная работа на оценки «отлично».
Умеет	демонстрировать связь фундаментальных законов термодинамики с химическими и физико-химическими явлениями; моделировать химическое, фазовое равновесие и проводить численные расчеты физико-химических величин; проводить экспериментальные исследования по измерению теплот химических процессов, свойств растворов, определению констант равновесия химических реакций, построению диаграмм состояния (ПК-3, ПК-21, ПК-23)		
Владеет	понятийно-терминологическим аппаратом в области химической термодинамики; навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций, констант равновесия химических реакций и других физико-химических величин (ПК-3, ПК-21, ПК-23)		
Знает	базовую терминологию, относящуюся к химической термодинамике, основные понятия и законы термодинамики, их математическое выражение; основные экспериментальные и расчетные методы определения макроскопических характеристик системы и отдельных ее составляющих веществ; границы применимости термодинамического метода к описанию химических явлений, логику распространения термодинамического метода к многокомпонентным системам различного типа; принципы использования термодинамического подхода для описания современных химических технологий (ПК-3, ПК-21, ПК-23)	хорошо	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Выполненные тестирования, задания для самостоятельной работы, реферативная работа на оценки «хорошо».
Умеет	демонстрировать связь фундаментальных законов термодинамики с химическими и физико-химическими явлениями; моделировать химическое, фазовое равновесие и проводить численные расчеты физико-химических величин; проводить экспериментальные исследования		

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	по измерению теплот химических процессов, свойств растворов, определению констант равновесия химических реакций, построению диаграмм состояния (ПК-3, ПК-21, ПК-23)		
Владеет	понятийно-терминологическим аппаратом в области химической термодинамики; навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций, констант равновесия химических реакций и других физико-химических величин (ПК-3, ПК-21, ПК-23)		
Знает	базовую терминологию, относящуюся к химической термодинамике, основные понятия и законы термодинамики, их математическое выражение; основные экспериментальные и расчетные методы определения макроскопических характеристик системы и отдельных ее составляющих веществ; границы применимости термодинамического метода к описанию химических явлений, логику распространения термодинамического метода к многокомпонентным системам различного типа; принципы использования термодинамического подхода для описания современных химических технологий (ПК-3, ПК-21, ПК-23)	удовлетворительно	Полное или частичное посещение лекционных и практических занятий. Удовлетворительное выполнение тестирования, задания для самостоятельной работы, реферативная работа.
Умеет	демонстрировать связь фундаментальных законов термодинамики с химическими и физико-химическими явлениями; моделировать химическое, фазовое равновесие и проводить численные расчеты физико-химических величин; проводить экспериментальные исследования по измерению теплот химических процессов, свойств растворов, определению констант равновесия химических реакций, построению диаграмм состояния (ПК-3, ПК-21, ПК-23)		
Владеет	понятийно-терминологическим аппаратом в области химической термодинамики; навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций, констант равновесия химических реакций и других физико-химических величин (ПК-3, ПК-21, ПК-23)		
Знает	базовую терминологию, относящуюся к химической термодинамике, основные понятия и законы термодинамики, их	неудовлетворительн	Частичное посещение

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	математическое выражение; основные экспериментальные и расчетные методы определения макроскопических характеристик системы и отдельных ее составляющих веществ; границы применимости термодинамического метода к описанию химических явлений, логику распространения термодинамического метода к многокомпонентным системам различного типа; принципы использования термодинамического подхода для описания современных химических технологий (ПК-3, ПК-21, ПК-23)	о	лекционных и практических занятий. Неудовлетворительно выполненные тестирования, задания для самостоятельной работы, реферативная работа.
Умеет	демонстрировать связь фундаментальных законов термодинамики с химическими и физико-химическими явлениями; моделировать химическое, фазовое равновесие и проводить численные расчеты физико-химических величин; проводить экспериментальные исследования по измерению теплот химических процессов, свойств растворов, определению констант равновесия химических реакций, построению диаграмм состояния (ПК-3, ПК-21, ПК-23)		
Владеет	понятийно-терминологическим аппаратом в области химической термодинамики; навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций, констант равновесия химических реакций и других физико-химических величин (ПК-3, ПК-21, ПК-23)		
Знает	базовую терминологию, относящуюся к химической термодинамике, основные понятия и законы термодинамики, их математическое выражение; основные экспериментальные и расчетные методы определения макроскопических характеристик системы и отдельных ее составляющих веществ; границы применимости термодинамического метода к описанию химических явлений, логику распространения термодинамического метода к многокомпонентным системам различного типа; принципы использования термодинамического подхода для описания современных химических технологий (ПК-3,	не аттестован	Непосещение лекционных и практических занятий. Невыполненные тестирования, задания для самостоятельной работы, реферативная работа.

Дескриптор компетенции	Показатель оценивания	Оценка	Критерий оценивания
	ПК-21, ПК-23)		
Умеет	демонстрировать связь фундаментальных законов термодинамики с химическими и физико-химическими явлениями; моделировать химическое, фазовое равновесие и проводить численные расчеты физико-химических величин; проводить экспериментальные исследования по измерению теплот химических процессов, свойств растворов, определению констант равновесия химических реакций, построению диаграмм состояния (ПК-3, ПК-21, ПК-23)		
Владеет	понятийно-терминологическим аппаратом в области химической термодинамики; навыками вычисления тепловых эффектов химических реакций, констант равновесия химических реакций и других физико-химических величин (ПК-3, ПК-21, ПК-23)		

7.3. Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

Текущий контроль успеваемости осуществляется на лабораторных занятиях: в виде опроса теоретического материала и умения применять его к решению задач у доски, в виде проверки домашних заданий, в виде тестирования по отдельным темам.

Промежуточный контроль осуществляется проведением тестированием по нескольким разделам дисциплины, изученным студентом в период между аттестациями, проверкой заданий для самостоятельной работы.

7.3.1. Типовые варианты заданий

Тема «Основные понятия химической термодинамики»

1. Энергия Гиббса образования $(\text{NH}_4)_2\text{CrO}_{4(\text{кр})}$ равна изменению энергии Гиббса реакции:

- $2\text{NH}_{3(\text{г})} + \text{H}_2\text{CrO}_{4(\text{ж})} = (\text{NH}_4)_2\text{CrO}_{4(\text{кр})}$
- $2\text{NH}_{3(\text{г})} + \text{CrO}_{3(\text{кр})} + \text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})} = (\text{NH}_4)_2\text{CrO}_{4(\text{кр})}$
- $\text{N}_{2(\text{г})} + 4\text{H}_{2(\text{г})} + \text{Cr}_{(\text{кр})} + 2\text{O}_{2(\text{г})} = (\text{NH}_4)_2\text{CrO}_{4(\text{кр})}$
- $2\text{N}_{(\text{г})} + 8\text{H}_{(\text{г})} + \text{Cr}_{(\text{г})} + 4\text{O}_{(\text{г})} = (\text{NH}_4)_2\text{CrO}_{4(\text{кр})}$

2. Сумму внутренней энергии и произведения объема вещества на внешнее давление называют

1. энтропией

2. энтальпией
3. энергией Гиббса
4. энергией Гельмгольца

3. Энергия Гельмгольца F равна

1. $H + TS$
2. $H - TS$
3. $U + TS$
4. $U - TS$

4. Химический процесс может самопроизвольно протекать при любой температуре, если он сопровождается:

1. уменьшением энтальпии и энтропии
2. возрастанием энтальпии и энтропии
3. уменьшением энтальпии и возрастанием энтропии
4. возрастанием энтальпии и уменьшением энтропии
5. увеличением энергии Гиббса

5. Изменение энтропии при протекании равновесного изотермического процесса равно

1. $(\Delta H - \Delta G)/T$
2. $(\Delta G - \Delta H)/T$
3. $\Delta H/T$
4. $\Delta S/T$

6. Экзотермические процессы сопровождающиеся уменьшением энтропии самопроизвольно

1. протекать не могут
2. могут протекать при любой температуре
3. могут протекать только при низких температурах
4. могут протекать только при высоких температурах

7. Изменение энтропии ΔS реакции $4\text{NH}_{3(\text{г})} + 5\text{O}_{2(\text{г})} = 4\text{NO}_{(\text{г})} + 6\text{H}_2\text{O}_{(\text{ж})}$

1. $\Delta S > 0$
2. $\Delta S < 0$
3. $\Delta S = 0$
4. По уравнению этой реакции невозможно оценить знак изменения энтропии

8. Максимальной энтропией обладает:

1. $\text{H}_2\text{O}_{(\text{тв.})}$
2. $\text{H}_2\text{O}_{(\text{жидк.})}$
3. $\text{H}_2\text{O}_{(\text{газ})}$

9. Термохимическое уравнение реакции горения метана: $\text{CH}_{4(\text{г})} + 2\text{O}_{2(\text{г})} = \text{CO}_{2(\text{г})} + 2\text{H}_2\text{O}_{(\text{г})} + 802\text{кДж}$. Сколько выделится теплоты (кДж) при сжигании 48,0 г метана?

1. 1718
2. 2406
3. 1604
4. -802

Тема «Фазовые, химические и адсорбционные равновесия»

1. Введение катализатора в систему, находящуюся в состоянии равновесия

1. смещает равновесие в сторону продуктов реакции
2. смещает равновесие в сторону исходных веществ
3. не влияет на равновесие

2. Константа химического равновесия (K) связана со стандартным изменением энергии Гиббса соотношением $\Delta G^0 = ..$

1. $RT \lg K$
2. $-RT \ln K$
3. $R \ln K$
4. $RT \ln K$

3. Константа химического равновесия зависит

1. от природы реагирующих веществ
2. от температуры
3. от концентрации реагирующих веществ
4. от присутствия катализатора

4. Выражение для константы равновесия гетерогенной реакции $\text{C}_{(\text{к})} + 2\text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$ Имеет вид:

1. $K_p = (p_{\text{CO}_2})_p (p_{\text{H}_2})_p^2 / (p_{\text{H}_2\text{O}})_p^2$,
2. $K_p = (p_{\text{CO}_2})_p (p_{\text{H}_2})_p / (p_{\text{H}_2\text{O}})_p$,
3. $K_p = (p_{\text{CO}_2})_p (p_{\text{H}_2})_p^2 / (p_{\text{H}_2\text{O}})_p^2 (p_{\text{C}})_k$,
4. $K_p = p / (p_{\text{H}_2\text{O}})_p^2 (p_{\text{C}})_k / (p_{\text{CO}_2})_p (p_{\text{H}_2})_p^2$

5. Число степеней свободы (вариантность состояния) системы, состоящей из K компонентов и Ф фаз, на которую из внешних условий влияют только давление и температура:

1. $K + \Phi + 2$
2. $K - \Phi + 2$
3. $K - \Phi - 2$
4. $\Phi - K + 2$

6. Если адсорбция протекает из газовой, жидкой фазы на поверхность жидкой или твердой фазы, то в процессе адсорбции энтропия системы:

1. уменьшается
2. увеличивается
3. не изменяется
4. равна нулю

7.3.2. Вопросы для подготовки к экзамену

1. Основные понятия и определения химической термодинамики: термодинамическая система, термодинамические параметры, термодинамическое состояние, термодинамический процесс.

2. Функции состояния и функции процесса. Внутренняя энергия, энтальпия, теплота и работа.

3. Первое начало термодинамики, основные формулировки.

4. Теплота и работа расширения (сжатия) идеального газа в изотермическом, изобарном, изохорном, адиабатическом процессах.

5. Термохимия. Закон Гесса. Способы вычисления тепловых эффектов из энтальпий образования, сгорания, комбинированием термохимических уравнений.

6. Теплоемкость. Зависимость теплового эффекта от температуры (уравнение Кирхгофа). Калориметрический метод измерения тепловых эффектов.

8. Второй закон термодинамики. Энтропия. Выражение второго начала термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Применение энтропии как критерия равновесия и направления самопроизвольных процессов в изолированных системах. Объединенное уравнение первого и второго начал термодинамики.

9. Термодинамические потенциалы как критерии направления процесса. Энергия Гиббса и энергия Гельмгольца. Расчет энергии Гиббса.

10. Характеристические функции. Уравнение Гиббса-Гельмгольца.

11. Зависимость энергии Гиббса от состава. Химический потенциал. Фугитивность (летучесть), активность.

12. Общая характеристика растворов. Парциальные молярные величины. Уравнения Гиббса-Дюгема. Классификация растворов. Идеальные, неидеальные, предельно разбавленные растворы.

13. Растворы газов в жидкостях. Закон Генри. Закон Дальтона.

14. Разбавленные растворы нелетучих веществ в летучем растворителе. Закон Рауля. Повышение температуры кипения и понижение температуры замерзания. Осмотическое давление. Изотонический коэффициент. Активность.

15. Давление насыщенного пара над раствором летучих компонентов. Бинарные жидкие системы с неограниченной взаимной растворимостью. Закон Рауля для бинарных жидких систем. Давление и состав пара над идеальными растворами. Отклонения от закона Рауля.

16. Законы Гиббса-Коновалова. Способы разделения жидких бинарных растворов.

17. Бинарные жидкие системы с ограниченной взаимной растворимостью.

18. Взаимно нерастворимые жидкости. Закон распределения Нернста-Шилова. Экстракция.

19. Химическое равновесие. Закон действующих масс.

20. Уравнение изотермы химической реакции. Уравнение химического сродства.
21. Термодинамические константы равновесия. Влияние температуры на константу равновесия. Уравнения изобары и изохоры химической реакции.
22. Смещение химического равновесия. Принцип Ле Шателье.
23. Третий закон термодинамики. Тепловая теорема Нернста. Постулат Планка.
24. Основные понятия учения о фазовых равновесиях: фаза, составные части системы, независимые компоненты, число степеней свободы. Правило фаз Гиббса.
25. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Уравнение Клайперона-Клаузиуса.
26. Диаграммы состояния однокомпонентных систем. Полиморфные превращения: энантиотропные и монокотропные.
27. Физико-химический анализ, диаграммы фазовых превращений. Принципы непрерывности и соответствия Н.С. Курнакова. Термический анализ. Методы построения фазовых диаграмм. Анализ кривых охлаждения.
28. Диаграммы состояния двухкомпонентных систем с неограниченной растворимостью в жидком состоянии и полным отсутствием растворимости в твердом состоянии: эвтектические диаграммы. Определение количественных соотношений между фазами. Правило рычага.
29. Диаграммы состояния систем с образованием бинарных химических соединений, плавящихся конгруэнтно и инконгруэнтно.
30. Диаграммы состояния эвтектического типа с полиморфизмом компонентов.
31. Диаграммы двухкомпонентных систем с ограниченной растворимостью в жидком состоянии. Ликвация.
32. Трехкомпонентные системы. Методы изображения состава тройных систем и принципы построения фазовых диаграмм. Треугольник концентраций Розебома.
33. Диаграмма состояния трехкомпонентных систем с неограниченной растворимостью в жидком состоянии и полным отсутствием растворимости в твердом состоянии: эвтектическая диаграмма.
34. Адсорбция в дисперсных системах. Уравнения адсорбции Гиббса и Ленгмюра.
35. Термодинамическая оценка возможности твердофазного взаимодействия. Энтальпийный и энтропийный вклады для реакций с участием твердых веществ.
36. Экспериментальные методы исследования термодинамики твердофазных реакций.
37. Закономерности изменения и приближенные методы расчета энтальпии, энтропии и энергии Гиббса твердофазных реакций.

7.3.3. Темы для реферативной работы

1. Первое начало термодинамики
2. Типы термодинамических процессов (изотермические, изобарные, изохорные). Стандартное состояние.

3. Поверхностная энергия Гиббса и поверхностное натяжение. Адсорбция.
4. Поверхностно-активные и поверхностно-неактивные вещества. Изменение поверхностной активности в гомологических рядах (Правило Траубе).
5. Физическая адсорбция и хемосорбция.
6. Адсорбция газов на твердых телах.

7.3.4. Тесты контроля качества усвоения дисциплины

Примерный тест по разделу «Основные понятия химической термодинамики»

Установите соответствие

1.

Уравнение:

1) $W = nC_p(T_1 - T_2)$

2) $W = 0$

3) $W = nRT \ln \left(\frac{V_2}{V_1} \right)$

4) $W = p(V_2 - V_1)$

Название:

1) работа в изотермическом процессе

2) работа в изобарном процессе

3) работа в изохорном процессе

4) работа в адиабатическом процессе

2.

Уравнение:

1) $C = \frac{\delta Q}{dT}$

2) $\bar{C} = \frac{Q}{T_2 - T_1}$

3) $C_p = \left(\frac{\partial H}{\partial T} \right)_p$

4) $C_V = \left(\frac{\partial U}{\partial T} \right)_V$

Название:

1) изобарная теплоемкость

2) изохорная теплоемкость

3) истинная теплоемкость

4) средняя теплоемкость

3.

Уравнение:

1) $dU = \delta Q - \delta W$

2) $\Delta S = \frac{Q}{T}$

3) $\Delta H_{T_2} = \Delta H_{T_1} + \int_{T_1}^{T_2} \Delta C_p dT$

4) $dU = TdS - \delta W$

Название:

1) уравнение Кирхгофа

2) I начало термодинамики

3) II начало термодинамики

4) I и II начала термодинамики

4.

Уравнение:

1) $\Delta G < 0$

2) $\Delta G = 0$

3) $\Delta G > 0$

Название:

1) процессы протекают самопроизвольно

2) процессы протекают в обратном направлении

3) состояние равновесия

5.

Уравнение:

1) $\frac{d \ln K_{\chi}}{dT} = -\frac{\Delta V}{RT}$

2) $\frac{d \ln K_p}{dT} = \frac{\Delta H}{RT^2}$

3) $\frac{d \ln K_c}{dT} = \frac{\Delta U}{RT^2}$

4) $\Delta G^{\circ} = -RT \ln K_p$

5) $\Delta G = RT \ln \Pi_{p'} - RT \ln K_p$

Название:

1) уравнение изобары реакции

2) уравнение изохоры реакции

3) уравнение изотермы реакции

4) уравнение химического сродства

5) уравнение Планка

7.3.5. Паспорт фонда оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Основные понятия химической термодинамики	(ПК-3, ПК-21, ПК-23)	Тестирование Реферативная работа Экзамен
2	Термодинамика растворов	(ПК-3, ПК-21, ПК-23)	Тестирование Реферативная работа Экзамен
3	Фазовые, химические и адсорбционные равновесия	(ПК-3, ПК-21, ПК-23)	Тестирование Реферативная работа Экзамен
4	Термодинамика твердофазных химических реакций	(ПК-3, ПК-21, ПК-23)	Тестирование Реферативная работа Экзамен

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

При проведении устного экзамена обучающемуся предоставляется 60 минут на подготовку. Опрос обучающегося по билету на устном экзамене не должен превышать двух астрономических часов.

Во время проведения экзамена обучающиеся могут пользоваться программой

дисциплины, а также вычислительной техникой.

8. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

№ п/п	Наименование издания	Вид издания (учебник, учебное пособие, методические указания, компьютерная программа)	Автор (авторы)	Год издания	Место хранения и количество
1	Физическая химия: лабораторный практикум	Учебное пособие	Слепцова О.В., Кривнева Г.Г.	2012	Библиотека - 34

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Лабораторные занятия	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение заданий, решение задач по алгоритму.
Реферативная работа	Работа со справочными изданиями, дополнительной литературой, с научными изданиями по определенной теме.
Подготовка к экзамену	При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и решение задач на практических занятиях.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

10.1. Основная литература:

1. Практикум по физической химии. Термодинамика: учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования / Е.П. Агеев и др.; под ред. Е.П. Агеева, В.В. Лунина. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 224 с.
2. Стромберг, А.Г. Физическая химия: учебник для вузов / А.Г. Стромберг, Д.П. Семченко; под ред. А. Г. Стромберга. – М.: Высш. шк., 2006. – 526 с.
3. Кудряшова, Н.С. Физическая химия : учебник для бакалавров : допущено МО РФ. – Москва : Юрайт, 2012 – 340 с.
4. Слепцова, О.В. Физическая химия: лабораторный практикум / О.В. Слепцова, Г.Г. Кривнева; Воронежский ГАСУ. – Воронеж, 2012. – 96 с.
5. Руководство к выполнению лабораторных работ по физической химии на УЛК «Химия» / сост.: О.В. Слепцова, Г.Г. Кривнева; Воронеж. гос. арх.-строит. ун-т. – Воронеж, 2010. – 37 с.

10.2. Дополнительная литература:

1. Ягодковский, В.Д. Статистическая термодинамика в физической химии: учеб. пособие / В.Д. Ягодковский. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005. – 495 с.
2. Рабухин, А.И. Физическая химия неметаллических и силикатных соединений: Учебник. – М. : Инфра-М, 2004. – 302 с.
3. Карякин, Н.В. Основы химической термодинамики: учеб. пособие. – М.: Академия, 2003. – 462 с.
4. Мюнстер, А. Химическая термодинамика / пер. с нем. Е.П. Агеева; под ред. Я.И. Герасимова. – М.: УРСС, 2002. – 295 с.
5. Ипполитов, Е. Г. Физическая химия: учебник для вузов / Е.Г. Ипполитов, А.В. Артемов, В.В. Батраков. – М.: Academia, 2005. – 447 с.
6. Бажин, Н.М. Термодинамика для химиков: учебник / Н.М. Бажин. – М.: Химия: КолосС, 2004. – 415 с.

10.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Чтение лекций осуществляется с использованием презентаций в программе «Microsoft PowerPoint».

Для выполнения лабораторных работ используется учебный лабораторный комплекс «Химия», совместимый с ПК и снабженный программным обеспечением.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. Химический каталог. Неорганическая химия. Сайты и книги <http://www.ximicat.com>

2. Chemnet - официальное электронное издание Химического факультета МГУ <http://www.chem.msu.ru/rus>
3. Справочно-информационный сайт по химии <http://www.alhimikov.net>

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Учебно-лабораторный комплекс «Химия» (модули «Термостат», «Термический анализ»), совместимый с персональным компьютером и снабженный программным обеспечением
2. Персональный компьютер
3. Принтер
4. Ноутбук
5. Медиапроектор
6. Криоскопы

12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для преподавания изучения дисциплины могут быть использованы следующие образовательные технологии:

- точное следование программе дисциплины;
- оптимальный объем лекционного материала и соответствие объема лекционного материала и материала для самостоятельного изучения;
- сопровождение лекционного материала слайдами и презентациями;
- подготовка тем для самостоятельной работы студентов, докладов и сообщений по тематике лекционного материала;
- выполнение и защита лабораторных работ;
- при условии защиты выполненных лабораторных работ студент допускается к сдаче экзамена;
- экзамен проводится в устной или письменной форме, включает теоретические вопросы и задачи, по его итогам выставляется оценка.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология.

Руководитель основной образовательной программы

К.Т.Н., доцент

(занимаемая должность, ученая степень и звание)

(подпись)

А.И. Макеев

(инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией строительного технологического института «__» _____20____ г., протокол №____.

Председатель

Д.Т.Н., проф.

учёная степень и звание,

подпись

Г.С. Славчева

инициалы, фамилия

Эксперт

Зав. каф. химии, д-р хим. наук, проф.

(место работы)

(занимаемая должность)

(подпись)

О.Б. Рудаков

(инициалы, фамилия)

М П
организации