

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Кемеровский государственный университет

Институт фундаментальных наук



**Рабочая программа дисциплины
Химическая термодинамика**

Направление подготовки
04.03.01 «Химия»

Направленность (профиль) подготовки
Химия твердого тела и материаловедение
Физическая химия

Уровень
бакалавриата

Форма обучения
очная

Кемерово 2018

Рабочая программа дисциплины «Физическая химия. Химическая термодинамика» рассмотрена на заседании кафедры органической и физической химии (протокол № 5 от 24 января 2018 г.)

Рабочая программа дисциплины «Физическая химия. Химическая термодинамика» рекомендована Научно-методическим советом института фундаментальных наук (протокол № 6 от 29.01.2018).

Рабочая программа дисциплины «Физическая химия. Химическая термодинамика» утверждена Учёным советом института фундаментальных наук (протокол № 6 от 12.02.2018).

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения	4
2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата	6
3. Объем дисциплины «Физическая химия. Химическая термодинамика» в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	6
3.1. Объём дисциплины «Физическая химия. Химическая термодинамика» по видам учебных занятий (в часах)	6
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий	7
4.1. Разделы дисциплины «Физическая химия. Химическая термодинамика» и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах) для очной формы обучения	7
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Физическая химия. Химическая термодинамика»	12
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Физическая химия. Химическая термодинамика»	14
6.1 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Физическая химия. Химическая термодинамика»	14
6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы	15
6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций.....	18
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины «Физическая химия. Химическая термодинамика»	19
а) основная учебная литература:	19
б) дополнительная учебная литература:	20
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины «Физическая химия. Химическая термодинамика»	20
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины «Физическая химия. Химическая термодинамика»	20
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Физическая химия. Химическая термодинамика» , включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)	22
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Физическая химия. Химическая термодинамика».....	22
12. Иные сведения и (или) материалы	22
12.1. Особенности реализации дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья	22
12.2. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)	24

1. Перечень планируемых результатов обучения

по дисциплине «Физическая химия. Химическая термодинамика», соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы «Химия», профиль «Физическая химия»

В результате освоения ОПОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине «Физическая химия. Химическая термодинамика»:

Коды компетенции	результаты освоения ОПОП Содержание компетенций*	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
ОПК-1	способностью использовать полученные знания теоретических основ фундаментальных разделов химии при решении профессиональных задач;	Знать: теоретические основы фундаментальных разделов физической химии Уметь: применять теоретические знания для решения конкретных синтетических и аналитических задач в химии. Владеть: навыками решения конкретных теоретических и экспериментальных задач
ОПК-2	владением навыками проведения химического эксперимента, основными синтетическими и аналитическими методами получения и исследования химических веществ и реакций);	Знать: Физические методы исследования и физико-химические методы определения физических величин. Уметь: Осуществлять химический эксперимент по предлагаемой методике. Анализировать и интерпретировать полученные экспериментальные результаты. Владеть: Техникой эксперимента. Приемами выполнения эксперимента по заданной методике измерения физических величин с заданной точностью
ОПК-6	знанием норм техники безопасности и умением реализовать их в лабораторных и технологических условиях	Знать: назначение, нормы техники безопасности и принципы работы на современной учебно-научной аппаратуре. Уметь: использовать аппаратуру для выполнения конкретной экспериментальной задачи с учетом норм техники безопасности. Владеть: навыками работы на современной учебно-научной аппаратуре при проведении химических экспериментов
ПК-1	способностью выполнять стандартные операции по предлагаемым методикам	Знать: правила хранения химических реагентов; правила безопасной работы с химическими веществами и ионизирующим излучением; и очистки химических веществ. Уметь: планировать химический эксперимент, прогнозировать ре-

		<p>зультаты эксперимента, анализировать полученные экспериментальные данные, интерпретировать полученные экспериментальные результаты, оценивать эффективность экспериментальных методов, описывать свойства полученных химических соединений, выбирать метод исследования, методику проведения эксперимента в соответствии с поставленными задачами.</p> <p>Владеть: техникой эксперимента; приемами выполнения эксперимента по заданной либо выбранной методике; техникой измерения физических величин с заданной точностью; приемами измерения аналитического сигнала.</p>
ПК-3	владением системой фундаментальных химических понятий;	<p>Знать: основы фундаментальных разделов химии; физической химии (основы термодинамики, теории растворов и фазовых равновесий, химической кинетики и катализа, электрохимии). Уметь: применять теоретические знания для решения конкретных задач в химии; пользоваться современными представлениями основных разделов естественных наук для объяснения специфики поведения химических соединений; использовать данные по строению веществ и соединений для изучения их свойств; использовать структурные данные в химическом исследовании.</p> <p>Владеть: методами и способа синтеза веществ; навыками описания свойств веществ; методологией выбора методов из, навыками их применения; методическими основами анализа; зами теории фундаментальных слов химии; навыками решения теоретических и экспериментальных задач.</p>
ПК-7	владением методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств	<p>Знать: свойства химических материалов, методы безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств</p> <p>Уметь: использовать методы безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств</p> <p>Владеть: методами безопасного обращения с химическими материалами с учетом их физических и химических свойств</p>

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Физическая химия. Химическая термодинамика» относится к базовой части профессионального цикла. Успешному освоению дисциплины предшествует освоение фундаментальных разделов физики и математики, основ пользования вычислительной техникой, умение использовать программное обеспечение компьютеров для математических расчетов и обработки экспериментальных данных, овладение теоретическими основами неорганической и аналитической химии, строение вещества. При изучении курса химической термодинамики студенты осваивают термодинамический метод, позволяющий теоретически определять возможности протекания процессов, химических реакций, определять выход продуктов в зависимости от условий проведения. Знания, умения и навыки, приобретенные студентом при изучении данной дисциплины необходимы при изучении Электрохимии и кинетики, коллоидной химии, большинства специальных дисциплин, при планировании и проведении химических экспериментов.

Дисциплина «**Физическая химия. Химическая термодинамика**» изучается на 2 курсе во 2 семестре.

3. Объем дисциплины «Физическая химия. Химическая термодинамика» в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины «**Физическая химия. Химическая термодинамика**» составляет 6 зачетных единиц, 216 академических часов.

3.1. Объём дисциплины «Физическая химия. Химическая термодинамика» по видам учебных занятий (в часах)

Объём дисциплины	Всего часов
	очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	216
Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) (всего)	
Аудиторная работа (всего):	108
в т. числе:	
Лекции	36
Семинары, практические занятия	36
Практикумы	
Лабораторные работы	36
Внеаудиторная работа (всего):	72

в том числе, индивидуальная работа обучающихся с преподавателем:	Индивидуальные консультации, выполнение индивидуальных заданий под контролем преподавателя.
Групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие групповую или индивидуальную работу обучающихся с преподавателем	Групповая консультация,
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	72
Вид промежуточной аттестации обучающегося (зачет/ экзамен)	экзамен

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1. Разделы дисциплины «Физическая химия. Химическая термодинамика» и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах) для очной формы обучения

№ п/ п	Раздел Дисциплины	Общая трудоёмкость (часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успева- емости	
			аудиторные учеб- ные занятия		самосто- ятельная ра- бота обуча- ющихся		
			все- го	лекции	семинары, практические занятия		
1.	Основные понятия химической термодинамики и применение 1 закона термодинамики для описания химических реакций	24	6	6	12	Защита лабораторной работы Защита индивидуального задания №1	
2.	Элементы статистической термодинамики.	13	5	2	6	Защита индивидуального задания № 1-2	
3.	Применение 2 закона термодинамики к химическим системам.	12	4	2	6	Защита индивидуального задания №2	
4.	Объединенное уравнение первого и второго начал термодинамики для обра-	10	2	2	6	Защита индивидуального задания №3	

№ п/ п	Раздел Дисциплины	Общая трудоёмкость (часах)	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			Формы текущего контроля успева- емости
			аудиторные учеб- ные занятия	самосто- ятельная ра- бота обуча- ющихся	все- го	
	тимых и необратимых процессов					
5.	Условие фазового равновесия в однокомпонентной системе.	16	2	10	4	Защита лабораторной работы
6.	Термодинамическое описание химических процессов.	30	5	20	5	Защита лабораторной работы
7.	Растворы неэлектролитов	38	5	18	15	Защита индивидуального задания №4 Защита лабораторной работы
8.	Фазовые равновесия в бинарных системах.	22	4	12	6	Защита лабораторной работы Защита индивидуального задания №5
9.	Тройные системы.	5	3		2	
10.	Итого	180	36	72	72	

4.2 Содержание дисциплины

Содержание лекционных занятий

№ п/п	Наименование раз- дела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1	Основные понятия химической термодинамики и применение 1 закона термодинамики для описания химических реакций	<p>Термодинамические системы. Изолированные, открытые и закрытые системы. Термодинамические переменные. Степень полноты реакции. Рациональный выбор независимых переменных. Функции состояния. Уравнения состояния. Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия системы. Теплота и работа - две формы передачи энергии. Теплота и работа как функции процесса. Работа против сил внешнего давления. Полезная работа.</p> <p>Энталпия. Тепловые эффекты химических реакций. Тепловые эффекты при постоянных объеме и давлении, связь между ними. Закон Гесса. Стандартные состояния и стандартные тепловые эффекты. Стандартные теплоты образования соединений из простых веществ и их использование для вычисления стандартных тепловых эффектов химических реакций. Зависимость тепловых эффектов химических реакций от температуры (закон Кирхгофа). Эмпирические формулы для температурной зависимости теп-</p>

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
		лоемкости. Связь Ср, и Cv.
2	Элементы статистической термодинамики.	<p>Представление об уровнях энергии молекул и методах их определения. Каноническое распределение. Статистические суммы, статистический вес энергетических уровней. Соотношение между внутренней энергией и статистической суммой. Приближенные суммы по состояниям идеального газа. Приближение Борна-Оппенгеймера. Статистическая сумма для поступательного движения молекул идеального газа (вывод на основе квантовой механики). Статистическая сумма вращательного и колебательного движения молекул идеального газа. Внутреннее вращение. Электронное возбуждение. Поступательная составляющая внутренней энергии и теплоемкости.</p> <p>Вращательная теплоемкость, ее зависимость от температуры, колебательная теплоемкость, ее зависимость от температуры, характеристические температуры, теплоемкость твердого тела, формулы Эйнштейна и Дебая, таблицы функции Эйнштейна и Дебая.</p>
3	Применение второго закона термодинамики к химическим системам.	<p>Обратимые и необратимые процессы. Обратимые процессы как последовательность равновесных состояний. Примеры обратимых и необратимых процессов. Химические процессы как типичный пример необратимых процессов. Способы приближения к обратимости. Второе начало термодинамики. Энтропия. Энтропия и статистическая сумма. Изменение энтропии в обратимых и необратимых элементарных процессах. Изменение энтропии в изолированных системах, условия равновесия и направление процесса. Формулировки второго начала.</p> <p>Связь энтропии со статистическим весом наиболее вероятного состояния системы. Энтропия твердого тела при абсолютном нуле температуры. Третий закон термодинамики в формулировке Нернста и Планка. Вычисление энтропии твердых, жидких и газообразных веществ по калориметрическим данным. Статистическое вычисление энтропии идеального газа. Поступательная, вращательная и колебательная составляющие энтропии. Формула Закура и Тетроде. Сравнение классического и статистического методов расчета энтропии. Изменение энтропии при смешении газов.</p>
4	Объединенное уравнение первого и второго начал термодинамики для обратимых и необратимых процессов.	<p>Термодинамические потенциалы. Свободная энергия. Термодинамический потенциал Гиббса. Максимальная полезная работа. Связь ее с изменением соответствующих термодинамических потенциалов. Общие условия равновесия при постоянных T,P и T,V и критерии самопроизвольного протекания процессов. Условия равновесия и критерии самопроизвольности в изоэнтропических системах. Характеристические функции. Уравнение Гиббса – Гельмгольца.</p>
5	Условие фазового равновесия в одно-	Уравнение Клаузиуса - Клапей-рона. Частная форма уравнения для возгонки и испарения. Критическая точка.

№ п/п	Наименование раз- дела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
	компонентной системе.	Фазовая диаграмма однокомпонентной системы. Кривые давления насыщенного пара жидкостей и твердых веществ. Теплота испарения. Правило Трутонса. Понятие о фазовых переходах второго рода.
6	Термодинамическое описание химических процессов.	<p>Термодинамическое описание химических процессов в конденсированных системах с несмешанными фазами. Таблицы термодинамических величин и пользование ими. Термодинамический потенциал идеального газа, его зависимость от давления. Термодинамический потенциал реального газа. Стандартный потенциал и летучесть. Вычисление летучести из уравнения состояния. Летучесть и второй вириальный коэффициент. Диаграмма зависимости коэффициента летучести реального газа от приведенных температур и давления.</p> <p>Термодинамический потенциал смеси идеальных газов. Условие химического равновесия в системе с идеальными газами. Уравнение изотермы химической реакции. Понятие о химическом сродстве. Произведение реакции.</p> <p>Константа равновесия Кр. Закон действующих масс. Константы равновесия Кс и Кх. Стандартные термодинамические характеристики реакции (ΔH^0, ΔS^0, ΔG^0).</p> <p>Обобщенный закон Гесса. Вычисление Кр при любой температуре по таблицам термодинамических величин в различных приближениях:</p> <p>$\Delta C_p = 0$, $\Delta C_p = \text{const}$, $\Delta C_p = f(T)$. Приведенные энергии Гиббса (изобарные потенциалы) веществ. Таблицы приведенных изобарных потенциалов, зависимость ΔG_T от давления.</p> <p>Зависимость Кр от температуры. Уравнение изобары и изохоры реакции. Константа равновесия K_f, учет неидеальности газовой фазы в простейших случаях. Техника применения Кр для расчета равновесного состава в системах с различными газовыми реакциями, в том числе с участием конденсированной (твердой) фазы.</p> <p>Статистическое вычисление термодинамического потенциала идеального газа и константы равновесия Кр</p>
7	Растворы электролитов.	<p>Растворы, способы выражения концентрации растворов, парциальные мольные величины, химический потенциал, уравнение Гиббса-Дюгема, формулировка общих условий фазового и химического равновесия с помощью химических потенциалов, фундаментальное уравнение Гиббса.</p> <p>Правило фаз Гиббса, его вывод. Однокомпонентные системы. Диаграммы состояния воды, серы, фосфора, углерода и гелия.</p> <p>Двухкомпонентные растворы. Идеальный раствор. Химический потенциал компонента идеального раствора. Закон Рауля.</p> <p>P-X-диаграммы идеальных систем. Правило рычага.</p> <p>Реальные растворы. Химический потенциал компо-</p>

№ п/п	Наименование раз- дела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
		нента реального раствора. Активность. Стандартное состояние. Коэффициент активности. Методы определения активности. Зависимость активности от температуры и давления. Идеальный разбавленный раствор и соответствующее ему стандартное состояние. Закон Генри. Закон Генри и закон Рауля. Константы равновесия химического процесса в растворе. Причины отклонения свойств реальных растворов от свойств идеальных растворов. Межмолекулярные взаимодействия. Энергия взаимообмена.
8	Фазовые равновесия в бинарных системах.	<p>Фазовые равновесия в системах типа бинарный раствор - чистый компонент. Зависимость равновесного состава от температуры. Зависимость равновесного состава от давления. Равновесие растворов – однокомпонентный пар. Эбулиоскопия. Равновесие раствор-твердый растворитель. Криоскопия. Растворимость твердых тел. Дифференциальная теплота растворения. Идеальная растворимость твердых тел (уравнение Шредера). Влияние неидеальности раствора на растворимость. Растворимость газа в жидкостях, ее зависимость от температуры и давления. Осмотическое давление. Общее уравнение и уравнение для идеальных разбавленных растворов.</p> <p>Равновесие жидкость - пар в неидеальной бинарной системе с двумя летучими компонентами. Законы Коновалова. Азеотропные смеси. Фазовые диаграммы температура-состав и давление-состав. Перегонка смеси двух жидкостей. Понятие о ректификации. Расслаивание жидкостей. Давление пара над ограниченно смешивающимися жидкостями. Перегонка с водяным паром.</p> <p>Диаграммы плавкости бинарных систем. Эвтектика. Образование твердых растворов. Образование твердых химических соединений с конгруэнтной и инконгруэнтной точками плавления. Перитектическое равновесие. Построение диаграмм плавкости по кривым охлаждения.</p>
9	Тройные системы.	Треугольные диаграммы. Расслаивание в смеси трех жидкостей. Растворимость двух веществ в одном растворителе. Эвтоническая точка. Растворимость одного вещества в смешанном растворителе.

Содержание практических занятий

Номер раздела дисциплины	Темы практических занятий
Раздел 1	Первое начало термодинамики. Закон Гесса Расчет теплоемкости идеальных газов. Связь C_p и C_v . Зависимость теплового эффекта реакции от температуры.
Раздел 2	Статистическая сумма. Статистический расчет теплоемкости и энтропии
Раздел 3	Расчет энтропии по калориметрическим данным.
Раздел 4	Термодинамические потенциалы

Номер раздела дисциплины	Темы практических занятий
Раздел 5	Уравнение Клаузиуса- Клапейрона
Раздел 6	Равновесие в системах с несмешанными конденсированными фазами Уравнение изотермы химической реакции Расчет константы равновесия по термодинамическим данным, уравнению Вант - Гоффа, статистически. Расчет равновесного состава
Раздел 7	Расчет парциальных мольных величин Правило фаз Гиббса. Равновесие жидкость – пар в идеальных растворах. Расчет активности. Термодинамическая совместимость. Диаграммы плавкости 2-х компонентных систем.

Содержание лабораторных занятий

Номер раздела дисциплины	Темы лабораторных занятий
Раздел 1	Определение теплоты гидратообразования
Раздел 7	Определение молекулярной массы растворенного вещества методом криоскопии
Раздел 5	Определение теплоты испарения
Раздел 7	Получение кривых охлаждения для построения диаграммы плавкости
Раздел 6	Определение констант равновесия при различных температурах

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Физическая химия. Химическая термодинамика»

1.Ларичева, Валентина Степановна. Химическая термодинамика [Электронный ресурс] : электронное учебное пособие (тексто-графические учебные материалы) / В. С. Ларичева, Т. А. Ларичев ; Кемеровский гос. ун-т, Кафедра физической химии. - Электрон. текстовые дан. - Кемерово : КемГУ, 2014. - 1 эл. опт. диск (CD-ROM)<http://edu.kemsu.ru/res/res.htm?id=15317>

2.Методические указания по курсу химической термодинамики для студентов химического факультета КемГУ (курс лекций),- Кемерово, 1995.

3. Методические указания по курсу химической термодинамики.- Кемерово, 1993.

4. Методические указания к лабораторным работам по химической термодинамике. - Кемерово, 2006.

5. Физическая химия. Часть 1. Теория и задачи. Учебное пособие для студентов 2 курса химического факультета. 2007г. или 2008г.

Контрольные вопросы для защиты индивидуальных заданий.

Задание № 1.

1. Тепловой эффект химической реакции. Отличие теплового эффекта реакции от теплоты процесса. Тепловой эффект реакции при $V = \text{const}$, $P = \text{const}$. Связь между ними.
2. Теплоемкость, зависимость теплоемкости от температуры. Расчет теплоемкости идеального газа. Применение теплоемкости для расчета тепловых эффектов реакции.
3. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры ($\Delta C_p > 0$, $\Delta C_p < 0$, $\Delta C_p = 0$). Расчет тепловых эффектов с использованием термодинамических таблиц.

Задание № 2

1. Математическое выражение П закона термодинамики.
2. Расчет S_{298} по калориметрическим данным.
3. Изменение энтропии при протекании химической реакции при стандартных условиях, при любой другой температуре.
4. Статистический расчет энтропии.

Задание №3

1. Общие условия равновесия. Термодинамические потенциалы. Определение возможностей протекания процессов при V , $T = \text{const}$, P , $T = \text{const}$, $S, V = \text{const}$, $S, P = \text{const}$.
2. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Условия равновесия в однокомпонентных системах при P и $T = \text{const}$, при P и $T \neq \text{const}$.
3. Уравнение Клаузиуса – Клапейрона. Характеристики процесса, которые можно рассчитать с использованием уравнения Клаузиуса-Клапейрона.

Задание № 4

1. Химическое равновесие в системах с несмешанными конденсированными фазами при P , $T = \text{const}$.
2. Уравнение изотермы химической реакции при P , $T = \text{const}$, V , $T = \text{const}$.
3. Определение возможности протекания химической реакции с использованием уравнения изотермы химической реакции. Какие данные надо иметь, чтобы пользоваться уравнением изотермы химической реакции.
4. Зависимость константы равновесия от T (уравнение изобары, изохоры). Какие характеристики химической реакции можно рассчитать с использованием уравнения изобары химической реакции.
5. Расчет констант равновесия химической реакции.

Задание № 5

1. Парциальные мольные величины. Химический потенциал.
2. Уравнение Гиббса-Дюгема. Идеальные и реальные растворы. Активность Стандартное состояние.
3. Расчет активности (необходимые данные для расчета активности при различных стандартных состояниях).

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Физическая химия. Химическая термодинамика»

6.1 Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине «Физическая химия. Химическая термодинамика»

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка – по желанию	наименование оценочного средства
1.	Основные понятия химической термодинамики и применение 1 закона термодинамики для описания химических реакций	ОПК 1, ОПК 2, ОПК 3, ПК1, ПК 2, ПК 3 Знать: основы термохимии. Уметь: рассчитывать т/д характеристики процессов. Владеть: методами расчета и определения теплот превращений.	Защита индивидуального задания №1 Защита лабораторной работы Экзамен
2.	Элементы статистической термодинамики.	ОПК 1, ОПК 2, ОПК 3, ПК 3. Знать: элементы статистической термодинамики. Уметь: использовать сведения о молекуле для определения теплоемкости и энтропии Владеть: методами расчета энтропии по данным статистически.	Защита индивидуального задания №1,2 Экзамен
3.	Применение 2 закона термодинамики к химическим системам.	ОПК 1, ОПК 2, ОПК 3 Знать: формулировки 2 закона термодинамики Уметь: использовать 2 закон термодинамики для расчета энтропии в различных процессах Владеть: методами расчета энтропии по калориметрическим данным	Защита индивидуального задания №2 Экзамен
4.	Объединенное уравнение первого и второго начал термодинамики для обратимых и необратимых процессов	ОПК 1, ОПК 2, ОПК 3, ПК 3 Знать: Объединенное уравнение первого и второго начал термодинамики для обратимых и не-	Защита индивидуального задания №3 Экзамен

		обратимых процессов Уметь: определять направление процессов по значению т/д потенциалы. Владеть: методами расчета т/д потенциалов	
5.	Условие фазового равновесия в однокомпонентной системе.	ОПК 1, ОПК 2, ОПК 3 ПК1, ПК 2, ПК 3 Знать: понятие фазовый переход. Уметь: определять параметры фазовых переходов. Владеть: методами определения параметры фазовых переходов	Защита индивидуального задания №3 Защита лабораторной работы Экзамен
6.	Термодинамическое описание химических процессов.	ОПК 1, ОПК 2, ОПК 3 ПК1, ПК 2, ПК 3 Знать: термодинамическое описание химических процессов. Уметь: рассчитывать параметры реакции с использованием изотермы Владеть: методами определения констант равновесия	Защита индивидуального задания №4 Защита лабораторной работы Экзамен
7.	Растворы неэлектролитов	ОПК 1, ОПК 2, ОПК 3 ПК1, ПК 2, ПК 3 Знать: понятие идеального и реального раствора. Уметь: характеризовать однокомпонентные системы Владеть: методами определения активности	Защита индивидуального задания №4 Защита лабораторной работы Экзамен
8.	Фазовые равновесия в бинарных системах.	ОПК 1, ОПК 2, ОПК 3 ПК1, ПК 2, ПК 3 Знать: фазовые равновесия в двухкомпонентных системах Уметь: определять параметры фазовых переходов. Владеть: экспериментальными методами построения диаграмм плавкости, криоскопическими измерениями	Защита индивидуального задания №5 Защита лабораторной работы Экзамен
9.	Тройные системы		Экзамен

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы

6.2.1. Экзамен

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ (пример)

1. Объединенное уравнение первого и второго начал термодинамики для обратимых и необратимых процессов.

2. Растворимость твердых тел. Идеальная растворимость твердых тел.

3. Колебательная составляющая теплоемкости идеального газа.

Экзаменационная оценка складывается из двух составляющих: работа в семестре, согласно нижеследующей таблице (максимум 100 баллов) с долевым вкладом 0,6 (60 баллов) и ответа на экзамене – 40 баллов.

№	Вид деятельности	Макс. балл	Кол-во	Комментарий
1	Другой вид деятельности	10	4	Индивидуальные задания
2	Лабораторная работа	9	5	
3	Практическое занятие (семинар/лабораторная работа)	1	15	
Итого:			100	

Для студента достигнутый уровень обученности (итоговая отметка) определяется в соответствии с алгоритмом, приведенным в таблице.

Уровни усвоения материала и сформированности способов деятельности	Конкретные действия студентов, свидетельствующие о достижении данного уровня
Первый меньше 50 баллов «неудовлетворительно»	Результаты обучения студентов свидетельствуют об усвоении ими некоторых элементарных знаний основных вопросов по дисциплине. Допущенные ошибки и неточности показывают, что студенты не овладели необходимой системой знаний по дисциплине.
Второй (репродуктивный) от 51 до 65 баллов «удовлетворительно»	Достигнутый уровень оценки результатов обучения показывает, что студенты обладают необходимой системой знаний и владеют некоторыми умениями по дисциплине. Студенты способны понимать и интерпретировать освоенную информацию, что является основой успешного формирования умений и навыков для решения практико-ориентированных задач: <ul style="list-style-type: none">– воспроизводят термины, конкретные факты, методы и процедуры, основные понятия, правила и принципы;– проводят простейшие расчеты;– выполняют задания по образцу (или по инструкции).

<p>Третий (реконструктивный) от 66 до 85 баллов «хорошо»</p>	<p>Студенты продемонстрировали результаты на уровне осознанного владения учебным материалом и учебными умениями, навыками и способами деятельности по дисциплине. Студенты способны анализировать, проводить сравнение и обоснование выбора методов решения заданий в практико-ориентированных ситуациях, а именно:</p> <ul style="list-style-type: none"> – объясняет факты, правила, принципы; – преобразует словесный материал в математические выражения; – предположительно описывает будущие последствия, вытекающие из имеющихся данных; – устанавливает взаимосвязи между составом, строением и свойствами химических веществ; – проводить расчеты по химическим формулам и уравнениям; – самостоятельно проводит химический эксперимент по инструкции и описывает его результаты. – применяет законы, теории в конкретных практических ситуациях; – использует понятия и принципы в новых ситуациях.
<p>Четвертый (творческий) от 86 до 100 баллов «отлично»</p>	<p>Студенты способны использовать сведения из различных источников для успешного исследования и поиска решения в нестандартных практико-ориентированных ситуациях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – ориентируется в потоке химической информации, определяет источники необходимой информации, получать её, анализировать; – пишет реферат, выступление, доклад; – предлагает план проведения эксперимента или других действий; – составляет схемы задачи. – оценивает логику построения текста; – оценивает соответствие выводов имеющимся данным; – оценивает значимость того или иного продукта деятельности; – прогнозирует свойства химических веществ на основе знания об их составе и строении и, наоборот, предполагает строение веществ на основе их свойств; – планирует и осуществляет химический эксперимент.

6.2.2. Вопросы для защиты индивидуального задания (пример-№1).

1. Тепловой эффект химической реакции. Отличие теплового эффекта реакции от теплоты процесса. Тепловой эффект реакции при $V = \text{const}$, $P = \text{const}$. Связь между ними.
2. Теплоемкость, зависимость теплоемкости от температуры. Расчет теплоемкости идеального газа. Применение теплоемкости для расчета тепловых эффектов реакции.
3. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры ($\Delta C_p > 0$, $\Delta C_p < 0$, $\Delta C_p = 0$). Расчет тепловых эффектов с использованием термодинамических

таблиц

б) Критерии оценивания компетенций (результатов.)

Знать: основы термохимии.

Уметь: рассчитывать термодинамические характеристики процессов (тепловой эффект реакции, его зависимость от температуры, изменение теплоемкости при протекании реакции).

Владеть: методами расчета и определения теплот процессов с использованием табличных данных.

Защищенной считается работа, если студент продемонстрировал достаточный уровень понимания материала. Ответил на предложенные вопросы, ответ проиллюстрировал проверенными задачами.

Вопросы для защиты лабораторной работы (пример №5).

1. Условия фазового равновесия в однокомпонентных системах. Уравнение Клаузиуса - Клапейрона
2. Фазовые переходы 1 рода. Фазовые диаграммы для однокомпонентных систем. Фигуративные точки.
3. Зависимость теплоты испарения от температуры. Критическая точка
4. Правило Трутонса.
- б) Критерии оценивания компетенций (результатов.)

Знать: понятие фазовый переход. Уравнение Клаузиуса - Клапейрона.

Уметь: определять параметры фазовых переходов (изменение энталпии и энтропии, внутренней энергии).

Защищенной считается работа, если студент продемонстрировал достаточный уровень понимания материала. Ответил на предложенные вопросы, ответ проиллюстрировал проверенными задачами.

6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Студент получает зачет по результатам выполнения и защиты лабораторных работ и индивидуальных заданий. При наличии зачета студент приходит на экзамен в установленное расписанием время, берет билет, готовится в течение не более 1 часа и в устной форме отвечает вопросы билета. (Критерии оценки смотри пункт 6.2.1.)

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины «Физическая химия. Химическая термодинамика»

a) основная учебная литература:

1. Ларичева, В.С. Химическая термодинамика: электронное учебное пособие. [Электронный ресурс] : Учебные пособия / В.С. Ларичева, Т.А. Ларичев. — Электрон. дан. — Кемерово : КемГУ, 2015. — 240 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/80077> — Загл. с экрана.
2. Буданов, В.В. Химическая термодинамика. [Электронный ресурс] : Учебные пособия / В.В. Буданов, А.И. Максимов. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 320 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/79323> — Загл. с экрана.
3. Морачевский, А.Г. Физическая химия. Термодинамика химических реакций. [Электронный ресурс] : Учебные пособия / А.Г. Морачевский, Е.Г. Фирсова. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 112 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/64336> — Загл. с экрана.
4. Афанасьев, Б.Н. Физическая химия. [Электронный ресурс] : Учебные пособия / Б.Н. Афанасьев, Ю.П. Акулова. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 416 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/4312> — Загл. с экрана.
5. Еремин, В.В. Основы физической химии. Теория : учебное пособие : в 2 ч. [Электронный ресурс] / В.В. Еремин, С.И. Каргов, И.А. Успенская, Н.Е. Кузьменко. — Электрон. дан. — М. : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 589 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/84118> — Загл. с экрана.
6. Попова, А.А. Физическая химия. [Электронный ресурс] : Учебные пособия / А.А. Попова, Т.Б. Попова. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2015. — 496 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/63591> — Загл. с экрана.
7. Свиридов, В.В. Физическая химия. [Электронный ресурс] : Учебные пособия / В.В. Свиридов, А.В. Свиридов. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 600 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/87726> — Загл. с экрана.
8. Ларичева, В.С., Подгорнова, Т.В. Физическая химия. Ч. 1 : учеб. пособие / [В. С. Ларичева, Т. В. Подгорнова] ; Кемеровский гос. ун-т, кафедра физической химии.- Кемерово : Кузбассвузиздат , 2007 .- 181 с.
9. Кудряшева, Н.С., Бондарева, Л.Г. Физическая химия : учебник для бакалавров / Н. С. Кудряшева, Л. Г. Бондарева .- М. : Юрайт , 2012 .- 340 с. : рис., табл. .- Бакалавр
10. Афанасьев Б. Н., Акулова Ю.П. Физическая химия: учебник для ВУЗов/ - 1-е изд. — М.: Издательство «Лань», 2012.- 416 с.
http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=43124.

б) дополнительная учебная литература:

1. Пригожин, Илья, Дефэй, Р. Химическая термодинамика : пер. с англ. / И. Пригожин, Р. Дефэй . - 2-е изд. .- М. : Бином. Лаборатория Знаний , 2009 .- 533 с.
2. Бажин, Николай Михайлович, Пармон, Валентин Николаевич Начала физической химии : учеб. пособие / Н. М. Бажин, В. Н. Пармон .- Новосибирск : Изд-во Новосибирского гос. ун-та , 2006 .- 303 с.
3. Еремин, Евгений Николаевич Основы химической термодинамики : учеб. пособие для хим. спец. ун-тов / Е. Н. Еремин .- 2-е изд., испр. и доп. .- М. : Высшая школа , 1978 .- 391 с.
4. Физическая химия. В 2 кн. Кн.1. Строение вещества. Термодинамика: Учеб. для вузов / Н.К. Воробьев, И.Н. Годнев, К.С. Краснов ; Ред. К.С. Краснов .- 2-е изд. , перераб. и доп. .- Москва : Высшая школа , 1995 .- 512 с.
5. Курс физической химии. В 2 т. : Т. 1 : учеб. пособ. для химических факультетов ун-тов / Я. И. Герасимов, В. П. Древинг, Е. Н. Еремин ; ред. Я. И. Герасимов .- 2-е изд., испр. .- М. : Химия , 1969 .- 657 с.
6. Физическая химия. Теоретическое и практическое руководство : под ред. Б. П. Никольского .- 2-е изд., перераб. и доп. .- Ленинград : Химия , 1987 .- 880 с.
7. Краткий справочник физико-химических величин : сост.: Н. М. Барон, А. М. Пономарева, А. А. Равдель ; ред.: А. М. Пономарева, А. А. Равдель .- 8-е изд. , перераб. .- Ленинград : Химия , 1983.- 232 с.
8. Рабинович, Вениамин Абрамович, Хавин, Захарий Яковлевич Краткий химический справочник / В. А. Рабинович, З. Я. Хавин ; ред.: А. И. Ефимов, А. А. Потехин .- 4-е изд.,стереотип .- СПб. : Химия , 1994 .- 432 с.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины «Физическая химия. Химическая термодинамика»

Для успешного освоения дисциплины студенту достаточно общедоступных интернет ресурсов, т. к. дисциплина «Физическая химия. Химическая термодинамика» является фундаментальной естественно научной дисциплиной и литературы на тему достаточно.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины «Физическая химия. Химическая термодинамика»

вид учебных занятий	Организация деятельности студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки,

	обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии.
Практические занятия	При подготовке к практическим занятиям студент должен ознакомиться с темой занятия, проработать соответствующий лекционный или методический материал.
Индивидуальные задания	Выполнение и защита индивидуальных заданий является одной из форм успешного изучения химической термодинамики. Студент должен использовать знания, полученные на семинарских занятиях расширяя и углубляя их. Примеры задач для решения приведены в методических материалах. Необходимо использование справочной литературы, методических материалов, разработанных на кафедре.
Самостоятельная работа	<p>Каждый студент должен индивидуально готовиться по темам дисциплины, читая конспекты лекций и рекомендуемую литературу. Самостоятельная работа позволяет студенту в спокойной обстановке подумать, разобраться с информацией по теме, при необходимости обратиться к справочной литературе. Внимательное чтение и повторение прочитанного помогает в полном объеме усвоить содержание темы, структурировать знания.</p> <p>Чтобы содержательная информация по дисциплине запоминалась надолго, целесообразно изучать ее поэтапно - по темам и в строгой последовательности, поскольку последующие темы, как правило, опираются на предыдущие. Именно поэтому большая часть самостоятельной работы приурочена к выполнению индивидуального задания и подготовка к его защите, а также к лабораторным работам. Для успешного выполнения этих задач каждый студент получает необходимый набор учебно-методических материалов и справочной литературы, имеет возможность пользоваться разработанным на кафедре программным обеспечением для решения некоторых расчетных задач.</p>
Лабораторная работа	<p>Лабораторные занятия проводятся индивидуально. Студент получает допуск на лабораторную работу при наличии конспекта и устных ответов на вопросы преподавателя. По результатам выполненной работы студент представляет письменный отчет включающий при необходимости статистическую обработку полученных результатов. Текущий контроль знаний осуществляется по системе «зачтено – не зачтено».</p> <p>Лабораторные занятия проводятся одновременно по всем разделам курса согласно календарному плану, это требует специальной подготовке к каждой работе. В начале семестра преподаватель проводит подробный разбор некоторых из выполняемых работ, чтобы подготовить студента к их выполнению. При подготовке к лабораторным работам целесообразно за несколько дней до занятия внимательно 1-2 раза прочитать нужную тему, разобраться со всеми теоретическими положениями и предстоящим экспериментом. Если возникли трудности, обратиться за помощью к учебной, справочной литературе или к преподавателю за консультацией. За день до лабораторной работы</p>

	необходимо изучить методические указания к выполнению лабораторных работ и составить конспект.
Коллоквиум (защита индивидуальных заданий)	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др. Подготовка к нему будет заключаться в том, что студенту надо будет повторить соответствующие темы. Если же студент чувствует пробелы в знаниях по отдельным темам или вопросам, при подготовке к коллоквиуму, ему необходимо обратить на соответствующие разделы особое внимание.
Подготовка к экзамену (зачету)	При подготовке к экзамену необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине «Физическая химия. Химическая термодинамика», включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

1. Компьютерное тестирование по итогам изучения разделов дисциплины
2. Использование слайд - презентаций при проведении лекций занятий.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Физическая химия. Химическая термодинамика»

Аналитические весы АВ-200

Весы одночашечные

Барометр

Дистиллятор

Потенциометр КСП

Манометр

Химическая посуда

Химические реактивы

Компьютер с минимальными системными требованиями:

Процессор: 300 MHz и выше

Оперативная память: 128 Мб и выше

Устройство для чтения DVD-дисков

Компьютер мультимедиа с прикладным программным обеспечением:

Проектор

Колонки

Программа для просмотра видео файлов

Система видеомонтажа

12. Иные сведения и (или) материалы

12.1. Особенности реализации дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья

В процессе изучения дисциплины и осуществления процедур текущего

контроля успеваемости и промежуточной аттестации лиц с ограниченными возможностями здоровья применяются адаптированные формы обучения с учётом индивидуальных психофизиологических особенностей. При определении форм проведения занятий с обучающимися-инвалидами учитываются рекомендации данные по результатам медико-социальной экспертизы, содержащиеся в индивидуальной программе реабилитации инвалида, относительно рекомендованных условий и видов труда.

При необходимости обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья пользуются специальными рабочими местами, созданными с учётом нарушенных функций и ограничений жизнедеятельности.

Для лиц с нарушением зрения (слепых и слабовидящих):

- специализированное стационарное рабочее место ЭлСИС 201;
- специализированное стационарное рабочее место ЭлСИС 221;
- специализированное мобильное место ЭлНОТ 301;
- принтер Брайля (+ПО для трансляции текста в шрифт Брайля).

Для лиц с нарушением слуха:

- система информационная для слабослышащих стационарная «Исток» С-1И;
- беспроводная звукозаписывающая аппаратура коллективного пользования: радиокласс (радиомикрофон) «Сонет-PCM» РМ-3.1.

Для лиц с нарушением опорно-двигательного аппарата:

- компьютерный стол для лиц с нарушениями опорнодвигательной системы с электроприводом;
- клавиатура с накладной и с кнопочной мышкой с расположением кнопок сверху Аккорд;
- беспроводная мышь трекбол для ПК Logitech M570;
- клавиатура с джойстиком для выбора клавиши на цветовом поле.

Особенности процесса изучения дисциплины и осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации:

Для лиц с нарушением зрения задания и инструкции по их выполнению предоставляются с укрупненным шрифтом, для слепых задания оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются им. При необходимости обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс, предоставляется увеличивающее устройство, а также возможность использовать собственное увеличивающие устройство.

Для лиц с нарушением слуха дидактический материал (слайд-презентации лекций, задания и инструкции к их выполнению) предоставляются в письменной форме или электронном виде при необходимости. Обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости студентам предоставляется звукоусиливающая аппаратура

индивидуального пользования.

Для лиц с тяжелыми нарушениями речи текущий и промежуточный контроль проводятся в письменной форме.

При необходимости лица с нарушениями двигательных функций нижних конечностей выполняют лабораторные работы на базе 7 блочной аудитории в паре с обучающимся без ограниченных возможностей здоровья; письменные задания выполняются дистанционно, при этом взаимодействие с преподавателем осуществляется через ЭИОС; лекции проводятся в 1 и 2 блочных аудиториях, практические занятия в аудиториях 8 и 2 корпусов КемГУ.

Для лиц с нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей лабораторные работы выполняются в паре с обучающимся без ограниченных возможностей здоровья; письменные задания выполняются дистанционно, при этом взаимодействие с преподавателем осуществляется через ЭИОС; экзамен сдаётся в устной форме.

При необходимости лицу с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для выполнения заданий и сдачи экзамена, но не более чем на 0.5 часа.

Студенты с ограниченными возможностями здоровья сдают экзамен в одной аудитории совместно с иными обучающимися, если это не создает трудностей для студентов при сдаче экзамена.

Студенты с ограниченными возможностями здоровья могут в процессе обучения и прохождения текущего и итогового контроля пользоваться техническими средствами, необходимыми им в связи с их индивидуальными особенностями.

Допускается присутствие в аудитории во время сдачи экзамена ассистента из числа работников КемГУ или привлечённых лиц, оказывающих студентам с ограниченными возможностями здоровья необходимую техническую помощь с учётом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с преподавателями).

Особые условия предоставляются студентам с ограниченными возможностями здоровья на основании заявления, содержащего сведения о необходимости создания соответствующих специальных условий.

12.2. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги), встречи с представителями российских и зарубежных компаний государственных и общественных организаций, мастер - классы экспертов и специалистов.

Составители: Ларичева В.С., к.х.н., доцент,

Подгорнова Т.В. старший преподаватель.

Митрофанов А.Ю. к.ф.-м.н., доцент