Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»
Энгельсский технологический институт (филиал)
Кафедра «Естественные и математические науки»

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

Б 1.1.12 Физическая химия

направления подготовки
18.03.01 «Химическая технология»

Профили «Технология и переработка полимеров», «Технология электрохимических производств», «Химическая технология композиционных материалов и покрытий»

форма обучения – очная
курс – 3
семестр – 5
зачетных единиц – 5
часов в неделю –
всего часов – 180
в том числе:
лекции – 32
коллоквиумы – нет
практические занятия – 16
лабораторные занятия – 32
самостоятельная работа – 100
зачет –
экзамен – 5 семестр
РГР – нет
курсовая работа – нет, курсовой проект – нет
контрольная - нет

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры
«07» июня 2021 года, протокол № 9

И.о. зав. кафедрой _____/А.С. Мостовой/

Рабочая программа утверждена на заседании УМКН
«29» июня 2021 года, протокол № 5

Председатель УМКН _____/В.Н. Целуйкин/

Энгельс 2021

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Физическая химия – это наука, устанавливающая связь между физическими и химическими явлениями, физическими и химическими свойствами веществ. Физическая химия объясняет на основании положений и опытов физики то, что происходит при химических процессах.

В круг вопросов физической химии входят общие закономерности химических превращений, позволяющие предсказывать возможное направление и конечный результат химической реакции, влияние температуры и давления на скорость процесса и на смещение равновесия.

Физическая химия – это наука, связанная с изложением ряда методов теоретической и экспериментальной физики, которые используются для решения конкретных химических задач. Она является теоретической основой многих прикладных химико-технологических дисциплин, что приводит к тесной связи ее с производством.

Цель курса – дать студентам представление о теоретических основах и современном состоянии физической химии, приобретение студентами знаний и навыков, позволяющих применять их при освоении других дисциплин образовательного цикла и последующей профессиональной деятельности.

Задачей химической подготовки бакалавра заключается в создании у него химического мышления, помогающего ему решать вопросы физико-химического направления в профессиональной деятельности. Задачей курса является формирование у студентов современные представления о механизмах химических превращениях, о методах расчета различных физико-химических характеристик химических процессов.

Для достижения этой цели преподавание дисциплины предполагает:

1.1 ознакомить студентов с основными понятиями, законами и методами физической химии как науки, составляющей фундамент системы химических знаний;

1.2 способствовать формированию у студента обобщенных приемов исследовательской деятельности (постановка задачи, теоретическое обоснование и экспериментальная проверка ее решения), научного взгляда на мир в целом;

1.3 привить студенту химические навыки, необходимые для проведения эксперимента, научить работать со справочной литературой.

1.4 развить у студентов профессиональное химическое мышление, чтобы будущий бакалавр смог переносить общие методы научной работы в работу по специальности;

1.5 обеспечить возможность овладения студентами совокупностью химических знаний и умений, соответствующих уровню бакалавра по соответствующему профилю.

Теоретическая часть дисциплины излагается в лекционном курсе. Полученные знания закрепляются на лабораторных занятиях. Самостоятельная работа предусматривает работу с учебниками и учебными пособиями, подготовку к лабораторным занятиям, выполнение домашних заданий, подготовку к контрольным работам и коллоквиумам.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

«Физическая химия» представляет собой дисциплину базовой части учебного цикла (Б.1.1) основной образовательной программы бакалавриата по направлению 18.03.01 «Химическая технология». «Физическая химия» относится к группе химических дисциплин математического и естественнонаучного цикла и изучается:

- после освоения курсов «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», дающие базовые представления об основных законах, теориях и понятиях химии;
- после освоения курсов «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа» и «Дополнительные главы аналитической химии», в рамках которых приводятся сведения о методах количественного и качественного анализа веществ;
- перед изучением дисциплин «Дополнительные главы физической химии» и «Коллоидная химия», ряд разделов которых базируются на знании дисциплины «Физическая химия».

Знания, полученные обучающимися при изучении «Физической химии», являются основой для последующего успешного освоения многих дисциплин профессионального цикла образовательной программы, например: «Современные проблемы и методы исследования в функциональной гальванотехники», «Современные проблемы и методы исследования в химических источниках тока», «Химические реакторы», «Системы управления химико-технологическими процессами», «Коррозия и защита металлов от коррозии» и др.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

В процессе освоения данной дисциплины студент формирует и демонстрирует следующие общепрофессиональные компетенции при освоении ООП ВО, реализующей Федеральный Государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования (ФГОС ВО):

- готовность 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 (ОПК-3);
- способность планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ПК-16).

В результате изучения дисциплины «Физическая химия» базовой части учебного цикла (Б.1.1) основной образовательной программы бакалавриата студент должен демонстрировать следующие результаты образования.

Обучающийся должен:

3.1. Знать:

- перспективы развития физической химии как теоретической базы синтетической химии и химической технологии;
- начала термодинамики и основные уравнения химической термодинамики;
- методы термодинамического описания химических и фазовых равновесий в многокомпонентных системах;
-термодинамику растворов электролитов;

3.2. Уметь:

- прогнозировать влияние различных факторов на равновесие в химических реакциях;
- определять направленность процесса в заданных начальных условиях;
- устанавливать границы областей устойчивости фаз в однокомпонентных и бинарных системах;
- определять составы сосуществующих фаз в бинарных гетерогенных системах;

3.3. Владеть навыками:

- вычисления тепловых эффектов химических реакций призаданной температуре в условиях постоянства давления и объема;
- вычисления констант равновесия химических реакций при заданной температуре;
- вычисления давления насыщенного пара над индивидуальным веществом;
- вычисления состава сосуществующих фаз в двухкомпонентных системах.

4. Распределение трудоемкости (час.) дисциплины по темам и видам занятий

№ модуля	№ недели	№ темы	Наименование темы	Часы/из них в интерактивной форме					
				Всего	ЛЗ	КЛ	ЛР	ПР	СРС
1	1-3	1	Законы термодинамики и их применение	40/16	8/8		8/8	4	20
2	5-8	2	Химическое равновесие	50/16	8/8		8/8	4	30
3	9-12	3	Теория растворов	52/18	10/10		8/8	4	30
4	13-16	4	Термодинамика фазовых превращений	38/14	6/6		8/8	4	20
			Всего	180	32		32	16	100

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4	5
1	2	1	Интенсивные и экстенсивные величины. Обратимые и необратимые процессы. Уравнения состояния. Уравнение состояния идеального газа. Теплота и работы различного рода. Работа расширения для различных процессов. Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Энтальпия. Закон Гесса и его следствия. Теплоты образования. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Формула Кирхгоффа.	[1] -[7]
	2	2	Второй закон термодинамики и его различные формулировки. Энтропия. Уравнение второго начала термодинамики для обратимых и необратимых процессов. Фундаментальное уравнение Гиббса. Внутренняя энергия, как однородная функция объема, энтропии и числа молей. Уравнение Гиббса-Дюгема.	[1] -[7]
1	2	3	Термодинамические потенциалы. Соотношение Максвелла и их использование. Уравнение Гиббса-Гельмгольца. Свойства термодинамических потенциалов. Различные формы записи условий термодинамического равновесия. Связь между калорическими и термодинамическими переменными.	[1] -[7]
1	2	4	Метод летучести. Различные методы вычисления летучести из опытных данных. Третий закон термодинамики. Постулат Нернста. Постулат Планка.	[1] -[7]
2	2	5	Вывод условия химического равновесия Изменение энергии Гиббса и энергии Гельмгольца при химической реакции. Химическое сродство. Закон действия масс. Стандартная энергия Гиббса химической реакции.	[1] -[7]
	2	6	Химические равновесия в растворах. Константа равновесия. Различные виды констант равновесия и связь между ними. Химическое равновесие в разбавленном растворе.	[1] -[7]
	2	7	Зависимость констант равновесия от температуры и давления. Уравнение изобары реакции и его термодинамический вывод	[1] -[7]
	2	8	Использование различных приближений для теплоемкостей реагентов при расчетах химических равновесий при различных температурах.	[1] -[7]

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
3	6	9-11	Растворы различных классов. Различные способы выражения состава раствора. Смеси идеальных газов. Термодинамические свойства газовых смесей. Идеальные растворы в различных агрегатных состояниях и общее условие идеальности растворов. Давление насыщенного пара жидких растворов. Закон Рауля и закон Генри. Идеальные и неидеальные растворы. Химический потенциал компонента в растворе. Метод активностей. Коэффициенты активности и их определение по парциальным давлениям компонент. Стандартные состояния при определении химических потенциалов компонент в жидких и твердых растворах.	[1] -[7]
3	4	12-13	Функция смешения для идеальных и неидеальных растворов. Предельно разбавленные растворы, атермальные, регулярные растворы и их свойства. Парциальные мольные величины и их определение из опытных данных для бинарных систем.	[1] -[7]
4	6	14-16	Гетерогенные системы. Понятие фазы, компонента, степени свободы. Вывод условия фазового равновесия. Вывод условия мембранного равновесия. Правило фаз Гиббса и его вывод. Фазовые равновесия в однокомпонентных системах. Уравнение Клапейрона - Клаузиуса и его применение к различным фазовым равновесиям. Диаграммы состояния воды, серы, фосфора и углерода. Фазовые переходы первого рода. Фазовые переходы второго рода. Коллигативные свойства растворов. Изменение температуры затвердевания различных растворов. Криоскопический метод.	[1] -[7]

6. Содержание коллоквиумов

Не предусмотрены

7. Перечень практических занятий

№ темы	**Всего часов**	**Наименование практической работы. Задания, вопросы, отрабатываемые на практическом занятии**	**Учебно-методическое обеспечение**
1	4	Решение задач на законы «Термохимии»	[1] -[7]
2	4	Современные методы расчета равновесных составов	[1] -[7]
3	4	Идеальные растворы в различных агрегатных состояниях. Термодинамическая классификация растворов.	[1] -[7]
4	4	Вывод условия фазового равновесия. Вывод условия мембранного равновесия. Фазовые равновесия в двух- и трехкомпонентных системах.	[1] -[7]

8. Перечень лабораторных работ

№ темы	Всего часов	Наименование лабораторной работы. Задания, вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	2	4	3
1	8	1. Определение теплоты растворения хлорида аммония. 2. Определение теплоты растворения металлического магния в растворе соляной кислоты. 3. Определение теплоты гидратообразования сульфата меди	[10]
2-3	16	1. Изучение химического равновесия в гомогенной системе на примере этерификации спирта. 2. Изучение равновесия гомогенной реакции в растворе на примере взаимодействия хлористого железа с йодидом калия.	[10]
4	8	1. Изучения равновесия жидкость – пар в бинарной системе. 2. Определение давления насыщенного пара динамическим методом. 3. Изучение взаимной растворимости в трехкомпонентной системе. 4. Определение коэффициента распределения.	[10]

Из каждой темы студент выполняет лабораторные работы по заданию преподавателя в объеме 10-ти часов.

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего Часов	Задания, вопросы, для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	2	3	4
1	20	Макроскопические системы и термодинамический метод их описания. Термическое равновесие системы. Термодинамические переменные. Температура. Стандартные состояния и стандартные теплоты химических реакций. Теплота сгорания. Теплоты образования. Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Формула Кирхгоффа. Зависимость теплоемкости от температуры и расчеты тепловых эффектов реакций. Таблицы стандартных термодинамических величин и их использование в термодинамических расчетах. Энтропия как функция состояния. Изменение энтропии при различных процессах. Изменение энтропии изолированных процессов и направление процесса. Математический аппарат термодинамики.	[1] -[8]
2	30	Химическая переменная. Изотерма Вант-Гоффа. Динамический характер химического равновесия. Условия равновесия для гетерогенных химических реакций. Сущность теории Гиббса-Гельмгоца и Вант-Гоффа о химическом сродстве.	[1] -[8]

3	30	1. Коллигативные свойства растворов. 2. Повышение температуры кипения. 3. Понижение температуры замерзания. 4. Осмотическое давление. 5. Распределение растворенного вещества между двумя жидкими фазами. 6. Экстракция. 7. Молекулярная структура растворов. 8. Однородные функции состава смесей. 9. Экстракция из растворов.	[1] -[8]
4	20	1. Системы с полной нерастворимостью компонентов друг в друге в кристаллическом состоянии. 2. Метод термического анализа. 3.Кривые охлаждения. 4.Построение диаграмм плавкости. 5. Системы, образующие устойчивые химические соединения. 6. Системы, образующие неустойчивые химические соединения.	[1] -[8]

10. Расчетно-графическая работа

Темы, задания, учебно-методическое обеспечение (ссылки на раздел 15.«Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине»)

Не предусмотрена

11. Курсовая (контрольная) работа

Темы, задания, учебно-методическое обеспечение (ссылки на раздел 15.«Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине»)

Курсовая работа не предусмотрена

12. Курсовой проект

Темы, задания, учебно-методическое обеспечение (ссылки на раздел 15.«Перечень учебно-методического обеспечения для обучающихся по дисциплине»)

Не предусмотрен

13.Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины Б.2.1.7 «Физическая химия» должны сформироваться компетенции ОПК-3 и ПК-16. Под компетенцией ОПК-3 понимается способность 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.

Под компетенцией ПК-16 понимается способность планировать и проводить физические и химические эксперименты, проводить обработку их результатов и оценивать погрешности, выдвигать гипотезы и устанавливать границы их применения, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.

Формирования данных компетенций происходит последовательно в рамках изучения учебных дисциплин «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия», «Аналитическая химия и физико-химические методы анализа», «Дополнительные главы органической химии», «Дополнительные главы аналитической химии».

Уровни сформированности компетенции	**Основные признаки уровня**
Пороговый уровень	

компетенции: ОПК-3 ПК-16	помнит или распознает информацию в приблизительном порядке и форме, в которой она была заучена; умеет составлять формулы веществ и назвать их, может написать уравнения реакций; владеет навыками работы при проведении химических экспериментов по исследованию химических свойств; знает основные понятия и законы физической химии.
Продвинутый уровень компетенции: ОПК-3 ПК-16	может преобразовать и интерпретировать информацию; умеет описать, объяснить, определить признаки направленности протекания химических процессов на основании термодинамических данных; владеет навыками работы при проведении химических экспериментов по исследованию термодинамических и равновесных свойств систем, некоторыми методами расчёта различных термодинамических и равновесных свойств систем; знает вещества, встречающиеся в природе, и их роль в окружающей среде; представляет степень токсичности неорганических соединений, их действие на живые организмы; может предложить метод определения физико-химических свойств заданного вещества.
Высокий уровень компетенции: ОПК-3 ПК-16	может выбирать и использовать идеи в новых, незнакомых ситуациях или с новым подходом; умеет провести химический эксперимент, выявить поведения различных термодинамических систем; владеет навыками работы при проведении химических экспериментов по исследованию свойств систем; владеет современными методами регистрации и расчёта различных химических величин для обработки результатов химического эксперимента; обладает знаниями о природных источниках веществ и их использовании; умеет использовать знание термодинамических и равновесных свойств систем для решения задач профессиональной деятельности.

Код компетенции	Этап формирования	Цели освоения	Критерии оценивания		
			аттестация	Типовые задания	Шкала оценивания
ОПК– 3	5 семестр	Формирование способности использовать знания о строении вещества, природе химической связи в различных классах химических соединений для понимания свойств материалов и механизма химических процессов, протекаю-	контроль в форме: - отчет по лабораторным занятиям; - защита практических работ;	Лабораторные работы, задания практических работ	Зачтено/ не зачтено Зачтено/ не зачтено; 1-3 балла – компетенции не сформированы

		щих в окружающем мире	-практические занятия; - экзамен	вопросы к экзамену	4-10 баллов – компетенции сформированы; по 5-ти балльной шкале
ПК-16	5 семестр	Формирование способности использовать знание свойств химических элементов, соединений и материалов на их основе для решения задач профессиональной деятельности	контроль в форме: - отчет по лабораторным занятиям; -практические занятия; - экзамен	Лабораторные работы, задания практических занятий; вопросы к экзамену	Зачтено/ не зачтено; 1-3 балла – компетенции не сформированы 4-10 баллов – компетенции сформированы; Зачтено/ не зачтено; по 5-ти балльной шкале

Для оценки текущего уровня формирования компетенций проводятся письменные опросы по теории (модули) и практике (практические работы).

В процессе обучения студент должен полностью выполнить учебный план, предусмотренный рабочей программой дисциплины «Физическая химия», по всем видам учебных занятий. В частности, он должен выполнить все предусмотренные программой практические занятия, лабораторные работы и контрольную работу, посетить лекции во время сессии.

Для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины «Физическая химия», проводится экзамен.

Лабораторные работы считаются успешно выполненными в случае предоставления в конце занятия отчета (протокола), включающего тему, ход работы, соответствующие расчёты, уравнения реакций и защите лабораторного занятия – ответе на вопросы по теме работы. Шкала оценивания – «зачтено / не зачтено». «Зачтено» за лабораторную работу ставится в случае, если она полностью правильно выполнена, при этом обучающимся показано свободное владение материалом по теме лабораторной работы данной дисциплины. «Не зачтено» ставится в случае, если работа выполнена или рассчитана неправильно, тогда ее следует переделать или доработать.

Экзамен сдается устно, по билетам, в которых представлены вопросы из перечня «Вопросы к экзамену». Оценивание проводится по пятибалльной системе. «Отлично» ставится при: - правильном, полном и логично построенном ответе, - умении оперировать специальными терминами, - использовании в ответе дополнительного материала, - иллюстрировании теоретического положения практическим материалом. «Хорошо» ставится при: - правильном, полном и логично построенном ответе, - умении оперировать специальными терминами, при этом в ответе могут иметься - негрубые ошибки или неточности. «Удовлетворительно» ставится если: - неполный схематичный ответ, - не вполне законченные выводы или обобщения. «Неудовлетворительно» ставится при: - неполном ответе, - неумении оперировать специальными терминами или их незнании, - затруднения в использовании практического материала.

Текущий контроль

Модуль 1.

№1

1. Газ, расширяясь от 10 до 16 л при постоянном давлении 101.3 кПа, поглощает 126 Дж теплоты. Определите изменение внутренней энергии газа.

2. Сколько тепла потребуется на перевод 500 г Al (т.пл. 658 °C, $\Delta_{пл}H° = 92.4$ кал·г$^{-1}$), взятого при 25 °C, в расплавленное состояние, если $C_p(Al_{(тв)}) = 0.183 + 1.096\cdot10^{-4}T$ кал·г$^{-}$1·К$^{-1}$?

3. Рассчитайте мольную энтропию неона при 500 К, если при 298 К и том же объеме энтропия неона равна 146.2 Дж·К$^{-1}$·моль$^{-1}$.

4. Вычислите изменение энергии Гиббса при сжатии от 1 атм до 3 атм при 298 К:

а) одного моля жидкой воды;

б) одного моля водяного пара (идеальный газ).

№2

1. Определите изменение внутренней энергии, количество теплоты и работу, совершаемую при обратимом изотермическом расширении азота от 0.5 до 4 м^3 (начальные условия: температура 26.8 °C, давление 93.2 кПа).

2. Стандартная энтальпия реакции

$$CaCO_{3(тв)} = CaO_{(тв)} + CO_{2(г)},$$

протекающей в открытом сосуде при температуре 1000 К, равна 169 кДж·моль$^{-1}$. Чему равна теплота этой реакции, протекающей при той же температуре, но в закрытом сосуде?

3. Рассчитайте изменение энтропии при нагревании 11.2 л азота от 0 до 50 °C и одновременном уменьшении давления от 1 атм до 0.01 атм.

4. Изменение энергии Гиббса в результате испарения воды при 95 °C и 1 атм равно 546 Дж·моль$^{-1}$. Рассчитайте энтропию паров воды при 100 °C, если энтропия жидкой воды равна 87.0 Дж·К$^{-1}$·моль$^{-1}$. При каком давлении изменение энергии Гиббса в результате испарения воды будет равно 0 при 95 °C?

№3

1. Один моль идеального газа, взятого при 25 °C и 100 атм, расширяется обратимо и изотермически до 5 атм. Рассчитайте работу, поглощенную теплоту, ΔU и ΔH.

2. Рассчитайте стандартную внутреннюю энергию образования жидкого бензола при 298 К, если стандартная энтальпия его образования равна 49.0 кДж·моль$^{-1}$.

3. Один моль гелия при 100 °C и 1 атм смешивают с 0.5 моль неона при 0 °C и 1 атм. Определите изменение энтропии, если конечное давление равно 1 атм.

4. Изменение энергии Гиббса в результате испарения воды при 104 °C и 1 атм равно –437 Дж·моль$^{-1}$. Рассчитайте энтропию паров воды при 100 °C, если энтропия жидкой воды равна 87.0 Дж·К$^{-1}$·моль$^{-1}$. При каком давлении изменение энергии Гиббса в результате испарения воды будет равно 0 при 104 °C?

Модуль 2.

1. Найти K_p реакции $2C_2H_5OH = CH_3COCH_3 + 3H_2 + CO$ при температуре 400 К методом Темкина-Шварцмана
2. Реакция протекает в замкнутом сосуде при температуре ***T***. Определить равновесные парциальные давления всех компонентов и исходное давление вещества ***A***, если известно значение константы равновесия реакции термической диссоциации при данной температуре и общее равновесное давление смеси ***P***.

Вещество А	Реакция	K_p	$P\cdot10^{-4}$, н/м^2	Т, К
H_2O	$H_2O + 2H + O$	$2{,}096\cdot10^{10}$	1,0133	4000

3. По диаграмме плавкости системы KCl–AgCl определить:

1) что представляет собой система, содержащая 60 мол. % KCl и 40 мол. % AgCl, при 800 °*C*;
2) при какой температуре начнется кристаллизация в этой системе;

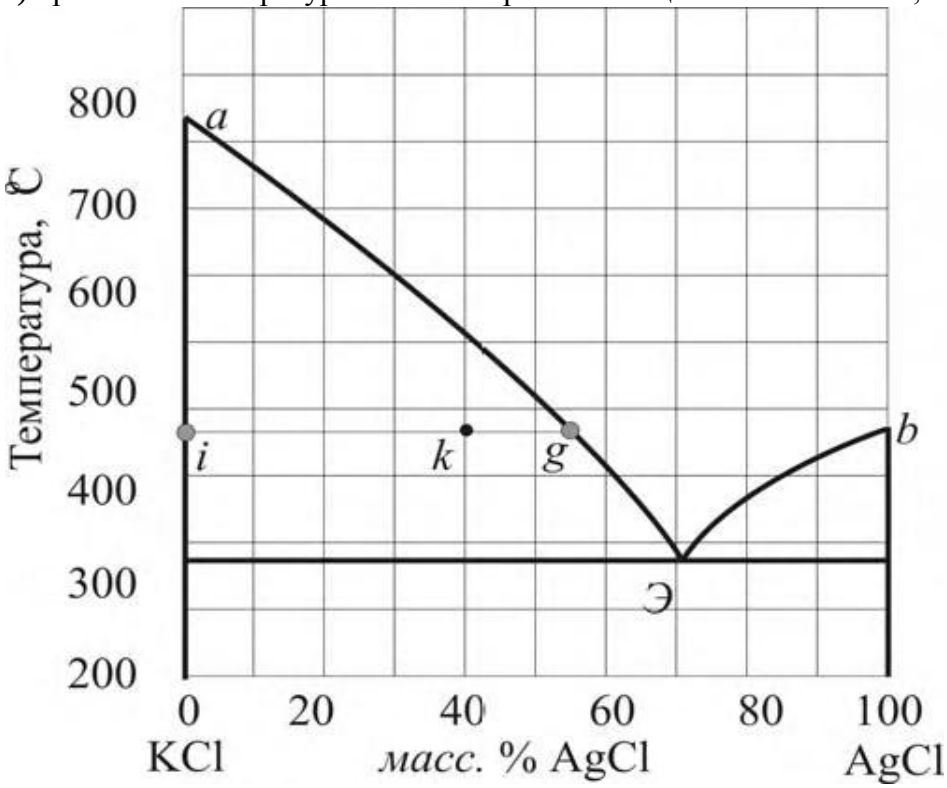

Диаграмма плавкости системы KCl-AgCl

4. Определить максимальное число степеней свободы в одно–, двух– и трехкомпонентных системах при условии, что внешними параметрами, определяющими ее состояние, являются температура и давление.

Перечень вопросов к экзамену

1. Процессы в термодинамике
2. Основной постулат термодинамики
3. Нулевой закон термодинамики
4. Уравнения состояния
5. Первый закон термодинамики
6. Внутренняя энергия. Работа. Теплота
7. Работа идеального газа при различных процессах
8. Калорические коэффициенты
9. Аналитические выражения первого закона термодинамики
10. Теплоемкость. Взаимосвязь C_p и C_v
11. Энтальпия
12. Зависимость теплоемкости от давления и объема
13. Закон Гесса. Следствия закона Гесса
14.Стандартные состояния, стандартные условия
15.Уравнения Кирхгофа
16. Зависимость изобарной теплоемкости от температуры
17. Способы определения теплоемкостей
18. Примеры применения законов термохимии
19.Формулировки второго закона термодинамики (постулаты)
20.Цикл Карно
21.Аналитические выражения второго закона термодинамики
22.Физический смысл энтропии

23. Изменение энтропии для необратимых процессов.
24.Абсолютная энтропия
25.Расчет изменения энтропии в различных процессах
26. Нагревание или охлаждение при постоянном давлении
27.Изотермическое расширение или сжатие
28.Фазовые переходы
29. Смешение идеальных газов при постоянных температуре и давлении
30. Изменение энтропии при химических реакциях
31. Изохорно-изотермический потенциал
32. Изобарно-изотермический потенциал
33. Уравнение Гиббса-Гельмгольца
34. Уравнение Клаузиуса-Клапейрона
35. Тепловая теорема Нернста
36. Постулат Планка
37. Понятие химического сродства
38. Следствия из третьего закона термодинамики
39. Условие термодинамического равновесия между фазами
40. Принцип непрерывности и принцип соответствия
41. Правило фаз Гиббса
42.Трехмерная диаграмма состояния однокомпонентной системы
43. Вещества, образующие в твердом состоянии одну кристаллическую форму
44. Уравнения Клапейрона и Клапейрона – Клаузиуса
45. Применение правила фаз Гиббса к двухкомпонентным системам
46. Равновесие твердое–жидкость в двухкомпонентных системах
47. Системы с полной нерастворимостью компонентов друг в друге в кристаллическом состоянии
48. Вид диаграммы плавкости и ее анализ
49. Состав сопряженных фаз. Нода
50. Определение состава насыщенных растворов по диаграмме растворимости
51. Определение количественных соотношений между фазами, находящимися в равновесии. Правило рычага
52.Системы с неограниченной растворимостью компонентов друг в друге в кристаллическом состоянии
53.Системы с ограниченной растворимостью компонентов друг в друге в кристаллическом состоянии
54.Системы, образующие химические соединения
Равновесие жидкость–жидкость в двухкомпонентных системах
55. Равновесие пар (газ) – жидкость в двухкомпонентных системах
56. Давление насыщенного пара над идеальным раствором. Закон Рауля
57. Давление насыщенного пара над бесконечно разбавленным раствором нелетучего вещества. Растворимость газов в жидкостях. Закон Генри
58. Системы, образующие в жидком состоянии идеальные растворы. Первый закон Гиббса – Коновалова
59. Системы, образующие в жидком состоянии неидеальные растворы. Перегонка и ректификация
60. Системы, образующие в жидком состоянии
азеотропные растворы. Второй закон Гиббса–Коновалова
61. Системы с полной нерастворимостью компонентов друг в друге в жидком состоянии. Перегонка с водяным паром
62. Системы с ограниченной растворимостью компонентов друг в друге в жидком состоянии
63. Графические методы выражения состава трехкомпонентной системы
64. Диаграмма состояния трехкомпонентной системы, образующей одну тройную эвтектику
65. Диаграмма состояния трехкомпонентной системы с ограниченной взаимной растворимостью
66. Определение состава и количества сопряженных фаз трехкомпонентной системы
67. Понятие химического потенциала

68. Закон действия масс. Кинетический и термодинамический выводы
69. Общие условия химического равновесия
70. способы выражения констант равновесия. Связь между ними
71. Уравнение изотермы химической реакции. Химическое сродство
72. Уравнение изохоры-изобары химической реакции
73. Метод Темкина-Шварцмана
74. Расчет равновесного состава химической реакции
75. Общие понятия растворов. Способы выражения концентраций растворов.
76. Уравнение Гиббса-Дюгема-Маргулиса
77. следствия из уравнения Гиббса-Дюгема-Маргулиса
78. Парциальный мольный объем и методы его определения
79. Закон Рауля для идеальных и предельно разбавленных растворов
80. Следствия закона Рауля. Криоскопические и эбуллиоскопические свойства раствора
81. Предельно разбавленные растворы

14. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающегося.

Тема занятия	Вид занятия	Интерактивная форма
- Первый закон термодинамики. Внутренняя энергия. Энтальпия. Закон Гесса и его следствия. - Второй закон термодинамики и его различные формулировки. Энтропия. Уравнение второго начала термодинамики для обратимых и необратимых процессов. - Вывод условия химического равновесия Изменение энергии Гиббса и энергии Гельмгольца при химической реакции. Химическое сродство. - Химические равновесия в растворах. Константа равновесия. Различные виды констант равновесия и связь между ними. - Различные способы выражения состава раствора. Смеси идеальных газов. Давление насыщенного пара жидких растворов. Закон Рауля и закон Генри. Идеальные и неидеальные растворы. - Гетерогенные системы. Понятие фазы, компонента, степени свободы. Вывод условия фазового равновесия. Правило фаз Гиббса и его вывод.	Лекции	Метод проблемного изложения – стимулирование студентов к самостоятельному поиску знаний, необходимых для решения конкретной проблемы

- Коллигативные свойства растворов.		
1. Законы «Термохимии». 2. Расчет равновесных составов.	Практические занятия	Кейс-метод − оценка предложенных алгоритмов и выбор лучшего в контексте поставленной проблемы.

В рамках учебного курса предусмотрено чтение проблемных лекций по следующим темам: «Второй закон термодинамики», «Характеристические функции», «Свойства функций состояния», «Энтропия», (не менее 30%); чтение лекций с применением мультимедийных технологий по всем темам на 100 %. Проведение лабораторных работ: «Изучение взаимной растворимости в трехкомпонентной системе», «Закон распределения», «Изучения равновесия жидкость – пар в бинарной системе» происходит с постановкой проблемы и разбором конкретных ситуаций в форме дискуссии или диалога. Такие занятия, в сочетании с внеаудиторной самостоятельной работой, формируют и развивают профессиональные навыки обучающегося.

15. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

(позиции раздела нумеруются сквозной нумерацией и на них осуществляются ссылки из 5-13 разделов)

Основная

1. Белик В.В. Физическая и коллоидная химия.: учебник / В.В. Белик, К.И. Киенская - 4-е изд., - М. : Academia, 2008. - 288 с. Экземпляры всего: 20

2. Основы физической химии. Часть 1. Теория [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.В. Еремин [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013.— 320 с.— Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/doc/ISBN9785996321063- SCN0000/000.html

3. Основы физической химии. Часть 2. Задачи [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.В. Еремин [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний,2013.—263с. Режим доступа: http://www.studentlibrary.ru/doc/ISBN9785996321070- SCN0000/000.html

4. Основы физической химии в 2 ч. / В.В. Еремин [и др.]. .- М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013 - Часть 1. Теория . -2-е изд., перераб. и доп. -2013. - 320 с. Экземпляры всего: 10

5. Основы физической химии в 2 ч. / В.В. Еремин [и др.]. .- М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013 - Часть 2. Задачи . -2-е изд., перераб. и доп. -2013. - 263 с. Экземпляры всего: 10.

Дополнительная

6. Физическая химия. Теория и задачи : учебное пособие / Ю. П. Акулова, С. Г. Изотова, О. В. Проскурина, И. А. Черепкова. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 228 с. — ISBN 978-5-8114-5340-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/139289 (дата обращения: 31.07.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Березовчук А.В. Физическая химия [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Березовчук А.В.— Электрон. текстовые данные.— Саратов: Научная книга, 2019— 159 с.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/8191.— ЭБС «IPRbooks».

8. Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности. – Долгопрудный: ИД «Интеллект», 2008. – 568 с. Экземпляры всего: 9.

Методические указания

9. Окишева Н.А. Практикум по физической химии. Часть II. / Н.А. Окишева, В.Н. Целуйкин. Учебное пособие к выполнению лабораторных работ по дисциплине "Дополнительные главы физической химии". Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2015 г. -35 с. Количество экземпляров – 30. Режим доступа: http://techn.sstu.ru/WebLib/29272.pdf

10. Окишева Н.А. Практикум по физической химии. Часть I. / Н.А. Окишева, В.Н. Целуйкин, Учебное пособие к выполнению лабораторных работ по курсу " Физическая химия". Энгельс: Изд-во ЭТИ (филиал) СГТУ имени Гагарина Ю.А., 2017. -45 с.

Количество экземпляров – 30. Режим доступа: http://techn.sstu.ru/WebLib/22862.pdf

Интернет-ресурсы

11. Библиотека Российской академии наук (БАН) www.rasl.ru

12. Российская государственная библиотека (РГБ) www.rsl.ru

13. Библиотека МГУ им М.В. Ломоносова. Химический факультет МГУ www.msu.ru

14. Российская национальная библиотека (РНБ) www. nlr.

Институт имеет операционную систему MS Windows с программами под MS Windows: MS Word –текстовый редактор; MS Excel - табличный процессор, электронные версии учебников, пособий, методических разработок, указаний и рекомендаций по всем видам учебной работы, предусмотренных рабочей программой, находящиеся в свободном доступе для студентов, обучающихся в вузе.

Источники ИОС

http://techn.sstu.ru/new/SubjectFGOS/Default.aspx?kod=178.

16. Материально-техническое обеспечение

Кафедра ЕМН располагает лабораторией (площадью 66,2 м^2) для чтения лекций, проведения лабораторных, практических занятий, коллоквиумов по физической химии. Данная лаборатория оборудована специализированной учебной мебелью, мультимедиа (мультимедиа-проектор Acer x1261nV3D №210104700000057; настенный экран Lumien Master Picture № 410106200000066) и наборами учебно-наглядных пособий, соответствующие программам дисциплины и УМКН.

Для проведения лабораторных работ имеется следующее материально-техническое обеспечение:

Оборудование.

1. Сахариметр СУ-5
2. Весы электронные ShinkoAF-R220CE
3. Баня водяная TW2
4. Термостат TW-2
5. Шкаф сушильный BinderED

6. Колбонагреватель КI 2.

Химическая посуда. Колбы конические и круглодонные, холодильники обратные, стаканы химические, колба Вюрца, насадка Вюрца, аллонж, палочка стеклянная, делительные воронки,

Реактивы. Толуол, спирт этиловый, четыреххлористый углерод, этилацетат, ацетон, гидроксид натрия $FeCl_3$.

Рабочая программа по дисциплине Б.1.1.12 «Физическая химия» составлена в соответствии с требованиями Федерального Государственного образовательного стандарта ВО с учетом рекомендаций ПрОП ВО по направлению 18.03.01 «Химическая технология» и учебного плана.

Авторы: к.х.н. Неверная О.Г. _____