МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Химический институт им. А.М. Бутлерова

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по образовательной деятельности КФУ
Проф. Д.А. Таюрский
_____ «01» июня 2021 г.

подписано электронно-цифровой подписью

Программа дисциплины

Кинетика и термодинамика химических процессов при различных условиях

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия
Профиль подготовки: Инновационные материалы и методы их исследования
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2022

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

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

4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

4.2. Содержание дисциплины (модуля)

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

13. Приложение №1. Фонд оценочных средств

14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): старший научный сотрудник, к.н. Галухин А.В. (сектор разработки микропористых полимеров, НИЛ Материалы для водородной энергетики и традиционной энергетики с низким углеродным следом), and_galuhin@mail.ru

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

Шифр компетенции	Расшифровка приобретаемой компетенции
ПК-1	Способен использовать полученные знания теоретических основ современной химии и смежных наук при решении профессиональных задач
ПК--2	Способен применять приобретенные навыки проведения химического эксперимента, основные синтетические и аналитические методы получения и исследования химических веществ и реакций при решении профессиональных задач

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

основные методы расчетов объемов активации и объемов реакции, причины изменения свойств реагентов в интервале давления и температуры;

основные приемы создания высокого гидростатического давления, теоретические основы его воздействия на скорость и равновесие, все методы расчета парциальных мольных объе-мов и кинетический метод определения объема реакции по изменению плотности раствора реагентов в ходе реакции.

Должен уметь:

четко излагать причины изменений свойств соединений, а также основные соотношения, определяющие зависимость констант скорости и равновесия в условиях высокого давления;

количественно анализировать экспериментальные данные, полученные в условиях высокого давления, для прогнозирования изменения констант скорости и равновесия в заданном интервале высоких давлений.

Должен владеть:

основными математическими операциями при расчете дифференциальных и интегральных изменений свойств соединений в условиях высокого давления. Способен анализировать литературные данные;

всеми основными знаниями создания и применения высокого гидростатического давления для изучения химических процессов в условиях высокого гидростатического давления.

Должен демонстрировать способность и готовность:

В результате освоения дисциплин студент должен демонстрировать способность и готовность проводить химические эксперименты и кинетические измерения в условиях высокого гидростатического давления с целью резкого увеличения скорости реакций и выхода продуктов.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.05.04 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 04.04.01 "Химия (Инновационные материалы и методы их исследования)" и относится к дисциплинам по выбору части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 33 часа(ов), в том числе лекции - 18 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 14 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 1 часа(ов).

Самостоятельная работа - 57 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 54 часа(ов).

ЭЛЕКТРОННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КФУ

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 3 семестре.

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

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Самостоятельная работа
			Лекции, всего	Лекции в эл. форме	Практические занятия, всего	Практические в эл. форме	Лабораторные работы, всего	Лабораторные в эл. форме	
1.	Тема 1. Введение. Свободные энергии активации и реакции	3	2	0	0	0	2	0	5
2.	Тема 2. Факторы, определяющие величины свободных энергий	3	2	0	0	0	2	0	10
3.	Тема 3. Зависимость скорости и равновесия от T и P. Причины и следствия	3	2	0	0	0	2	0	8
4.	Тема 4. Влияние высокого давления на свойства молекул	3	2	0	0	0	2	0	5
5.	Тема 5. Количественные параметры зависимостей ΔG*-P и ΔGo - P.	3	2	0	0	0	2	0	5
6.	Тема 6. Изменение свойств растворителя с P и учет влияния на скорость.	3	2	0	0	0	1	0	5
7.	Тема 7. Влияние P на плотность и диэлектрическую проницаемость. Прецизионное определение.	3	2	0	0	0	1	0	5
8.	Тема 8. Понятие об электрострикции, парциальные мольные объемы молекулярных и ионных соединений	3	2	0	0	0	1	0	7
9.	Тема 9. Теоретическое и практическое применение химии высоких давлений	3	2	0	0	0	1	0	7
	Итого		18	0	0	0	14	0	57

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение. Свободные энергии активации и реакции

Понятия о движущих силах химических превращений: свободные энергии активации и скорость; свободные энергии реакции и равновесие. Энтальпия вещества. Методы определения. Методы определения энтальпии реакции: А). Стандартные энтальпии образования, влияние температуры; уравнение Кирхгофа; расчет энтальпии реакции в газовой и конденсированной фазе по данным об энтальпии образования. - Энтальпии сгорания и энтальпии образования. В). Относительная неопределенность величин энтальпии образования и абсолютная точность различий в энтальпиях образования, определяющих энтальпии реакции. Г). Прямое измерение энтальпии реакции.

- Энтропия вещества.

Тема 2. Факторы, определяющие величины свободных энергий

Свободная энергия реакции и принципиальная возможность ее протекания. Свободная энергия активации и практические условия проведения ?разрешенной? реакции. Основные составляющие свободных энергий. Свободная энергия процесса и константа равновесия. Расчет равновесия по данным об энтальпии и энтропии реагентов и продуктов. Термодинамически разрешенный и запрещенный процесс. Аналогичные расчеты для скорости химической реакции.

kn = (kT/h) KX□ (fA fB/fX);

□(lnkn)/□□ = □(lnT)/□□ + □(ln KX□)/□□; lnKX□ = -□GX□/RT

□ - это либо температура, либо давление, либо вязкость, пермиттивность и т.д.

Если □=T, то имеем RT2 (□(lnkn)/□T)P = EA = RT + □HX□

Если □=P, то с учетом lnKX□ = -□GX□/RT и (□□GX□/□P)T = □VX□

Получаем RT(∂(lnkn)/∂P)T = -∂VX∂

Тема 3. Зависимость скорости и равновесия от T и P. Причины и следствия

1. Методы определения параметров активации и реакции: энтальпия активации; энтропия активации; объем активации; энтальпия реакции; энтропия реакции; объем реакции. Последствия классического влияния температуры на скорость и на равновесие.

2. Когда невыгодно и даже запрещено повышение температуры.

3. Почему катализ не решает проблему равновесия?

4. Почему высокое гидростатическое давление может изменить и скорость и равновесие?

Тема 4. Влияние высокого давления на свойства молекул

Невозможность сохранить неизменность свойств реагентов и растворителя при повышенном гидростатическом давлении. Влияние этих изменений на скорость и равновесие. Учет при расчете объемных параметров активации и реакции. Как влияет повышение температуры на мольный объем, показатель преломления, пермиттивность, вязкость, поверхностное напряжение, энергию межмолекулярного взаимодействия

Тема 5. Количественные параметры зависимостей ΔG*-P и ΔGo - P.

Три независимых метода определения объема реакции и их взаимная проверка. Единственный способ определения объема активации через зависимость логарифма константы скорости от давления. Литературные данные о проверке надежности этих параметров. Их зависимость от температуры и давления. Пересчет. Правило непересечения кривых lnk-P.

Тема 6. Изменение свойств растворителя с P и учет влияния на скорость.

Методы определения изотермических коэффициентов сжимаемости, вязкости, диэлектрической проницаемости под давлением, изобарических коэффициентов расширения, вязкости, диэлектрической проницаемости при развертке температуры. Температурный коэффициент давления. Понятие о внутреннем давлении и о причине разрыва термометров при перегреве.

Что такое изобарический коэффициент расширения жидкости. Как он определяется и как изменяется с давлением и с температурой? Рассмотреть основные методы количественного определения.

Что такое изотермический коэффициент сжимаемости жидкости. Как он определяется и как изменяется с давлением и с температурой? Рассмотреть методы определения с применением постоянного и переменного объема.

Тема 7. Влияние P на плотность и диэлектрическую проницаемость. Прецизионное определение.

Изменение свойств растворителя под давлением нельзя ?отменить?. Влияние экспоненциального роста вязкости на скорость реакции. Диффузионный контроль скорости при стекловании растворителя под давление или при резком замерзании растворителя под давлением. Как меняются температуры плавления жидкостей под давлением и почему? Классические работы Бриджмена, Исаакса, Асано, Верещагина, Гоникберга, Элдика, Циклиса).

1. Условия изучения барической кинетики, когда производная логарифма константы скорости по давлению действительно четко отражает объем активации. Примеры таких условий и проверка надежности при сопоставлении объемов активации прямого, обратного (ретро) процессов с объемом активации по данным о влиянии давления на константу равновесия и по прямым данным о разности парциальных мольных объемах реагентов и продуктов реакции (Анализ статьи из Tetrahedron).

2. Условия проведения барической кинетики полярных и ионных реакций, когда рост давления индуцирует рост пермиттивности, что, в свою очередь, индуцирует дополнительный рост скорости процесса (при условии, когда скорость реакции много меньше скорости диффузии). Суммарное влияние на величину производной логарифма константы скорости по давлению ? дает комплексную величину объема активации.

3. Учет объема электрострикции. Понятие электрострикции и оценка из энергии кулоновского взаимодействия (Из Tetrahedron and J. Phys. Org. Chem.)

Тема 8. Понятие об электрострикции, парциальные мольные объемы молекулярных и ионных соединений

1. Методы определения ПМО. Вклад растворителя. Анализ данных о ПМО неполярных, полярных молекулярных соединений и солей, способных к диссоциации. Перхлораты лития и магния. Высокое давление промотирует ионизацию и усиливает каталитический эффект. Почему? Проблемные вопросы объемных параметров активации и реакции. Примеры уменьшения объема при диссоциации кислот, щелочей и воды.

2. Независимые приемы проверки уменьшения объема воды при диссоциации: метод определения констант равновесия в интервале давлений по электропроводности и прямой метод определения объема реакции образования воды из ионов (объем нейтрализации кислот и оснований).

3. Независимые данные об отрицательных значениях парциальных мольных объемов электролитов в растворах.

4. Сопоставление экспериментальных данных об электрострикции разделенных сольватной оболочкой ионов и ионных пар на примере данных, полученных у нас в лаборатории для ПМО полностью диссоциированных электролитов и объемов ионной пары при активации в процессе электрофильного присоединения сульфенхлоридов к гексену и циклогексену (по данным наших работ в ИЗВАНе и в J. Phys. Org. Chem и Mend. Comm. 2009)

Тема 9. Теоретическое и практическое применение химии высоких давлений

"Запрещенные" в обычных условиях химические реакции и "разрешенные" в условиях высокого гидростатического давления. Примеры синтеза кантаридина и аддукта тиофена с малеиновым ангидридом. Изменение стерео- и региоселективности при повышенном давлении. Влияние высокого гидростатического давления на жизнеспособность и репродуктивную функцию бактерий. Применение высокого давления для увеличения срока хранения продуктов - "паскализация".

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);

- критерии оценивания сформированности компетенций;

- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);

- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;

- критерии оценивания для каждого оценочного средства;

- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;

- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Белоусова Н.В., Белоусов О.В. ?Электронный учебно-методический комплекс ? Химическая кинетика?. - files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/1441/u_manual.pdf

Еремин В.В., Каргов С.И., Кузьменко Н.Е. ?Задачи по физической химии?. Часть 2. Химическая кинетика. МГУ, 1999. - http://www.chem.msu.su/rus/teaching/eremin/welcome.html

Семиохин И.А., Страхов Б.В., Осипов А.И. ?Кинетика химических реакций?. Учебное пособие. МГУ, 1996. - http://www.chem.msu.su/rus/books/1991-2000/semoichin/welcome.html

Статья по теме Химическая кинетика - http://www.chemport.ru/chemicalkinetics.shtml

Электронный учебно-методический комплекс по дисциплине ?Химическая кинетика? - http://files.lib.sfu-kras.ru/ebibl/umkd/1441/u_manual.pdf.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Практические занятия проводятся с целью углубления и закрепления знаний, полученных на лекциях и в процессе самостоятельной работы над нормативными документами, учебной и научной литературой. При подготовке к практическому занятию необходимо: - изучить, повторить теоретический материал по заданной теме; - изучить материалы практикума по заданной теме, уделяя особое внимание расчетным формулам; - при выполнении домашних расчетных заданий, изучить, повторить типовые задания, выполняемые в аудитории.
лабораторные работы	При подготовке к лабораторным работам необходимо: - изучить, повторить теоретический материал по заданной теме; - изучить материалы практикума по заданной теме, уделяя особое внимание расчетным формулам; - при выполнении домашних расчетных заданий, изучить, повторить типовые задания, выполняемые в аудитории.
самостоя-тельная работа	При подготовке к самостоятельной работе студенту необходимо изучить учебную и научную литературу. Необходимо проработать лекционный материал - изучение рекомендуемых источников и литературы по тематике лекций. Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, предложенных преподавателем схем (при их демонстрации), основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу.
экзамен	При подготовке к зачету студенту необходимо повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы. При самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные литературные источники. Ответить на контрольные вопросы.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 04.04.01 "Химия" и магистерской программе "Инновационные материалы и методы их исследования".

Приложение 2
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.05.04 Кинетика и термодинамика химических процессов
при различных условиях

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Инновационные материалы и методы их исследования

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

Основная литература:

1. Чоркендорф, И. Современный катализ и химическая кинетика / И. Чоркендорф, Х. Наймантсведрайт; пер. с англ. В. И. Ролдугина. - 2-е изд.. - Долгопрудный: Интеллект, 2013. - 500 с.

2. Чоркендорф, И. Современный катализ и химическая кинетика: учебное пособие / Чоркендорф И., Наймантсведрайт Х., - 2-е изд. - Долгопрудный: Интеллект, 2013. - 504 с. ISBN 978-5-91559-153-9. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/catalog/product/516597 (дата обращения: 25.05.2021). - Режим доступа : по подписке.

3. Буданов, В. В. Химическая кинетика : учебное пособие / В. В. Буданов, Т. Н. Ломова, В. В. Рыбкин. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 288 с. - ISBN 978-5-8114-1542-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/168624 (дата обращения: 25.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Бокштейн, Б. С. Физическая химия: термодинамика и кинетика : учебное пособие / Б. С. Бокштейн, М. И. Менделев, Ю. В. Похвиснев. - Москва : МИСИС, 2012. - 258 с. - ISBN 978-5-87623-619-7. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/47443 (дата обращения: 25.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

5.Соломонов Б. Н. Методические разработки к практикуму по физической химии для студентов химического факультета : учебно-методическое пособие / Б. Н. Соломонов, В. Б. Новиков, М. А. Варфоломеев] ; Казан. (Приволж.) федер. ун-т, Каф. физ. химии .- (Казань : Казанский федеральный университет, 2015) .Ч. 2: Химическая кинетика [Текст: электронный ресурс] .- Электронные данные (1 файл: 2,61 Мб) .- (Казань : Казанский федеральный университет, 2015) .- Загл. с экрана .- Вых. дан. ориг. печ. изд.: Казань, 2012. - Текст : электронный. - URL: http://libweb.kpfu.ru/ebooks/publicat/0-799136.pdf

(дата обращения: 25.05.2021). - Режим доступа: открытый.

Дополнительная литература:

1. Основы физической химии. В 2 ч : учебник / В. В. Еремин, С. И. Каргов, И. А. Успенская [и др.]. - 5-е изд., перераб. и доп. - Москва : Лаборатория знаний, 2019. - 625 с. - ISBN 978-5-00101-633-5. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/116100 (дата обращения: 25.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Афанасьев, Б. Н. Физическая химия : учебное пособие / Б. Н. Афанасьев, Ю. П. Акулова. - Санкт-Петербург : Лань, 2021. - 416 с. - ISBN 978-5-8114-1402-4. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. - URL: https://e.lanbook.com/book/168461 (дата обращения: 25.05.2021). - Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Леенсон, И. А. Как и почему происходят химические реакции. Элементы химической термодинамики и кинетики : [учебное пособие] / И. А. Леенсон . - Долгопрудный : Интеллект, 2010 .- 222, [1] с.

4. Леенсон, И. А. Как и почему происходят химические реакции. Элементы химической термодинамики и кинетики: учебное пособие / Леенсон И.А. - Долгопрудный: Интеллект, 2010. - 224 с. ISBN 978-5-91559-042-6. - Текст : электронный. - URL: https://znanium.com/ catalog/product/367195 (дата обращения: 25.05.2021). - Режим доступа: по подписке.

Приложение 3
к рабочей программе дисциплины (модуля)
Б1.В.ДВ.05.04 Кинетика и термодинамика химических процессов
при различных условиях

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 04.04.01 - Химия

Профиль подготовки: Инновационные материалы и методы их исследования

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2022

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010

Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC

Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.