

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Томский государственный педагогический университет»
(ТГПУ)

УТВЕРЖДАЮ
Декан биолого-химического факультета


подпись

Минич А.С., д.б.н., профессор
« 26 » _____ 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
КИНЕТИКА СЛОЖНЫХ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Направление подготовки (специальность): 44.04.01 Педагогическое образование
код наименование

Направленность (профиль): Химическое образование

Форма обучения: очная

1. Место учебной дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы (ОП)

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению 44.04.01 «Педагогическое образование» и учебными планами, утвержденными Ученым советом ТГПУ, по направленности (профиль): Химическое образование.

Дисциплина «Кинетика сложных химических реакций» относится к дисциплинам по выбору вариативной части ОП. Для освоения дисциплины студенты используют знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения химических дисциплин на предыдущих уровнях образования.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОП

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие общепрофессиональной компетенции: готовность использовать знание современных проблем науки и образования при решении профессиональных задач (ОПК-2).

Освоивший дисциплину «Кинетика сложных химических реакций» должен

знать:

- основные понятия химической кинетики,
- формальную кинетику элементарных гомогенных односторонних реакций разных порядков,
- формальную кинетику сложных многостадийных реакций,
- кинетические особенности сопряженных, цепных, фотохимических, гетерогенных, каталитических и других процессов,
- теории элементарного акта химического взаимодействия;

уметь:

- доказательно обсуждать теоретические и практические проблемы в области химической кинетики,
- планировать и организовать эксперимент по получению кинетических данных,
- самостоятельно проводить исследования,
- использовать информационные технологии для решения научных и профессиональных задач,
- применять полученные знания и навыки при выполнении курсовых,
- магистерской работ, в педагогической и исследовательской деятельности;

владеть:

- основными понятиями и терминами химической кинетики,
- знаниями о современных методах получения кинетических данных,
- навыками выполнения экспериментальных операций,
- навыками математической обработки полученных результатов.

3. Содержание учебной дисциплины (модуля)

3.1. *Основные понятия химической кинетики и основные типы частиц, участвующих в химическом процессе.* Общие понятия и определения. Основные типы частиц, участвующих в химическом процессе (атомы, молекулы, свободные радикалы, ионы, комплексы), природа химической связи. Механизм химической реакции. Молекулярность элементарной реакции. Порядок реакции по компоненту и общий порядок реакции. Скорость химической реакции. Факторы, влияющие на скорость реакций. Закон действующих масс и принцип независимости протекания реакций. Константа скорости реакции, ее физический смысл. Методы определения порядка реакции. Зависимость скорости реакции от температуры. Энергия активации.

3.2. *Формальная кинетика элементарных гомогенных односторонних реакций разных порядков в закрытых системах.* Элементарная реакция первого порядка. Односторонние реакции второго порядка с равными и неравными начальными концентрациями реагентов. Элементарные реакции третьего порядка. Односторонние реакции n-го порядка.

3.3. *Кинетические закономерности сложных гомогенных реакций в закрытых системах.* Двусторонние реакции первого, второго порядка. Параллельные односторонние реакции. Односторонние последовательные реакции. Метод квазистационарных концентраций. Теорема Тихонова. Метод маршрутов.

3.4. *Кинетические особенности реакций разного типа.* Сопряженные реакции. Химическая индукция, объяснение этого явления. Понятие индуктора, актора, акцептора. Схема протекания сопряженной реакции. Скорость реакции. Фактор индукции. Химическая индукция – способ осуществления процессов, сопровождающихся увеличением энергии Гиббса.

Фотохимические реакции. Свойства фотовозбужденных молекул. Основные законы фотохимии: Гротгуса-Дрепера, Бугера-Ламберта-Бера, Бунзена и Роско, Вант-Гоффа, Эйнштейна-Штарка. Скорость фотохимической реакции. Полный квантовый выход, квантовый выход первичной фотохимической реакции. Зависимость квантовых выходов от различных условий. Определение квантового выхода. Стадии фотохимической реакции. Физические и химические фотопроцессы. Кинетическая схема Штерна – Фольмера. Фотосенсибилизация. Важнейшие фотохимические процессы. Применение фотохимических реакций в анализе.

Цепные реакции. Понятие цепных реакций, стадии цепных реакций (зарождение, развитие, обрыв цепи). Инициаторы и ингибиторы. Длина цепи. Неразветвленные цепные реакции. Разветвленные цепные реакции (с сильно разветвленными, слабо разветвленными и вырожденными цепями). Цепной взрыв, верхний и нижний пределы воспламенения.

Кинетика гетерогенных процессов. Отличительные особенности гетерогенных процессов. Кинетическая и диффузионная области протекания гетерогенных процессов. Первое и второе уравнение Фика. Скорость процессов, лимитируемых стадией доставки вещества к реакционной границе фаз. Зависимость скорости реакции от температуры. Кинетика топохимических реакций.

Каталитические реакции. Гомогенные и гетерогенные каталитические реакции. Теории активных центров в гетерогенном катализе: теория Тейлора, мультиплетная теория, теория активных ансамблей, электронные представления в гетерогенном катализе. Ферментативные реакции. Автокаталитические реакции.

Кинетика электрохимических процессов. Отличительные особенности электрохимических процессов. Поляризация. Электролиз. Коррозия.

Химические реакции в растворах. Кинетика бимолекулярных реакций, лимитируемых диффузией. Кинетика реакций, лимитируемых химическим превращением. Влияние среды на скорость химических реакций в растворах. Реакции переноса электрона.

3.5. *Теории химической кинетики.* Теории элементарного акта химического взаимодействия. Элементы кинетической теории газов. Теория активных столкновений. Теория переходного состояния.

4. Трудоемкость дисциплины (модуля) по видам учебных занятий, самостоятельной работы обучающихся и формам контроля

4.1. Очная форма обучения

Объем в зачетных единицах 4

4.1.1. Виды учебных занятий, самостоятельная работа обучающихся, формы контроля (в академических часах)

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам (в академических часах)	
		4 семестр	
Лекции			
Лабораторные работы	54	54	
Практические занятия (Семинары)			
Самостоятельная работа	63	63	
Курсовая работа			
Другие виды занятий			
Формы текущего контроля		тестирование	
Формы промежуточной аттестации	27	экзамен 27	
Итого часов	144	144	

4.1.2. Содержание учебной дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Всего часов	Аудиторные занятия (в часах)			Самостоятельная работа (в часах)
			Лекции	Практические занятия (семинары)	Лабораторные работы	
1	Основные понятия химической кинетики и основные типы частиц, участвующих в химическом процессе	22			12	10
2	Формальная кинетика элементарных гомогенных односторонних реакций разных порядков в закрытых системах	26			14	12
3	Кинетические закономерности сложных гомогенных реакций в закрытых системах	24			12	12
4	Кинетические особенности реакций разного типа	35			16	19
5	Теории химической кинетики	10				10
	Формы промежуточной аттестации (экзамен)	27				
	Итого:	144			54	63

4.1.3. Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Наименование лабораторной работы
1	1	Определение энергии активации

2	1	Изучение влияния температуры на скорость реакции
3	2	Определение константы скорости реакции первого порядка
4	2	Определение константы скорости реакции второго порядка
5	3	Применение метода Боденштейна для расчета скорости образования фосгена
6	4	Изучение кинетики сопряженного окисления иодоводорода и оксида железа (II) хромовой кислотой
7	4	Расчет квантового выхода фотохимической реакции с помощью актинометра
8	4	Графическое определение лимитирующей стадии гетерогенного процесса
9	4	Определение чисел переноса методом движущихся границ. Определение напряжения разложения растворов электролитов
10	4	Изучение зависимости скорости инверсии сахарозы от начальной концентрации катализатора

5. Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

5.1. Основная учебная литература

1. Стромберг, А. Г. Физическая химия / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко. - М. : Высшая школа, 2003. – 527 с.

5.2. Дополнительная литература

1. Романовский, Б.В. Основы химической кинетики / Б. В. Романовский. – М. : Экзамен, 2006. – 415 с.
2. Физическая химия. В 2 ч. Ч. 2. Электрохимия. Химическая кинетика и катализ / К. С. Краснов. - М. : Высшая школа, 2001. – 319 с.
3. Байрамов, В. М. Основы химической кинетики и катализа / В. М. Байрамов. - М. : Академия, 2003. – 251 с.
4. Еремин, Е. Н. Основы химической кинетики / Е. Н. Еремин. - М. : Высшая школа, 1984. – 463 с.
5. Курс физической химии. В 2 т. Т. 2. / Под ред. Я. И. Герасимова. – М. : Химия, 1973. – 624 с.
6. Панченков, Г. М. Химическая кинетика и катализ / Г. М. Панченков, В. П. Лебедев. – М. : Химия, 1985. – 592 с.
7. Эммануэль, Н. М. Курс химической кинетики / Н. М. Эммануэль, Д. Г. Кнорре. - М. : Высшая школа, 1984. – 463 с.
8. Байрамов, В.М. Химическая кинетика и катализ. Примеры и задачи с решениями / В. М. Байрамов. - М. : Академия, 2003. – 316 с.
9. Пурмаль А. П. А, Б, В ... химической кинетики: учебное пособие для вузов / А. П. Пурмаль. М.: Академкнига, 2004.-277 с.

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

- 1) **Архив журнала Science**, The American Association for the Advancement of Science (AAAS) - Американская ассоциация по развитию науки - некоммерческая организация, сообщество ученых, созданное в целях поддержки науки, НП «НЭИКОН». Лицензионной договор № 316-РН-2011 от 01.09.2011 г. на период с 01.01.2012 – бессрочно. **Сумма договора:** бесплатно. **Количество ключей (пользователей):** со всех компьютеров вуза. <http://www.sciencemag.org/content/by/year#classic>
- 2) **Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU**. При поддержке РФФИ. Лицензионное соглашение №916 от 12.01.2004 г. на период с12.01.2004 – бессрочно. **Сумма договора:** бесплатно. **Количество ключей (пользователей):** со всех компьютеров ТГПУ. <http://elibrary.ru>

- 3) **Архив научных журналов 2011 Cambridge Journals Digital.** Издательство Cambridge University Press, НП «НЭИКОН». Лицензионной договор № 316-РН-2011 от 01.09.2011 г. на период с 30.03.12 - бессрочно. **Сумма договора:** бесплатно. **Количество ключей (пользователей):** со всех компьютеров вуза. <http://journals.cambridge.org/action/stream?pageId=3216&level=2>
- 4) **Архивы 169 журналов издательства Oxford University Press.** Издательство Oxford University Press, НП «НЭИКОН». Лицензионной договор № 316-РН-2011 от 01.09.2011 г. на период с 14.03.12 - бессрочно. **Сумма договора:** бесплатно. **Количество ключей (пользователей):** со всех компьютеров вуза. <http://www.oxfordjournals.org/>
- 5) **Цифровой архив электронных журналов издательства Taylor&Francis.** Издательство Taylor&Francis Group, НП «НЭИКОН». Договор №316-РН-211 от 01.09.2011 г. на период с 06.05.2013 – бессрочно. **Сумма договора:** бесплатно. **Количество ключей (пользователей):** со всех компьютеров ТГПУ. <http://arch.neicon.ru/xmlui/>
- 6) **УИС Россия (Университетская информационная система РОССИЯ).** Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова (Научно-исследовательский вычислительный центр, Экономический факультет), Автономная некоммерческая организация Центр информационных исследований (АНО ЦИИ). Письмо-заявка № 21/300 от 01.03.2010 г. на период с 01.03.2010 – бессрочно. **Сумма договора:** бесплатно. **Количество ключей (пользователей):** с компьютеров библиотеки ТГПУ и при индивидуальной регистрации по запросу. <http://uisrussia.msu.ru/is4/main.jsp>
- 7) **БД «Марс» - сводная база данных аналитической росписи статей из периодических издания (архив 2001-2006).** Ассоциация региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН). Договор № С/161-1/3 от 12.10.2009 г. на период с 12.10.2009 – бессрочно. **Сумма договора:** бесплатно. **Количество ключей (пользователей):** со всех компьютеров вуза. http://arbicon.ru/services/mars_analitic.html
- 8) **Архив журнала Nature.** Научное издательство Nature Publishing Group, НП «НЭИКОН». Лицензионный договор № 316-РН-2011 от 01.09.2011 г. на период с 27.09.12 - бессрочно. **Сумма договора:** оплата оказанных услуг производится из средств Минобрнауки. **Количество ключей (пользователей):** со всех компьютеров ТГПУ. <http://www.nature.com/nature/index.html>
- 9) **Архив 16 научных журналов издательства Wiley.** Издательство Wiley, издательство Taylor&Francis Group, НП «НЭИКОН». Лицензионный договор № 317.55.11.4002 от 01.09.2011 г. на период с 06.05.13 – бессрочно. <http://onlinelibrary.wiley.com/>
- 10) **Архив научных журналов SAGE Journals Online.** Издательство SAGE Publications, НП «НЭИКОН». Договор № 316-РН-2011 от 01.09.2011 г. на период с 05.02.2012 – бессрочно. <http://online.sagepub.com/>
- 11) **Архив научных журналов издательства IOP Publishing.** Издательство IOP Publishing Института физики Великобритании, НП «НЭИКОН». Договор № 316-РН-2011 от 01.09.2011 г. на период с 13.04.2012 – бессрочно. <http://iopscience.iop.org/>
- 12) **Архив электронных журналов Electronic Back Volume Sciences Collection издательства Annual Reviews.** Издательство Annual Reviews, НП «НЭИКОН». Договор № 316-РН-2011 от 01.09.2011 г. на период с 06.05.2013 – бессрочно. <http://www.annualreviews.org/>
- 13) **Электронная библиотека ТГПУ.** <http://libserv.tspu.edu.ru/>

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

Операционная система Linux (или Windows) с программным обеспечением Open office (или Microsoft office).

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

Лабораторные занятия проводятся в аудиториях, оснащенных перечисленными ниже материалами и оборудованием.

Наименование аудитории	Оснащенность аудитории
Большая химическая лаборатория, ауд. №31 уч. корп. №7, ул. Герцена, 47	Вытяжные шкафы, химические столы, лабораторная посуда, спектрофотометр, потенциостат, муфельная печь, аналитические весы, аквадистиллятор, прибор для определения серы, рН-метры, учебно-лабораторный комплекс «Химия», спектроколориметры, установки для титрования, ВЛЭ-510, микролаборатория для химических экспериментов, сушильные шкафы, вольтамперометрический анализатор, полярографы.
Лаборатория физико-химических методов анализа, ауд. №12 уч. корп. №7, ул. Герцена, 47.	Вытяжные шкафы, химические столы и специализированные шкафы, лабораторная посуда, спектрометры, спектрофотометры, центрифуги, полярографы, рефрактометры, вискозиметры, аналитические весы, перемешивающее устройство, компьютерная техника.

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

Перед началом семестра студент должен ознакомиться с разделами изучаемой дисциплины и их содержанием, получить перечень вопросов, выносимых на самостоятельную работу и на экзамен. Студент должен быть знаком с требованиями к уровню освоения дисциплины, формами текущего, промежуточного и итогового контроля.

Вопросы, рекомендованные к самостоятельному изучению, обычно не рассматриваются во время аудиторных занятий или рассматриваются кратко. Они имеют в основном иллюстративный характер и не относятся к основополагающим, но знание их существенно облегчает восприятие принципиальных положений предмета обсуждения. Кроме того, материал, выносимый на самостоятельное рассмотрение, расширяет кругозор обучающихся, повышает их эрудированность. Это дает возможность увереннее ориентироваться в науках, уже знакомых из изучения предыдущих курсов и имеющих мировоззренческое значение.

7.1 План самостоятельной работы

Общее количество часов, выносимых на самостоятельную работу, 63 часа

№	Раздел дисциплины	Перечень вопросов	Кол-во часов	Форма контроля
1	Основные понятия химической кинетики и основные типы частиц, участвующих в химическом процессе	Основные типы частиц, участвующих в химическом процессе (атомы, молекулы, свободные радикалы, ионы, комплексы). Основные пути активации молекул. Типы реакционных систем. Прямая и обратная кинетическая задача. Механизм химической реакции. Молекулярность элементарной реакции. Порядок реакции. Методы определения порядка реакции. Скорость химической реакции. Закон действующих масс. Константа скорости реакций, ее физический смысл. Принцип	10	тестирование

		независимости протекания реакций. Зависимость скорости реакции от температуры. Энергия активации.		
2	Формальная кинетика элементарных гомогенных односторонних реакций разных порядков в закрытых системах	Элементарная реакция первого порядка. Односторонние реакции второго порядка с равными начальными концентрациями реагентов. Односторонние реакции второго порядка с неравными начальными концентрациями реагентов. Элементарные реакции третьего порядка. Односторонние реакции n-го порядка. Реакции нулевого порядка.	12	тестирование
3	Кинетические закономерности сложных гомогенных реакций в закрытых системах	Двусторонние реакции первого порядка. Двусторонняя реакция первого и второго порядка. Двусторонняя реакция второго порядка. Параллельные односторонние реакции. Односторонние последовательные реакции. Метод квазистационарных концентраций.	12	тестирование
4	Кинетические особенности реакций разного типа	Сопряженные реакции. Фотохимические реакции. Цепные реакции. Гетерогенные реакции. Электрохимические реакции. Каталитические реакции. Химические реакции в растворах.	19	тестирование
5	Теории химической кинетики	Теории элементарного акта химического взаимодействия. Статистический и термодинамический аспекты теории активированного комплекса.	10	тестирование

8. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Представлен в виде отдельного документа (приложение к рабочей программе учебной дисциплины (модуля)).

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) составлена в соответствии с учебным планом, федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 44.04.01 Педагогическое образование, направленность (профиль) Химическое образование.

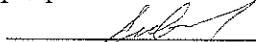
Рабочую программу учебной дисциплины (модуля) составила:

Князева Е.П., канд. хим. наук, доцент, доцент кафедры химии и методики обучения химии ТГПУ

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) утверждена на заседании кафедры химии и методики обучения химии

Протокол № 40 от 26 мая 2016 года.

Заведующий кафедрой химии и методики обучения химии,

канд. техн. наук  А.Е. Иваницкий

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) одобрена учебно-методической комиссией биолого-химического факультета

Протокол № 5 от «26» мая 2016 года

Председатель учебно-методической комиссии

биолого-химического факультета,

канд. хим. наук, доцент  Е.П. Князева