

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(ТГПУ)



Утверждаю

Дырин В.А.

20/2 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

М.2.В.07 КИНЕТИКА СЛОЖНЫХ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Трудоёмкость (в зачетных единицах) – 3

Направление подготовки: 050100.68 Педагогическое образование

Магистерская программа: Химическое образование

Квалификация (степень): магистр

1. Цель изучения дисциплины:

Целью дисциплины является дать более подробный, выходящий за рамки основного курса, обзор теоретических основ различных направлений химической кинетики.

2. Место учебной дисциплины в структуре основной образовательной программы.

Дисциплина «Кинетика сложных химических реакций» относится к вариативной (профильной) части профессионального цикла Основной образовательной программы. Для освоения дисциплины студенты используют знания, умения и виды деятельности, сформированные в процессе изучения химических дисциплин на предыдущих уровнях образования.

3. Требования к уровню освоения дисциплины.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование и развитие **профессиональных компетенций (ПК):**

общефессиональных:

способности осуществлять профессиональное и личностное самообразование, проектировать дальнейший образовательный маршрут и профессиональную карьеру (ОПК-2);

в области педагогической деятельности:

способности руководить исследовательской работой обучающихся (ПК-4);

в области научно-исследовательской деятельности:

способности анализировать результаты научных исследований и применять их при решении конкретных образовательных и исследовательских задач (ПК-5);

готовности использовать индивидуальные креативные способности для оригинального решения исследовательских задач (ПК-6);

готовности самостоятельно осуществлять научное исследование с использованием современных методов науки (ПК-7);

в области методической деятельности:

готовности к систематизации, обобщению и распространению методического опыта (отечественного и зарубежного) в профессиональной области (ПК-9);

в области управленческой деятельности:

готовности организовывать командную работу для решения задач развития образовательного учреждения, реализации опытно-экспериментальной работы (ПК-12);

в области проектной деятельности:

способности проектировать формы и методы контроля качества образования, а также различные виды контрольно-измерительных материалов, в том числе, на основе информационных технологий и на основе применения зарубежного опыта (ПК-15);

способности разрабатывать и реализовывать просветительские программы в целях популяризации научных знаний и культурных традиций (ПК-19);

общекультурных компетенций (ОК):

способности совершенствовать и развивать свой общеинтеллектуальный и общекультурный уровень (ОК-1);

готовности использовать знание современных проблем науки и образования при решении образовательных и профессиональных задач (ОК-2);

способности к самостоятельному освоению новых методов исследования, к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности (ОК-3);

способности формировать ресурсно-информационные базы для решения профессиональных задач (ОК-4);

способности самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе, в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности (ОК-5);

готовности работать с текстами профессиональной направленности на иностранном языке (ОК-6).

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.

4. Общая трудоемкость дисциплины 3 зачетных единиц и виды учебной работы.

Вид учебной работы	Трудоемкость: зачетные единицы, часы (в соответствии с учебным планом)	Распределение по семестрам, часы (в соответствии с учебным планом)	
	Всего:3 зачетных единиц – 108 часов	№ семестра 2	
Аудиторные занятия	34	34	
Лекции	-	-	
Практические занятия	34	34	
Семинары	-	-	
Лабораторные работы	-	-	
Другие виды аудиторных работ: занятия в интерактивной форме	14	14	
Другие виды работ: экзамен	-	-	
Самостоятельная работа	74		
Курсовой проект (работа)	-	-	

Реферат	-	-	
Расчётно-графические работы	-	-	
Формы текущего контроля	-	Коллоквиумы, контрольные работы, тестирование	
Формы промежуточной аттестации в соответствии с учебным планом		зачет	

5. Содержание учебной дисциплины.

5.1. Разделы учебной дисциплины.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (темы)	Аудиторные часы					Самостоятельная работа (час)
		всего	лекции	практические (семинары)	лабораторные	В т.ч. интерактивные формы обучения	
1	Основные понятия химической кинетики и основные типы частиц, участвующих в химическом процессе	4		4		2	8
2	Формальная кинетика элементарных гомогенных односторонних реакций разных порядков в закрытых системах	6		6		2	12
3	Кинетические закономерности сложных гомогенных реакций в закрытых системах	6		6		4	12
4	Кинетические особенности реакций разного типа	14		14		4	32
5	Теории химической кинетики	4		4		2	10
	Итого:	34/0,94		34		14/41 %	74

5.2. Содержание разделов дисциплины:

5.2.1. 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.

5.2.2. *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.

5.2.3. *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.

5.2.4. *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. 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. сенсibilизаторы. 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.

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

5. 3. Лабораторный практикум.

Не предусмотрен

6. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.

6.1. Основная литература по дисциплине:

1. Романовский, Б.В. Основы химической кинетики / Б. В. Романовский. – М. : Экзамен, 2006. – 415 с.

6.2. Дополнительная литература:

1. Стромберг, А. Г. Физическая химия / А. Г. Стромберг, Д. П. Семченко. - М. : Высшая школа, 2003. – 527 с.
2. Физическая химия. В 2 ч. Ч. 2. Электрохимия. Химическая кинетика и катализ / К. С. Краснов [и др.]. - М. : Высшая школа, 2001. – 319 с.
3. Байрамов, В. М. Основы химической кинетики и катализа / В. М. Байрамов. - М. : Академия, 2003. – 256 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. – 320 с.

6.3. Средства обеспечения освоения дисциплины:

Контролирующая программа по кинетике сложных химических реакций (электронный вариант).

- <http://top.msu.ru> - каталог научно-образовательных программ МГУ. Программы курсов по химии. Лекции по химии,
- <http://www.chem.msu.su/> - портал химического образования России. Российский химический журнал,
- <http://www.chem.km.ru/> - мир химии,
- <http://rushim.ru/books/books.htm> - электронная библиотека по химии,
- <http://www.chemport.ru> - химический портал ChemPort. ru. Литература по химии,
- <http://www.rushim.ru> – электронные учебники,

6.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

№п/п	Наименование раздела (темы) учебной дисциплины (модуля)	Наименование материалов обучения, пакетов программного обеспечения	Наименование технических и аудиовизуальных средств, используемых с целью демонстрации материалов
1.	5.2.1		Мультимедийные материалы
2.	5.2.2		Мультимедийные материалы
3.	5.2.3		Мультимедийные

			материалы
4.	5.2.4		Мультимедийные материалы
5.	5.2.5		Мультимедийные материалы

7. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины:

7.1. Методические рекомендации преподавателю:

Дисциплина «Кинетика сложных химических реакций» позволяет студентам углубить знания по одному из наиболее интересных и сложных разделов химии, имеющему важное практическое значение.

Промежуточные срезы знаний проводятся после изучения основным тем курса письменно (контрольные работы и (или) тестирование), а также устно (коллоквиумы). Тестирование проводится в компьютерном классе с использованием специальной программы. Задания для тестирования находятся на сайте ТГПУ. Тестирование студенты могут осуществлять в свободном доступе в качестве самостоятельной подготовки как по отдельным темам, так и по дисциплине в целом. В течение всего обучения студенты выполняют индивидуальные задания, разрабатываемые преподавателем по всем изучаемым темам курса, могут выполнять курсовую работу или рефераты. Изучение дисциплины заканчивается итоговым зачетом.

7.2. Методические указания для студентов:

Курс «Кинетика сложных химических реакций» магистры изучают во 2 семестре. Перед началом семестра студент должен ознакомиться с разделами изучаемой дисциплины и их содержанием, получить перечень вопросов, выносимых на самостоятельную работу и на зачет. Студент должен быть знаком с требованиями к уровню освоения дисциплины, формами текущего, промежуточного и итогового контроля. В курсе «Кинетика сложных химических реакций» после изучения каждого раздела дисциплины студент должен сдать коллоквиум, индивидуальное задание, пройти тестирование.

8. Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

8.1. Тематика рефератов (докладов, эссе):

1. Метод квазистационарных концентраций Боденштейна.
2. Теория активных столкновений.
3. Теория активированного комплекса.
4. Мультиплетная теория катализа.
5. Теория активных ансамблей.
6. Электронная теория катализа.

8.2. Вопросы и задания для самостоятельной работы, в том числе групповой самостоятельной работы обучающихся:

1. Основные типы частиц, участвующих в химическом процессе (атомы, молекулы, свободные радикалы, ионы, комплексы).
2. Механизм химической реакции.
3. Молекулярность элементарной реакции.
4. Порядок реакции.
5. Скорость химической реакции.
6. Закон действующих масс.
7. Принцип независимости протекания реакций.
8. Методы определения порядка реакции.
9. Зависимость скорости реакции от температуры.
10. Энергия активации.
11. Теории элементарного акта химического взаимодействия.
12. Формальная кинетика элементарных гомогенных односторонних реакций в закрытых системах.
13. Сложные гомогенные реакции в закрытых системах.
14. Сопряженные реакции.
15. Фотохимические реакции.
16. Цепные реакции.
17. Гетерогенные реакции.
18. Электрохимические реакции.
19. Каталитические реакции.
20. Химические реакции в растворах.

8.3. Вопросы для самопроверки, диалогов, обсуждений, дискуссий, экспертиз:

1. Термодинамика и кинетика химических процессов.
2. Типы реакционных систем.
3. Прямая и обратная кинетическая задача.
4. Константа скорости реакций, ее физический смысл.
5. Общий подход к рассмотрению химических реакций в статических системах.
6. Зависимость скорости реакции от температуры.
7. Основные пути активации молекул.
8. Обмен энергией при столкновениях.
9. Статистический и термодинамический аспекты теории активированного комплекса.

8.4. Примеры тестов:

1. При увеличении концентрации вещества А в 1,6 раза скорость реакции возрастает в 2,9 раза. Порядок реакции по веществу А:
 1) 2,00 2) 2,50 3) 2,26 4) 3,00
2. Соотношение констант скоростей двух реакций первого порядка k_1 и k_2 , если период полупревращения первой реакции в 5 раз больше, чем второй:
 1) $k_1 = 5k_2$ 2) $5k_1 = k_2$ 3) $25k_1 = k_2$ 4) $k_1 = k_2$
3. При увеличении давления в системе в 4 раза скорость химической реакции:

$$A_{(г)} + 2B_{(г)} \rightarrow C_{(г)}$$
 1) увеличится в 16 раз 3) не изменится
 2) уменьшится в 64 раза 4) увеличится в 64 раза

41. Отношение констант скоростей двух реакций первого порядка k_1 и k_2 , если период полупревращения первой реакции в 5 раз больше, чем второй:
 1) $k_1 = 5k_2$ 2) $5k_1 = k_2$ 3) $25k_1 = k_2$ 4) $k_1 = k_2$
42. Если температурный коэффициент реакции равен 3, то при повышении температуры на 30°C константа скорости химической реакции увеличится:
 1) в 3 раза 2) в 9 раз 3) в 27 раз 4) не увеличится
43. Чтобы скорость протекающей в системе реакции возросла в 32 раза, необходимо повысить температуру системы (температурный коэффициент равен 2) на:
 1) на 30° 2) на 40° 3) на 50° 4) на 70°
44. При повышении температуры на 40° скорость реакции возросла в 39 раз. Температурный коэффициент реакции равен:
 1) 2,0 2) 2,5 3) 3,0 4) 3,2
45. Константа скорости реакции при 150°C составляет $9,9 \cdot 10^{-3}$, а при 170°C она равна $6,7 \cdot 10^{-2}$. Температурный коэффициент реакции равен:
 1) 2,0 2) 2,6 3) 3,2 4) 3,8
46. При 130°C реакция заканчивается за 4 мин. Температурный коэффициент реакции равен 3,2. Время, необходимое для проведения реакции при 100°C :
 1) 36 мин 2) 78 мин 3) 131 мин 4) 205 мин
47. На проведение реакции при 130°C требуется 159 мин, а при 160°C – 2 мин. Температурный коэффициент реакции равен:
 1) 3,8 2) 4,0 3) 4,3 4) 4,5
48. Скорость реакции при охлаждении реакционной смеси с 40 до -10°C (температурный коэффициент реакции равен 3) уменьшится:
 1) в 27 раз 2) в 81 раз 3) в 243 раза 4) в 729 раз
49. Энергия активации некоторой реакции равна 10 кДж/моль. При повышении температуры от 27 до 37°C скорость реакции изменится в
 1) 1,14 раза 2) 2,28 раз 3) 3,00 раза 4) 4,27 раз
50. Энергия активации реакции (1) больше энергии активации реакции (2). При температуре T_1 константы скорости этих реакций равны. Каково соотношение между константами скоростей этих реакций при $T_2 > T_1$:
 1) $k_1 > k_2$ 2) $k_1 < k_2$ 3) $k_1 = k_2$

8.5. Перечень вопросов для промежуточной аттестации (к экзамену, зачету):

1. Механизм химической реакции.
2. Молекулярность элементарной реакции.
3. Порядок реакции по компоненту и общий порядок реакции.
4. Основные типы частиц, участвующих в химическом процессе (атомы, молекулы, свободные радикалы, ионы, комплексы).
5. Скорость химической реакции.
6. Факторы, влияющие на скорость реакций: природа реагирующих веществ, их концентрация, температура, катализаторы.
7. Закон действующих масс.

8. Принцип независимости протекания реакций.
9. Константа скорости реакций, ее физический смысл.
10. Методы определения порядка реакции.
11. Зависимость скорости реакции от температуры.
12. Энергия активации.
13. Элементарная реакция первого порядка.
14. Односторонние реакции второго порядка с равными начальными концентрациями реагентов.
15. Односторонние реакции второго порядка с неравными начальными концентрациями реагентов.
16. Элементарные реакции третьего порядка.
17. Односторонние реакции n-го порядка.
18. Реакции нулевого порядка.
19. Методы определения порядка реакции.
20. Двусторонние реакции первого порядка.
21. Двусторонняя реакция первого и второго порядка.
22. Двусторонняя реакция второго порядка.
23. Параллельные односторонние реакции.
24. Односторонние последовательные реакции. Метод квазистационарных концентраций.
25. Сопряженные реакции.
26. Химическая индукция, объяснение этого явления.
27. Понятие индуктора, актора, акцептора.
28. Схема протекания сопряженной реакции.
29. Фактор индукции.
30. Химическая индукция – способ осуществления процессов, сопровождающихся увеличением энергии Гиббса.
31. Фотохимические реакции.
32. Основные законы фотохимии: Гротгуса-Дрепера, Бугера-Ламберта-Бера, Бунзена и Роско, Вант-Гоффа, Эйнштейна-Штарка.
33. Скорость фотохимической реакции.
34. Полный квантовый выход, квантовый выход первичной фотохимической реакции. сенсбилизаторы.
35. Важнейшие фотохимические процессы.
36. Применение фотохимических реакций в анализе.
37. Цепные реакции. Понятие цепных реакций, стадии цепных реакций (зарождение, развитие, обрыв цепи).
38. Инициаторы и ингибиторы.
39. Длина цепи.
40. Неразветвленные цепные реакции.
41. Разветвленные цепные реакции (с сильно разветвленными, слабо разветвленными и вырожденными цепями).
42. Цепной взрыв, верхний и нижний пределы воспламенения.
43. Кинетика гетерогенных процессов. Отличительные особенности гетерогенных процессов.
44. Кинетическая и диффузионная области протекания гетерогенных процессов.
45. Первое и второе уравнение Фика.
46. Скорость процессов, лимитируемых стадией доставки вещества к реакционной границе фаз.
47. Зависимость скорости гетерогенной реакции от температуры.
48. Кинетика топохимических реакций.
49. Каталитические реакции. Гомогенные и гетерогенные каталитические реакции.

50. Теории активных центров в гетерогенном катализе: теория Тейлора, мультиплетная теория, теория активных ансамблей, электронные представления в гетерогенном катализе.
51. Ферментативные реакции.
52. Автокаталитические реакции.
53. Термодинамика электрохимических реакций.
54. Кинетика электрохимических реакций.
55. Основные стадии электрохимических реакций.
56. Виды поляризации.
57. Электролиз.
58. Коррозия.
59. Особенности химических реакций в растворах.
60. Кинетика бимолекулярных реакций, лимитируемых диффузией.
61. Кинетика реакций, лимитируемых химическим превращением.
62. Влияние среды на скорость химических реакций в растворах.
63. Реакции переноса электрона.
64. Теории элементарного акта химического взаимодействия.
65. Элементы кинетической теории газов.
66. Теория активных столкновений.
67. Теория переходного состояния.

8.6. Темы для написания курсовой работы (представляются на выбор обучающегося, если предусмотрено рабочим планом):

1. Применение меченых атомов в химической кинетике.
2. Кинетика ферментативного катализа.
3. Химические реакции в открытых системах.
4. Корреляционные методы в химической кинетике.

8.7. Формы контроля самостоятельной работы: Формами контроля самостоятельной работы студентов являются коллоквиумы, индивидуальные задания, промежуточное тестирование, подготовка и выступление с докладами.

Рабочая программа учебной дисциплины составлена в соответствии с учебным планом, федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 050100.68 Педагогическое образование
(указывается код и наименование направления подготовки)

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) составлена:
к.х.н., доцент кафедры неорганической химии Е.П. Князева Князева Е.П.

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) утверждена на заседании кафедры неорганической химии
протокол № 1 от 30.08 2012 года.

Зав. кафедрой С.В. Ковалева Ковалева С.В..
(подпись)

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) одобрена методической комиссией биолого-химического факультета
протокол № 4 от 03.09 2012 года.

Председатель методической комиссии Е.П. Князева Князева Е.П.
(подпись)