ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
ИРКУТСКИЙ ИНСТИТУТ ХИМИИ им. А.Е. ФАВОРСКОГО
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

УТВЕРЖДАЮ
Директор, д.х.н.
_____А.В. Иванов
«01» марта 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВЫ СТЕРЕОХИМИИ

Шифр и наименование области науки:
1. Естественные науки

Шифр и наименование группы научных специальностей:
1.4. Химические науки

Шифр и наименование научных специальностей:
1.4.3. Органическая химия
1.4.4. Физическая химия
1.4.7. Высокомолекулярные соединения
1.4.8. Химия элементоорганических соединений

Иркутск
2022

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов), утвержденными Приказом Минобрнауки России от 20.10.2021 № 951 и Положением о подготовке научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), утвержденным Постановлением Правительства РФ от 30.11.2021 № 2122.

Рабочая программа составлена д.х.н., доц. Розенцвейгом И. Б.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА РАССМОТРЕНА И ОДОБРЕНА на заседании Ученого совета ИрИХ СО РАН (Протокол № 2 от «28» февраля 2022 г.)

1. Цели и задачи учебной дисциплины

Цель изучения дисциплины «Основы стереохимии»: приобретение фундаментальных знаний в области стереохимии органических соединений и пространственного строения органических молекул и практических навыков, необходимых для профессиональной научно-исследовательской, инновационной и образовательной деятельности в области применения стереохимии и в смежных областях науки.

Задачи:

- усвоение теоретических представлений о пространственном строении органических молекул;
- установление взаимосвязи между пространственным строением молекул и их реакционной способностью, физическими свойствами и биологической активностью;
- освоение методов проведения стереоселективных реакций.

2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Основы стереохимии» является частью образовательного компонента (Подраздел 2.1.3.2. (Ф) раздела 2.1.3. (Ф) «Факультативы») программ аспирантуры по научным специальностям:

- 1.4.3. Органическая химия;
- 1.4.4. Физическая химия;
- 1.4.7. Высокомолекулярные соединения;
- 1.4.8. Химия элементоорганических соединений.

Учебная дисциплина реализуется (по выбору аспирантов) на втором году обучения.

Знания, умения и навыки, приобретенные аспирантами по результатам изучения учебной дисциплины «Основы стереохимии», используются ими для сдачи кандидатского экзамена и при написании диссертационной работы на соискание ученой степени кандидата наук.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

По окончании изучения дисциплины аспиранты должны будут:

Знать:

- основные и углубленные положения стереохимии (хиральность, конфигурация и конформация), стереохимическую номенклатуру, номенклатуру конформеров, диастереомеров и энантиомеров;
- методы получения стереоизомеров и определение их пространственной конфигурации;
- стереохимию алканов, циклоалканов, соединений с кратными углерод-углеродными связями, стереохимию соединений азота, фосфора, серы, стереохимию протекания реакций радикального, нуклеофильного и электрофильного замещения у насыщенного и ненасыщенного атома углерода, реакций моно- и бимолекулярного элиминирования и присоединения по связям углерод-углерод и углерод-гетероатом;
- особенности пространственного строения органических соединений различных классов в зависимости от специфичности их электронного строения и природы заместителей, входящих в их состав;
- влияние строения на реакционную способность органических соединений;
- физико-химические методы исследования строения оптически активных веществ и стереоизомеров;
- терминологию и правила построения химических названий органических соединений по номенклатуре IUPAC;
- современную периодическую литературу (журналы) и электронные базы данных в области органической стереохимии и методы поиска литературных данных по свойствам и получению оптически активных веществ;

- роль и место органической стереохимии в системе фундаментальных химических наук и производстве современной инновационной продукции.

Уметь:

- выбирать методы и реагенты для осуществления направленных стереохимических превращений;
- проводить разделение смесей стереоизомеров и идентификацию их состава и строения с помощью химических и физико-химических методов анализа;
- представлять изомеры с помощью проекционных формул Ньюмена и Фишера, пользоваться этими формулами, определять конфигурацию асимметрического центра;
- составлять формулы по названию органических соединений и составлять названия по формулам;
- осуществлять поиск методов получения и свойств оптически активных соединений с использованием современных баз данных и поисковых систем.

Иметь опыт:

- планирования и проведения экспериментов в области органической стереохимии;
- выделения в индивидуальном виде индивидуальных стереоизомеров (диастереомеров, энантиомеров) и идентификации их строения с использованием химических и физико-химических методов;
- написания научных отчетов и статей.

4. Структура и содержание учебной дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы (108 часов).

Структура дисциплины

Таблица 4.1. Структура учебной дисциплины

№	Наименование дисциплины	Объем учебной работы, ч							Форма контроля
		Всего	Всего аудиторн.	Из аудиторных				СР	
				Лек	Лаб	П	КСР		
1	Основы стереохимии	108	27	18	-	9	-	81	Зачет

Содержание дисциплины

Содержание разделов и тем дисциплины

Тема 1. Основные положения стереохимии.

Введение. Место стереохимии в органической химии. Исторический обзор. Поляриметрия и оптическое вращение. Структура, основные понятия, изомеры, конфигурация, конформация. Определение структуры.

Тема 2. Стереоизомеры.

Природа стереоизомеров. Энантиомеры, Диастереомеры. Физические и спектральные свойства диастереомеров. Природа рацематов. Свойства рацематов и образующих их энантиомерных компонентов. Определение энантиомерного и диастереомерного состава. Разделение стереоизомеров. Разделение энантиомеров при кристаллизации. Химическое разделение энантиомеров через диастереомеры. Энантиомерное обогащение и стратегия расщепления. Кинетическое расщепление. Прочие различные методы разделения энантиомеров. Рацемизация.

Тема 3. Конфигурация.

Абсолютная конфигурация и ее обозначения. Определение абсолютной конфигурации. Относительная конфигурация и обозначения. Определение относительной конфигурации насыщенных алифатических соединений.

Тема 4. Гетеротопные заместители и стороны, простереоизомерия и прохиральность.

Гомотопные и гетеротопные заместители и стороны. Гетеротопность и ядерный магнитный резонанс. Гетеротопные заместители и стороны в реакциях, катализируемых ферментами.

Тема 5. Стереохимия алкенов.

Структура алкенов и природа цис- и транс-изомерии. Определение конфигурации цис- и транс-изомеров. Взаимопревращения цис- и транс-изомеров, положение равновесия и методы изомеризации.

Тема 6. Конформации ациклических молекул.

Конформации насыщенных ациклических молекул. Конформации ненасыщенных ациклических соединений. Физические и спектральные свойства конформеров. Конформации и рекационная способность.

Тема 7. Конфигурация и конформация циклических молекул.

Стереоизомерия и конфигурационная номенклатура циклических соединений. Определение конфигурации замещенных циклических соединений. Устойчивость циклических молекул. Конформационные аспекты химии трехчленных, четырехчленных, пятичленных, шестичленных соединений и циклов большого размера. Стереохимия конденсированных, мостиковых и каркасных циклических систем.

Тема 8. Хирооптические свойства.

Оптическая активность и анизотропная рефракция. Круговой дихроизм и анизотропное поглощение. Применение дисперсии оптического вращения и кругового дихроизма. Применение оптической активности.

Тема 9. Хиральность молекул, не имеющих хиральных центров.

Аллены. Алкилиденциклоалканы. Спираны. Бифенилы и атропоизомерия. Молекулярные пропеллеры. Гелицены. Молекулы с планарной хиральностью.

Тема 10. Стереохимия тетраэдрических элементов.

Стереохимия соединений азота, кремния, фосфора и серы.

Разделы дисциплины и виды занятий

Таблица 4.2. Разделы дисциплины и виды занятий с указанием трудоемкости

№	Наименование разделов и тем	Виды учебной работы и трудоемкость, ч						Формы текущего контроля успеваемости
		Всего	Лек	Лаб	П	СР	КСР	
1	Основные положения стереохимии.	8	1	-	-	7	-	Собеседование
2	Стереоизомеры.	10	2	-	1	7	-	
3	Конфигурация.	10	1	-	1	8	-	
4	Гетеротопные заместители и стороны, простереоизомерия и прохиральность.	11	2	-	1	8	-	

5	Стереохимия алкенов.	12	2	-	1	9	-	Собеседование
6	Конформации ациклических молекул.	12	2	-	1	9	-	
7	Конфигурация и конформация циклических молекул.	11	2	-	1	8	-	
8	Хирооптические свойства.	11	2	-	1	8	-	
9	Хиральность молекул, не имеющих хиральных центров.	12	2	-	1	9	-	
10	Стереохимия тетраэдрических элементов.	11	2	-	1	8	-	
Всего часов:		**108**	**18**	**-**	**9**	**81**	**-**	

Рабочей программой дисциплины «Основы стереохимии» предусмотрена самостоятельная работа обучающегося в объеме 81 ч. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и подкрепляется учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций, учебное и научное программное обеспечение, ресурсы Интернет.

Перечень рекомендуемых видов самостоятельной работы:

- регулярная проработка пройденного на лекциях учебного материала по разделам курса;
- ознакомление с литературой в электронно-библиотечных системах, включая публикации из научных журналов, цитируемых в базах Scopus, Web of Science, Chemical Abstracts, РИНЦ;
- посещение отраслевых выставок, семинаров, конференций различного уровня;
- участие в семинарах ИрИХ СО РАН по тематике курса, научно-методических семинарах лабораторий, посещение защит диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора наук;
- подготовка к сдаче зачета по курсу.

5. Организация текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения учебной дисциплины

Текущий контроль по дисциплине «Основы стереохимии» осуществляется в следующих формах: собеседование по контрольным вопросам.

Собеседование – средство контроля, организованное в форме собеседования по тематике изучаемой дисциплины, рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по всем изученным разделам, темам; свободного использования терминологии для аргументированного выражения собственной позиции.

Собеседование по контрольным вопросам и письменным ответам на вопросы оценивается в соответствии со следующими критериями: аргументированность позиции, широта используемых теоретических знаний.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Основы стереохимии» проводится на втором году обучения в форме зачета, предусматривающего ответы на контрольные вопросы.

Зачет – средство, позволяющее получить экспертную оценку знаний, умений и навыков, полученных по итогам изучения дисциплины «Основы стереохимии».

Критерии оценивания ответа аспиранта:

- для оценки «зачтено»: наличие твердых и достаточно полных знаний программы курса, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильные действия по применению теоретических знаний для решения практических задач, четкое изложение материала;
- для оценки «не зачтено»: наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы.

Дисциплина считается освоенной, если обучающийся получил оценку «зачтено».

Оценочные средства для проведения текущего контроля

Примеры контрольных вопросов для проведения собеседования

1. Нарисуйте проекционную формулу Фишера мезо-2,3-дибромбутана.
2. Укажите конфигурацию по R,S-номенклатуре обоих хиральных центров мезо-2,3-дибромбутана.
3. Приведите проекции Ньюмена φ1, φ3, φ5 мезо-2,3-дибромбутана.
4. Приведите проекционную формулу Фишера (R)-1-бром-1-фенилпропана.
5. Можно ли расщепить на энантиомеры 6,6'-дибромдифенил-2,2'-дикарбоновую кислоту.
6. Нарисуйте проекционную формулу Фишера эритропентандиола-2,3.
7. Укажите конфигурацию по R,S-номенклатуре обоих хиральных центров соединения эритропентандиола-2,3.
8. Приведите проекции Ньюмена φ1, φ3, φ5 эритропентандиола-2,3.
9. Приведите проекционную формулу Фишера S-2-амино-3-оксипропановой кислоты.
10. Можно ли расщепить на энантиомеры 2,2'-дииоддифенил-4-карбоновую кислоту.
11. Нарисуйте проекционную формулу Фишера трео-1,2-дифенил-1-бром-2-хлорэтана.
12. Укажите конфигурацию по R,S-номенклатуре обоих хиральных центров трео-1,2-дифенил-1-бром-2-хлорэтана.
13. Приведите проекции Ньюмена φ1, φ3, φ5 трео-1,2-дифенил-1-бром-2-хлорэтана.
14. Приведите проекционную формулу Фишера S-3-метилпентена-1.
15. Можно ли расщепить на энантиомеры 1,3-дифенил-1,3-ди-β-нафтилаллен.
16. Нарисуйте проекционную формулу Фишера эритро-3-дейтеробутанола-2.
17. Укажите конфигурацию по R,S-номенклатуре обоих хиральных центров эритро-3-дейтеробутанола-2.
18. Приведите проекции Ньюмена φ1, φ3, φ5 эритро-3-дейтеробутанола-2.
19. Приведите проекционную формулу Фишера R-фенил-п-хлорфенилкарбинола.
20. Укажите, являются ли обе стороны двойной связи C=O в соединениях C_6H_5CHO, $(CH_3)_2CO$ гомотопными, энантиотопными или диастереотопными.
21. Нарисуйте проекционную формулу Фишера мезо-2,3-диметилянтарной кислоты.
22. Укажите конфигурацию по R,S-номенклатуре обоих хиральных мезо-2,3-диметилянтарной кислоты.
23. Приведите проекции Ньюмена φ1, φ3, φ5 мезо-2,3-диметилянтарной кислоты.
24. Приведите проекционную формулу Фишера S-2-аминопропионовой кислоты.
25. Укажите, являются ли обе стороны двойной связи C=O в соединениях $CH_3COCH(CH_3)C_2H_5$, $CH_3COCH_2CH_2COCH_3$ гомотопными, энантиотопными или диастереотопными.
26. Нарисуйте проекционную формулу Фишера 2,3-дихлор-1,4-бутандиола (трео-форма).
27. Укажите конфигурацию по R,S-номенклатуре обоих хиральных центров Фишера 2,3-дихлор-1,4-бутандиола (трео-форма).
28. Приведите проекции Ньюмена φ1, φ3, φ5 Фишера 2,3-дихлор-1,4-бутандиола (трео-форма).
29. Приведите проекционную формулу Фишера R-2-оксипропионовой кислоты.
30. Укажите, являются ли обе стороны двойной связи C=C в малеиновой и фумаровой кислоте гомотопными, энантиотопными или диастереотопными.
31. Приведите проекции Ньюмена φ1, φ3, φ5 для изобутилбромида $(CH_3)_2CHCH_2Br$.
32. Напишите проекционную формулу S-пропандиендикарбоновой кислоты.
33. Обозначьте прохиральность сторон кратной связи в молекуле 2-метилциклогексанона.
34. Приведите проекции Ньюмена φ1, φ3, φ5 для мезо-1,2-дихлор-1,2-дифенилэтана.
35. Какие виды изомерии возможны для бутантриендикарбоновой кислоты.
36. Обозначьте прохиральность сторон кратной связи в молекуле бензальдегида, метилэтилкетона.

37. Укажите конфигурацию по R,S-номенклатуре обоих хиральных центров бензальдегида, метилэтилкетона.
38. Приведите проекции Ньюмена φ1, φ3, φ5 бензальдегида, метилэтилкетона.
39. Сколько стереоизомеров возможно для 1-бром-2-хлорциклопропана?
40. Какой энантиомер образуется при взаимодействии бензальдегида с циановодородом с si-стороны?
41. Приведите проекции Ньюмена φ1, φ3, φ5 для бутанола-2.
42. Какой энантиомер образуется при восстановлении уксусного альдегида с re-стороны ферментом NADH (фермент дейтерирован).
43. Нарисуйте проекционную формулу Фишера трео-3-фенилпентандиола-2.
44. Укажите конфигурацию по R,S-номенклатуре обоих хиральных центров трео-3-фенилпентандиола-2.
45. Приведите проекции Ньюмена φ1, φ3, φ5 трео-3-фенилпентандиола-2.
46. Изобразите наиболее стабильную конформацию обоих изомерных 1,4-диизопропилциклогексанов.
47. Рассмотрите стереохимию продукта присоединения воды к стиролу с Re-стороны.
48. Нарисуйте проекционную формулу Фишера для 3(S)-бромбутанола-2(S). Сколько стереоизомеров имеет это соединение?
49. Приведите проекции Ньюмена для различных скошенных конформаций 3(S)-бромбутанола-2(S). Обозначьте их по стереохимической конформационной номенклатуре.
50. Какие стереохимические отношения возникнут между продуктами этерификации глицерина уксусной кислотой по разным гидроксиметильным группам?
51. Сколько стереоизомеров возможно для:
    а) 3,4-диметилциклопентанона,
    б) 3-метилциклопентанона?
52. Образование каких продуктов можно ожидать при реакции тетрацианэтилена с:
    а) цис-S-транс-гексадиеном-2,4;
    б) цис-S-гексадиеном-2,4;
    в) 3-метиленциклогексеном?
53. В реакции циклопентадиена с малеиновой и фумаровой кислотами образуется несколько стереоизомеров. Опишите стереохимические результаты каждой реакции.
54. Можно ли выделить стереоизомеры следующих соединений:
    а) 1,4-дихлорциклогексан;
    б) хлорциклогексан (с экваториальным и аксиальным хлором).
55. Транс-коричная кислота при взаимодействии с бутадиеном-1,3 по реакции Дильса-Альдера образует рацемическую смесь. Что получится из цис-коричной кислоты в тех же условиях?
56. Объясните, почему при пиролизе ацетата транс-2-фенилциклогексанола образуется, главным образом, 1-фенилциклогексен и уксусная кислота, а при пиролизе цис-изомера, в основном, 3-фенилциклогексен и уксусная кислота.
57. Приведите синтез цис-циклогексан-дикарбоновой кислоты, исходя из бутадиена и малеинового ангидрида. Точно опишите следующие характеристики полученного соединения:
    а) пространственную конфигурацию;
    б) оптическую изомерию.
58. Цис- и транс-1-хлор-2,3-диметилпентены-2 обрабатывают 50%-м водным раствором ацетона. Образуется смесь стереоизомеров, соответствующих двум спиртам различной структуры. При обработке этой смеси Br_2 в CCl_4 получили два различных продукта, каждый в форме 4-х изомеров. Рассмотрите стереохимию этих изомеров.
59. Какой энантиомер образуется при восстановлении уксусного альдегида с re-стороны ферментом NADH (фермент дейтерирован).
60. Рассмотрите стереохимический результат реакции 1-третбутил-циклогексена-1 с хлором в растворе CCl_4.

61. В ИК-спектре этилвинилкетона имеются полосы поглощения C=O при 1687 и 1708 $см^{-1}$. Что можно сказать о стереохимии этого соединения?
62. Сравните устойчивость следующих соединений: цис- и транс-2-трет-бутилциклогексанолов.
63. Какая из стереоизомерных форм (трео- или эритро-) предпочтительно образуется при присоединении брома к транс-3-метилпентену-2.
64. Обозначьте конфигурацию дибромида по R,S-номенклатуре.
65. Напишите структурные формулы транс-3-хлорциклогексанола и цис-4-хлорциклогексанола, а также их энантиомеров, если они возможны.
66. Определите конформацию изопрена, если в его УФ-спектре имеется полоса поглощения при 220 нм (ε=24000).
67. Вычислите оптическую чистоту и соотношение D- и L- изомеров α-фенилэтиламина, имеющего [α]D20 +180, если оптически чистое вещество имеет [α]D20 ±40,70.
68. Напишите структуры всех возможных заторможенных конформаций (+)-винной кислоты. Идентичны ли они своим зеркальным отражениям? Сколько оптически активных форм винной кислоты могло бы существовать в том случае, если вращение вокруг 2,3-связи было бы невозможно и существовали только одни заторможенные конформации?
69. Объясните как можно установить, по какому пути – цис- или транс- происходит присоединение перекиси водорода в муравьиной кислоте к циклопентену?
70. Предложите схему превращения R-энантиомера α-дейтероэтанола в S-энантиомер.
71. Напишите проекционную формулу Фишера для эритро-1,2-дифенил-пропанола-1 и обозначьте конфигурацию хиральных центров данного соединения по R, S-номенклатуре.
72. Какой энантиомер образуется при взаимодействии бензальдегида с циановодородом с Si-стороны?
73. Сколько пространственных изомеров и сколько конформаций возможно для гептадиена-2,4?
74. Какие типы напряжений наблюдаются в молекулу циклопропана?
75. Каков стереохимический результат взаимодействия (3S)-фенилбутанона с этилмагнийбромидом?

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Контрольные вопросы к зачету

1. Исторические предпосылки стереохимии как науки.
2. Основные стереохимические понятия: изомеры и стереоизомеры, статистическая и динамическая стереохимия, конфигурация, конформация, энантиомеры, диастереомеры, рацемат.
3. Проявление стереохимических особенностей молекул в зависимости от степени гибридизации.
4. Стереохимические модели.
5. Особенности построения проекций Фишера.
6. Основные понятия конформационного анализа, номенклатура конформеров.
7. Основные конформации ациклических соединений.
8. Особенности конформационного строения трех-, четырех-, пяти- и шестичленных циклических соединений.
9. Симметрия молекул, связь симметрии с оптической активностью.
10. Типы элементов хиральности.
11. Рацематы, энантиомеры, диастереомеры, мезоформы – на избранных примерах.
12. Номенклатура Кана-Ингольда-Прелога, правила определения старшинства, R-, S-изомеры.
13. Определение конфигурации в проекциях Фишера.
14. Абсолютная и относительная конфигурация оксикислот и аминокислот.

15. Энантиотопия и диастереотопия, диастереотопные заместители и их проявление в спектрах ЯМР, энантиотопные стороны.
16. Методы расщепления рацематов, рацемизация.
17. Асимметрический синтез и асимметрический катализ – основные понятия.
18. Асимметрическое гидрирование алкенов.
19. Асимметрическое присоединение к алкенам – гидроксилирование, гидроборирование, галогенирование, гидрогалогенирование.
20. Региоселективность электрофильного присоединения к алкенам. Правило Марковникова.
21. Стереохимические особенности нуклеофильного и электрофильного присоединения к ацетиленам.
22. Асимметрические реакции с участием карбонильной группы. Правило Крама, правило Прелога.
23. Механизмы реакций элиминирования. Теория переменного переходного состояния.
24. Правило Зайцева, правило Гофмана в реакциях элиминирования.
25. Стереохимия элиминирования по механизму E2.
26. Особенности элиминирования в циклических соединениях. Правило (запрет) Бредта.
27. Стереохимические особенности нуклеофильного замещения по механизму SN1.
28. Стереохимические особенности нуклеофильного замещения по механизму SN2.
29. Стереохимические особенности нуклеофильного замещения по механизму S_Ni, S_N'.
30. Влияние соседних групп на стереохимию нуклеофильного замещения.
31. Электрофильное замещение в алифатическом ряду, строение карбанионов и связанные с этим стереохимические особенности.
32. Стереохимические особенности электрофильного замещения по механизму SE2.
33. Строение и стереохимия радикальных частиц.
34. Радикальное ароматическое замещение. Влияние заместителей на направление замещения.
35. Регионаправленность и региоселективность радикального присоединения.
36. Выгодные и невыгодные циклизации. Правила Болдуина.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература

1. Илиел, Э. Основы органической стереохимии / Э. Илиел. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 703 с.
2. Реутов, О. А. Органическая химия: В 4-х т. Т. 1 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 567 с.

Дополнительная литература

1. Бердетт, Дж. Химическая связь: пер. с англ. / Дж. Бердетт. – М.: Мир; Бином. Лаборатория знаний, 2015. – 245 с.
2. Голобокова, Т. В. Неконденсированные вицинальные триазолы: справ.пособие / Т. В. Голобокова, Л. И. Верещагин, Р. Г. Житов, В. Н. Кижняев; отв. ред. А. И. Смирнов. – Иркутск: ИГУ, 2012. – 133 с.
3. Гусарова, Н. К. Химия ацетилена: Новые главы / Н. К. Гусарова, А. И. Михалева, Е. Ю. Шмидт, А. Г. Малькина. – Новосибирск: Наука, 2013. – 368 с.
4. Жауен, Ж. Биометаллоорганическая химия / Ж. Жауен. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. – 496 с.
5. Коваленко, Л. В. Биохимические основы химии биологически активных веществ: учебное пособие / Л. В. Коваленко. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014 – 229 с.
6. Реутов, О. А. Органическая химия: В 4-х т. Т. 2 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 623 с.

7. Реутов, О. А. Органическая химия: В 4-х т. Т. 3 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 544 с.
8. Реутов, О. А. Органическая химия: В 4-х т. Т. 4 / О. А. Реутов, А. Л. Курц, К. П. Бутин – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 726 с.
9. Романовский, Б. В. Основы катализа: учебное пособие / Б. В. Романовский. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. – 172 с.
10. Семенов, А. А. Биологическая активность природных соединений / А. А. Семенов, В. Г. Карцев. – М.: МБФНП, 2012. – 520 с.
11. Сильверстейн, Р. Спектрометрическая идентификация органических соединений / Р. Сильверстейн, Ф. Вебстер, Д. Кимл. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 557 с.
12. Смит, В. А. Основы современного органического синтеза. Учебное пособие / В. А. Смит, А. Д. Дильман. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 750 с.
13. Титце, Л. Домино-реакции в органическом синтезе / Л. Титце, Г. Браше, К. Герике; пер. с англ. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2010. – 671 с.
14. Травень, В. Ф. Органическая химия: учебное пособие для вузов: В 3-ех т. Т. 1 / В. Ф. Травень. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 368 с.
15. Травень, В. Ф. Органическая химия: учебное пособие для вузов: В 3-ех т. Т. 2 / В. Ф. Травень. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 517 с.
16. Травень, В. Ф. Органическая химия: учебное пособие для вузов: В 3-ех т. Т. 3 / В. Ф. Травень. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 388 с.
17. Трофимов, Б. А. Химия пиррола. Новые страницы / Б. А. Трофимов, А. И. Михалева, Е Ю. Шмидт, Л. Н. Собенина. – Новосибирск: Наука, 2012. – 383 с.
18. Хельвинкель, Д. Систематическая номенклатура органических соединений / Д. Хельвинкель. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 232 с.
19. Чернова, С. В. Фармацевтическая химия: учебник для вузов / С. В. Чернова; под ред. Г. В. Раменской. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. – 472 с.
20. Эльшенбройх, К. Металлоорганическая химия / К. Эльшенбройх. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2014. – 750 с.
21. Юровская, М. А. Химия ароматических гетероциклических соединений / М. А. Юровская. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2015. – 208 с.

Электронные ресурсы

1. Зыкова, М.В. Органическая химия. Пространственное строение органических соединений [Электронный ресурс]: учебное пособие / М.В. Зыкова, Г.А. Жолобова, О.Ф. Прищепова. — Электрон. дан. — Томск: СибГМУ, 2016. — 86 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/105887. — Загл. с экрана.
2. Камышов, В.М. Строение вещества [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.М. Камышов, Е.Г. Мирошникова, В.П. Татауров. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: Лань, 2018. — 236 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/105983. — Загл. с экрана.
3. Реутов, О.А. Органическая химия. В 4 ч. Ч. 1 [Электронный ресурс]: учебник / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. — Электрон. дан. — Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 570 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94167. — Загл. с экрана.
4. Реутов, О.А. Органическая химия. В 4 ч. Ч. 2 [Электронный ресурс]: учебник / О.А. Реутов, А.Л. Курц, К.П. Бутин. — Электрон. дан. — Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2017. — 626 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/94168. — Загл. с экрана.
5. Шипуля, А.Н. Курс лекций по органической химии [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.Н. Шипуля, Ю.А. Безгина, Е.В. Волосова, Е.В. Пашкова. — Электрон. дан. — Ставрополь: СтГАУ, 2014. — 116 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/61142. — Загл. с экрана.

Рекомендуемые источники научно-технической информации

Научно-технические журналы из библиотечного фонда ИрИХ СО РАН:

1. Вестник Российской академии наук.
2. Высокомолекулярные соединения. Серия А: Физика полимеров.
3. Высокомолекулярные соединения. Серия Б: Физика полимеров.
4. Доклады академии наук.
5. Журнал общей химии.
6. Журнал органической химии.
7. Журнал прикладной химии.
8. Журнал структурной химии.
9. Известия Академии наук. Серия химическая.
10. Успехи химии (электронный журнал).
11. Химико-фармацевтический журнал.
12. Химия в интересах устойчивого развития.
13. Химия гетероциклических соединений.
14. Электрохимия.
15. Journal of Sulfur Chemistry.
16. Mendeleev Communications.

Электронно-библиотечные системы профессиональные базы данных, информационные справочные и поисковые системы:

1. Химическая реферативная служба Американского химического общества CAS SciFinder https://sso.cas.org/
2. База данных Elsevier: Reaxys+Reaxys Medicinal Collection https://www.reaxys.com/.
3. The Cambridge Crystallographic Data Centre: база данных CSD-Enterprise https://www.ccdc.cam.ac.uk/
4. База данных медицинских и биологических публикаций PubMed https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/.
5. База данных Академия Google https://scholar.google.ru/.
6. Федеральный институт промышленной собственности http://www1.fips.ru.
7. Федеральная служба по интеллектуальной собственности http://www.rupto.ru.
8. The United States Patent and Trademark Office http://www.uspto.gov.
9. The European Patent Office http://ep.espacenet.com.
10. Academic Reference – база данных полнотекстовых англоязычных ресурсов по всем академическим дисциплинам, опубликованных в Китае https://ar.cnki.net.
11. База цитирования Elsevier B.V.: Scopus https://www.scopus.com.
12. База цитирования РИНЦ https://www.elibrary.ru/.
13. База данных электронно-библиотечной системы «Лань» https://e.lanbook.com/.
14. Ресурсы удаленного доступа и базы данных ФГБУН Государственной публичной научно-технической библиотеки СО РАН http://www.spsl.nsc.ru/.
15. Электронно-библиотечная система Центральной научной библиотеки ИНЦ СО РАН (на базе АИБС «Ирбис») http://csl.isc.irk.ru/.
16. Elsevier: Science Direct Complete Freedom Collection https://www.elsevier.com/, http://www.sciencedirect.com.
17. George Thieme Verlag: коллекция журналов Thieme по химии https://www.thieme.com/.
18. Royal Society of Chemistry: база данных RSC DATABASE https://www.rsc.org/.
19. Wiley: Коллекция журналов Database Collection https://onlinelibrary.wiley.com/.
20. Электронная информационно-образовательная среда ИрИХ СО РАН http://eios-irich.com.ru/moodle/.

Бесплатные официальные открытые ресурсы Интернет:

1. Directory of Open Access Journals (DOAJ) http://doaj.org/
   Ресурс объединяет более 10000 научных журналов по различным отраслям знаний (около 2 миллионов статей) из134 стран мира.
2. Directory of Open Access Books (DOAB) https://www.doabooks.org/
   В базе размещено более 3000 книг по различным отраслям знаний, предоставленных 122 научными издательствами.
3. BioMed Central https://www.biomedcentral.com/
   База данных включает более 300 рецензируемых журналов по биомедицине, медицине и естественным наукам. Все статьи, размещенные в базе, находятся в свободном доступе.
4. Электронный ресурс arXiv https://arxiv.org/
   Крупнейшим бесплатный архив электронных научных публикаций по разделам физики, математики, информатики, механики, астрономии и биологии. Имеется подробный тематический каталог и возможность поиска статей по множеству критериев.
5. Коллекция журналов MDPI AG http://www.mdpi.com/
   Многодисциплинарный цифровой издательский ресурс, является платформой для рецензируемых научных журналов открытого доступа, издающихся MDPI AG (Базель, Швейцария). Издательство выпускает более 120 разнообразных электронных журналов, находящихся в открытом доступе.
6. Издательство с открытым доступом InTech http://www.intechopen.com/
   Первое и крупнейшее в мире издательство, публикующее книги в открытом доступе, около 2500 научных изданий. Основная тематическая направленность - физические и технические науки, технологии, медицинские науки, науки о жизни.
7. База данных химических соединений ChemSpider http://www.chemspider.com/
   ChemSpider – это бесплатная химическая база данных, предоставляющая быстрый доступ к более чем 28 миллионам структур, свойств и соответственной информации. Ресурс принадлежит Королевскому химическому обществу Великобритании (Royal Society of Chemistry).
8. Коллекция журналов PLOS ONE http://journals.plos.org/plosone/
   PLOS ONE – коллекция журналов, в которых публикуются отчеты о новых исследованиях в области естественных наук и медицины. Все журналы размещены в свободном доступе (Open Access), все статьи проходят строгое научное рецензирование.

7. Материально-техническое обеспечение научно-исследовательской работы

В соответствии с учебным планом занятия по дисциплине «Основы стереохимии» проводятся в форме лекций, практических занятий и самостоятельной работы обучающегося.

Для реализации образовательного процесса в форме лекций и практических занятий используются следующие помещения: универсальная учебная аудитория, оборудованная электронными средствами демонстрации (компьютер со средствами звуковоспроизведения, проектор, экран) и учебной мебелью; малый лекционный зал (библиотека), оснащенный компьютерами с доступом к базам данных и выходом в Интернет, учебной мебелью и демонстрационным оборудованием.

Для освоения программы обучения и для выполнения практических и научно-исследовательских работ по теме диссертации каждому аспиранту предоставлено индивидуальное рабочее место, оборудованное приточно-вытяжной вентиляцией, водопроводом, водоотведением, воздуховодом. Аспиранты имеют возможность использовать материально-технические средства лабораторий, в которых выполняют диссертационные работы (оргтехника, реактивы, расходные материалы, лабораторная посуда, измерительное оборудование).

Программное обеспечение:

Лицензионные продукты:

- Microsoft Office 2010 Russian Academic Open;
- Microsoft Office Professional 2010 Russian Academic Open;
- Zoom – система видеоконференцсвязи с возможностью обмена сообщениями и передачей контента в режиме реального времени.

Свободно распространяемое ПО: браузер Google Chrome67, Mozilia Firefox 60.02, Opera53; Pascal ABC 3.3; система текстовой, голосовой и видеосвязи связи Skype7.41.0.101; программа для создания электронных учебных продуктов Moodle 3.2.; программа для просмотра электронных документов Foxit PDF Reader 9.1.0.5096; архиватор 7zip 17.01 beta.

Приборная база:

Основу материально-технической базы института составляют два цифровых мультиядерных Фурье-спектрометра ЯМР (DPX 400 и AVANCE 400), рентгеновский дифрактометр Bruker D8 ADVANCE, рентгеновский дифрактометр D2 PHASER, инфракрасный Фурье-спектрометр Vertex 70 с Раман приставкой, инфракрасный Фурье-спектрометр Excalibar HE 3100 Varian, микроанализатор Flash EA 1112 CHN-O/MAS 200, микроанализатор Termo Flash EA 2000 CHNS, ЭПР-спектрометр ELEXSYS E580, установка наносекундного импульсного фотолиза, хроматомасс-спектрометр QP-5050A, хроматомасс-спектрометр Agilent 5975 с химической ионизацией, тандемный TOF/TOF масс-спектрометр Ultra Flex, электронный микроскоп TM 3000 Hitachi, спектрофлуориметр FLPS920 Edinburg Instruments, УФ/ВИД-спектрометр LAMBDA 35 и диэлькометр.

Для проведения квантово-химических расчетов имеются компьютеры в лабораториях и вычислительный кластер 39Гц/112Гб/14Тб.

Лицензионное программное обеспечение, встроенное в соответствующие приборные комплексы, являющееся его неотъемлемой частью, обеспечивающей функционирование приборов:

- Gaussian 09, Пакет квантово-химических программ, для расчета геометрии и электронных характеристик молекул.
- Apex 2, Apex 3, Программы для обработки данных монокристального дифрактометра;
- CCDC (ConQuest, Mercury, DASH, Mogul, Hermes), Кристаллографическая база данных и пакет программ для работы с базой данных;
- TurboMol, Пакет квантово-химических программ, для расчета геометрии и электронных характеристик молекул;
- XWinNMR, Программа для записи и обработки данных спектрометра ЯМР;
- TOPAS, EVA, Программы для обработки данных порошкового дифрактометра;
- PDF-2, База данных порошковых дифрактограм неорганических соединений;
- ResolutionsPro Opus, Пакет программ, для записи и обработки ИК-спектров;
- Lambda35, Программа для записи и обработки УФ-спектров;
- Программа Flexanalysis 3.3 для обработки массива данных по биополимерам, нелетучих биомакромолекул, олигомерам, синтетическим полимерам, солям и нелетучих веществ;
- Xepr, XSophe, XeprView, Пакет программ для записи и обработки спектров ЭПР.

С открытой лицензией:

- Dalton2016, пакет квантово-химических программ, используемых для расчета, изучения свойств веществ, моделирования реакций;
- DIRAC, программа для атомных и молекулярных прямых итеративных релятивистских вычислений на всех электронах, вычислений молекулярных свойств с использованием релятивистских квантово-химических методов;
- ORCA software, пакет квантово-химических программ, используемых для расчета, изучения свойств веществ, моделирования реакций.