

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич  
Должность: врио ректора  
Дата подписания: 23.05.2024 09:40:33  
Уникальный программный ключ:  
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**ФГБОУ ВО «ТВЕРСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Утверждаю:

Руководитель ООП

Феофанова М.А.

24 апреля 2024 г.



Рабочая программа дисциплины

## Сtereoхимия

Закреплена за кафедрой:	<b>Физической химии</b>
Направление подготовки:	<b>04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия</b>
Направленность (профиль):	<b>Экспертная и медицинская химия: теория и практика.</b>
Квалификация:	<b>Химик. Преподаватель химии</b>
Форма обучения:	<b>очная</b>
Семестр:	<b>6</b>

Программу составил(и):

Тверь, 2024

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### Цели освоения дисциплины (модуля):

Цель дисциплины - знакомство студентов с основными с идеями и методами стереохимии, составляющих теоретический фундамент современной химической науки;

### Задачи:

- раскрыть основные принципы стереохимии,
- помочь студенту освоить ее понятийный аппарат
- научить применять его для решения конкретных проблем химии

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ОП: Б1.В

### Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Органическая химия

Физическая химия

Физика

Строение вещества

**Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:**

Квантовая механика и квантовая химия

Координационная химия

Дополнительные главы квантовой химии

Кристаллохимия

Преддипломная практика

Физико-химические модели

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

<b>Общая трудоемкость</b>	2 ЗЕТ
Часов по учебному плану	72
<b>в том числе:</b>	
аудиторные занятия	36
самостоятельная работа	36

## 4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

ПК-1.1: Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР

- Уровень 1 типы отображения химической структуры, в том числе пространственной
- способы записи молекулы через химические формулы и проекции Фишера, Ньюмена
- номенклатуру органических соединений, хиральных соединений
- определения конформеров, конформаций, состояния равновесного, переходного, стереоизомера, энантиомера, диастереоизомерии, координационного числа, координационного полиэдра и т.д.
- Уровень 1 записать химическое соединение в виде брутто-формулы, структурной формулы, стереохимической формулы, проекции Фишера, проекции Ньюмена, координационного многогранника
- определять по проекции Фишера тип хиральности соединения, а по проекциям Ньюмена тип конформера и переходного состояния

выделять на потенциальной кривой внутреннего вращения основные и переходные состояния, указывать торсионные барьеры, проводить расчет потенциальной энергии конформационного перехода и т.д.

- Уровень 1 применением цис-транс, Z-E-, L-D-, R-S- номенклатур в определении хиральности органических соединений понятиями и определением по потенциальной кривой заторможенного вращения, заслоненного состояния, свободного вращения, cys-, gosh+,gosh- форм, типа вращения, области определения, количества состояний и их типы, и т.д.

ПК-1.2: Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР

- Уровень 1 способы записи конформеров в виде проекций Ньюмена и в виде Z-матрицы с различием в торсионных (двугранных) углах  
способы записи энантиомеров и диастереоизомеров в виде проекций Фишера с различием в угле вращения плоскополяризованного света
- Уровень 1 определить тип вращения и тип конформера, их количество  
описать тип хиральности соединения
- Уровень 1 методом преобразования структурной формулы в стереохимическую, стереохимической - в проекцию Фишера или проекцию Ньюмена методами определения типа хиральности соединений по Розанову, по Кану-Ингольду-Прелогу

ПК-1.3: Готовит объекты исследования

- Уровень 1 типы отображения химической структуры, в том числе пространственной  
способы записи молекулы через химические формулы и проекции Фишера, Ньюмена  
номенклатуру органических соединений, хиральных соединений  
определения конформеров, конформаций, состояния равновесного, переходного, стереоизомера, энантиомера, диастереоизомерии, координационного числа, координационного полиэдра и т.д.
- Уровень 1 записать химическое соединение в виде брутто-формулы, структурной формулы, стереохимической формулы, проекции Фишера, проекции Ньюмена, координационного многогранника  
определять по проекции Фишера тип хиральности соединения, а по проекциям Ньюмена тип конформера и переходного состояния  
выделять на потенциальной кривой внутреннего вращения основные и переходные состояния, указывать торсионные барьеры, проводить расчет потенциальной энергии конформационного перехода и т.д.
- Уровень 1 применением цис-транс, Z-E-, L-D-, R-S- номенклатур в определении хиральности органических соединений понятиями и определением по потенциальной кривой заторможенного вращения, заслоненного состояния, свободного вращения, cys-, gosh+,gosh- форм, типа вращения, области определения, количества состояний и их типы, и т.д.

ПК-2.1: Проводит первичный поиск информации по заданной тематике (в т.ч., с использованием патентных баз данных)

- Уровень 1 понятие химического строения и его топологический характер;  
основные виды структурной изомерии (изомерия скелета, изомерия положения заместителей, таутомерия, метамерия и др.);  
понятия стереохимической конфигурации и конформации;  
типы стереохимических номенклатур (обозначения R, S, RR, ..., а также D, L.);

- виды конформаций открытых цепей (алканов) и их основные конформационные характеристики;
- Уровень 1 определить симметрию (в виде точечной группы) любой молекулы и установить (на языке симметрии) ее хиральность; описать внутреннее вращение вокруг простых (и более сложных) связей), уметь построить примерные кривые потенциальной энергии
- Уровень 1 поиском информации в глобальной сети Интернет и составлением поисковых запросов по электронным базам данных и в изданиях научного химического профиля, в том числе и на иностранных языках
- ПК-2.2: Анализирует и обобщает результаты патентного поиска по тематике проекта в выбранной области химии (химической техно-логии)
- Уровень 1 исходные предпосылки, необходимые для построения аддитивной схемы, и показать ход решения математической задачи, к которой приводит модель как составить гомологический ряд изомеров замещения молекул основные поисковые системы и интернет-ресурсы с информацией по патентам
- Уровень 1 высказать и записать основной постулат феноменологической теории связи свойств веществ со строением молекул, пояснить его квантово-механическое обоснование и теоретико-графовое истолкование получить предварительную оценку наиболее существенных свойств изучаемых или вновь синтезированных веществ проводить поиск в сети -интернет информации патентного характера по исследованиям и синтезу хиральных соединений
- Уровень 1 методами решения систем линейных уравнений с целью получения корней современными компьютерными технологиями, применяемыми при обработке результатов научных экспериментов и сборе, обработке, хранении и передачи информации при проведении самостоятельных научных исследований методами решения систем линейных уравнений, исследуемого гомологического ряда основами работы с персональным компьютером, браузерами и методикой составления поисковых запросов по интернет-ресурсам.

## 5. ВИДЫ КОНТРОЛЯ

Виды контроля в семестрах:	
зачеты	6

## 6. ЯЗЫК ПРЕПОДАВАНИЯ

Язык преподавания: русский.

## 7. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занят.	Наименование разделов и тем	Вид занятия	Семестр / Курс	Часов	Источники	Примечание
	Раздел 1. Химическое строение					
1.1	Химическое строение	Лек	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1	
1.2	Химическое строение	Лаб	6	2		

1.3	Химическое строение	Ср	6	6		
	Раздел 2. Стереохимическое строение					
2.1	Стереохимическое строение	Лек	6	2		
2.2	Стереохимическое строение	Лаб	6	2		
2.3	Стереохимическое строение	Ср	6	6		
	Раздел 3. Симметрия молекул и хиральность					
3.1	Симметрия молекул и хиральность	Лек	6	4		
3.2	Симметрия молекул и хиральность	Лаб	6	4		
3.3	Симметрия молекул и хиральность	Ср	6	6		
	Раздел 4. Внутреннее вращение					
4.1	Внутреннее вращение	Лек	6	4		
4.2	Внутреннее вращение	Лаб	6	4		
4.3	Внутреннее вращение	Ср	6	6		
	Раздел 5. Конформации открытых цепей					
5.1	Конформации открытых цепей	Лек	6	4		
5.2	Конформации открытых цепей	Лаб	6	4		
5.3	Конформации открытых цепей	Ср	6	6		
	Раздел 6. Конформации циклов					
6.1	Конформации циклов	Лек	6	2		
6.2	Конформации циклов	Лаб	6	2		
6.3	Конформации циклов	Ср	6	6		

### Список образовательных технологий

1	Игровые технологии
2	Проектная технология
3	Дискуссионные технологии (форум, симпозиум, дебаты, аквариумная дискуссия, панельная дискуссия, круглый стол, фасилитированная и т.д.)
4	Информационные (цифровые) технологии

5	Технологии развития критического мышления
6	Технологии развития дизайн-мышления
7	Активное слушание

## 8. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕЙ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 8.1. Оценочные материалы для проведения текущей аттестации

1. вид: выполнение лабораторных работ по темам-1-6 (до 40 баллов)

способ: традиционный (решение задач)

результаты: углубленная проработка темы

2. вид: выполнение самостоятельной работы -(до 20 баллов)

способ: на компьютере

результаты:

1. обзор выбранной темы, подбор методики и объектов исследования, представленный в виде презентации
2. список методик по заданной теме, осуществленный в том числе и по базам данных, оформленный в соответствии с требованиями.

3. вид:

модульная контрольная работа № 1 (до 10 баллов)

модульная контрольная работа № 2 (до 10 баллов)

способ: традиционный

результаты: оформленные по заданию бумажные бланки с решениями

4. вид: посещаемость ( до 20 баллов)

Темы лабораторных занятий.

1. Химическое строение (на примере соединений разных классов). Структурная изомерия: изомерия скелета, положения заместителей и кратных связей, таутомерия и т.д.

2. Стереохимическое строение (конфигурация и конформация). Пространственная изомерия: конфигурационная (оптическая, геометрическая) и конформационная (поворотная). Катенаны, ротаксаны, узлы. Молекулярный лист Мебиуса.

3. Группы симметрии молекул (их определение на моделях). Установление хиральности.

4. Построение кривых потенциальной энергии внутреннего вращения вокруг углерод-углеродных связей и определение их параметров (для отдельных молекул).

5. Конформации n-алканов их вид и число, статистический вес, число симметрии, энергетические и энтропийные различия и т.д.

6. Конформации циклопентана, циклобутана, циклопентана и циклогексана и их гетероаналогов (общая характеристика). Конформации декалина

Перечень основных понятий, изучение которых предусмотрено данной дисциплиной

1. Химическое строение
2. Стереохимическая (абсолютная) конфигурация
3. Конформация
4. Изомерия (структурная и пространственная)
5. Конфигурационная (оптическая и геометрическая) изомерия.
6. Конформационная (поворотная) изомерия
7. Химическая топология.
8. Катенаны, ротаксаны, узлы. Молекулярный лист Мебиуса.
9. Симметрия молекул (точечные группы)

10. Хиральность
11. Внутреннее вращение
12. Конформации ациклических соединений
13. Конформации циклов

## 8.2. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации

Пример построения варианта заданий для первой модульной контрольной работы:

Контрольные тесты по “Сtereoхимии” служат для контроля и самоконтроля знаний студентов по мере прохождения ими отдельных разделов курса. Они составлены в основном по схеме: один вариант ответа на вопрос верный, два других – неверны. Приведены примеры тестов.

Тест № 1. Что такое химическое строение?

1. Порядок (последовательность и кратность) связи атомов в молекуле.
2. Расположение атомов, образующих ту или иную фигуру (как целое).
3. Расположение атомов вокруг центрального атома (или иона).

Тест № 2. Структурные изомеры – это:

1. Вещества, имеющие одинаковый состав, но разное химическое строение.
2. Соединения с одинаковым составом, но разным геометрическим строением.
3. Соединения с разным составом, но схожим геометрическим строением.

Тест № 3. Хиральность – это:

1. Асимметрия (отсутствие симметрии).
2. Нарушение асимметрии.
3. Свойство объекта не быть тождественным зеркальному отображению.

Тест № 4. Что такое стереохимическая конфигурация?

1. Определенное расположение атомов около хиральных центров (или других диссимметричных частей) молекулы.
2. Пространственное строение молекулы.
3. Равновесная конфигурация ядерного скелета.

Тест № 5. Что такое конформация?

1. Пространственные расположения, связанные с внутренним вращением вокруг простых (или более сложных) связей, деформацией валентных углов и т.д..
2. Хиральные расположения атомов (или атомных групп) в молекуле.
3. Ахиральные расположения атомов (или атомных групп) в молекуле.

Тест № 6. Пространственные изомеры (стереоизомеры) образуют:

1. Молекулы, имеющие одинаковый состав, одинаковое химическое, но разное пространственное строение.
2. Молекулы с одинаковой геометрией (например, все тетраэдрические или все октаэдрические молекулы).
3. Только оптические активные соединения.

Тест № 7. Химическая топология изучает:

1. Молекулы с разной геометрической конфигураций.
2. Молекулы, отличающиеся типом химических связей.
3. Молекулы без “химических” связей: катенаны, ротаксаны, узлы, молекулярные ленты Мебиуса и другие такого рода образования.

Пример построения варианта заданий для второй модульной контрольной работы:

1. Составить комплексное соединение, отвечающее формуле  $\text{Xa}_2\text{bcd}$  и написать его возможные хиральные и ахиральные изомеры (для составления соединения используйте в качестве комплексообразователя мышьяк – As, а в качестве лиганд  $\text{CH}_3$ ,  $\text{SH}$ ,  $\text{F}$  и  $\text{OH}$ )

2. По графику потенциальной энергии внутреннего вращения определить
- чётность функции
  - область определения функции
  - количество конформеров
  - количество конформаций
  - количество переходных состояний
  - тип вращения
  - укажите состояние с наибольшим временем заторможенности
  - укажите состояние с наименьшим временем заторможенности
  - что вы можете сказать про состояния 1 и 5?
  - найдите высоту всех торсионных барьеров
  - из разницы в энергии основных состояний (величины указать), дайте возможное соотношение конформеров при синтезе

### 8.3. Требования к рейтинг-контролю

дисциплина "Стереохимия" - 100 баллов (зачет от 40 баллов):

1. выполнение лабораторных работ по темам-1-6 (до 40 баллов)
  2. выполнение самостоятельной работы -(до 20 баллов)
  3. модульные контрольные работы № 1, № 2 (до 10 баллов каждая)
  4. посещаемость ( до 20 баллов)
- Итого: до 100 баллов

## 9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 9.1. Рекомендуемая литература

#### 9.1.1. Основная литература

Шифр	Литература
Л1.1	Камышов В. М., Мирошникова Е. Г., Татауров В. П., Строение вещества, Санкт-Петербург: Лань, 2022, ISBN: 978-5-8114-2313-2, URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/212855">https://e.lanbook.com/book/212855</a>
Л1.2	Зыкова М. В., Жолобова Г. А., Прищепова О. Ф., Органическая химия. Пространственное строение органических соединений, Томск: СибГМУ, 2016, ISBN: , URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/105887">https://e.lanbook.com/book/105887</a>
Л1.3	Денисов В. Я., Мурышкин Д. Л., Грищенко Т. Н., Стереохимия органических соединений, Кемерово: КемГУ, 2013, ISBN: 978-5-8353-1526-0, URL: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=44325">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=44325</a>

#### 9.1.2. Дополнительная литература

Шифр	Литература
Л2.1	Папулов, Учебно-методический комплекс по дисциплине "Стереохимия", Тверь, 2012, ISBN: , URL: <a href="http://texts.lib.tversu.ru/texts2/04461umk.pdf">http://texts.lib.tversu.ru/texts2/04461umk.pdf</a>

#### 9.3.1 Перечень программного обеспечения



1	OpenOffice
2	Adobe Acrobat Reader

### 9.3.2 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (подписка на журналы)
2	ЭБС ТвГУ
3	ЭБС BOOK.ru
4	ЭБС IPRbooks
5	ЭБС «ZNANIUM.COM»

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аудит-я	Оборудование
3-408	комплект учебной мебели, переносной ноутбук, проекторы, абсорбциометр, телефоны, ареометр, барометр анероид, дрель, колонки, мешалка магнитная,

## 11. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

1) Рекомендуемая литература

а) Основная литература:

1. Денисов, В.Я. Стереохимия органических соединений: учебное пособие / В.Я. Денисов, Д.Л. Мурышкин, Т.Н. Грищенко. - 2-е изд., испр. и доп. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2013. - 228 с. - ISBN 978-5-8353-1526-0; То же [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232336>

б) Дополнительная литература:

1. Мамлок Л. Стереохимия / Л. Мамлок; Л. Мамлок. - Одесса: Матезис, 1911. - 172 с. - Электронный режим. - режим доступа:

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=103973>

2. Дядченко, В.П. Основные понятия стереохимии / В.П. Дядченко. - Москва: Техносфера, 2017. - 116 с.: ил., схем. - (Мир химии). - Режим доступа: по подписке. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=496447>

3. Кулаков, И.В. Строение вещества / И.В. Кулаков / Омск: ОмГУ им. Ф.М. Достоевского, 2018. - 172 с.: табл., ил. - Режим доступа: по подписке. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=562974>

4. Крашенинин, В.И. Симметрия в химии / В.И. Крашенинин, Е.Г. Газенаур, Л.В. Кузьмина. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2013. - 80 с. - Режим доступа: по подписке. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232679>

5. Полинг, Л.К. Природа химической связи / Л.К. Полинг; ред. Я.К. Сыркин; пер. М.Е. Дяткина. - Москва; Ленинград: Гос. научно-техническое изд-во хим. лит., 1947. - 438 с. - Режим доступа: по подписке. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=230240>

6. Кондратьев, В.Н. Структура атомов и молекул / В.Н. Кондратьев. - Изд. 2-е. - Москва: Государственное издательство физико-математической литературы, 1959. - 527 с. - Режим доступа: по подписке. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=475628>

Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины

Учебная программа

## I. ХИМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Химическое строение как порядок связи атомов в молекуле. Виды структурной изомерии. Химическая топология.

## II. СТЕРЕОХИМИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Стереохимическая конфигурация. Номенклатура Кана-Ингольда-Прелога (R, S, RR, RS, ...). Конформация. Пространственная изомерия (оптическая, геометрическая, поворотная). Химическая и стереохимическая топология. Катенаны, ротаксаны, узлы. Молекулярный лист Мебиуса.

## III. СИММЕТРИЯ МОЛЕКУЛ И ХИРАЛЬНОСТЬ

Группы симметрии молекул (точечные группы). Молекулярная диссимметрия. Хиральные элементы (центр, ось, плоскость). Асимметрия биологических молекул.

## IV. ВНУТРЕННЕЕ ВРАЩЕНИЕ

Внутреннее вращение молекул. Поворотная изомерия. Типы кривых потенциальной энергии внутреннего вращения. Разности энергий поворотных изомеров и барьеры внутреннего вращения.

## V. КОНФОРМАЦИИ ОТКРЫТЫХ ЦЕПЕЙ

Конформации алканов: этана, пропана, н-бутана и т.д. Вид и число конформеров, их симметрия, статистических вес, энергетические и энтропийные различия, конформационная свободная энергия, содержание конформеров в поворотно-изомерной смеси

## VI. КОНФОРМАЦИИ ЦИКЛОВ

Конформации моноциклов. Малые циклы (3-4 звена), обычные (5-7 звеньев), средние (8-11 звеньев), большие ( $\square$  12 звеньев). Инверсия циклов. Псевдовращение. Конформации циклогексана. Бициклические и полициклические соединения.