

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Институт химии

УТВЕРЖДАЮ
Директор института химии
д.х.н., проф. Горячева И.Ю.

"11" октября 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины
Сtereoхимия**

Направление подготовки бакалавриата
04.03.01 Химия

Профиль подготовки бакалавриата
Химия низко- и высокомолекулярных органических веществ

Квалификация (степень) выпускника
Бакалавр

Форма обучения
очная

Саратов,
2021

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Гринёв Вячеслав Сергеевич		11.10.2021
Председатель НМК	Крылатова Яна Георгиевна		11.10.2021
Заведующий кафедрой	Егорова Алевтина Юрьевна		11.10.2021
Специалист Учебного управления			

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Стереохимия» является формирование у обучающихся компетентного подхода к осознанному представлению стереостроения молекул органических соединений, зависимости свойств и реакционной способности органических соединений от стереостроения, а также возможности использования теоретических знаний для планирования эксперимента и обсуждения его результатов, способности самостоятельно приобретать знания, привлекая современные источники информации.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Стереохимия» (Б1.В.04) является дисциплиной, части формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 "Дисциплины (модули)" рабочего учебного плана по направлению 04.03.01 "Химия", профилю подготовки «Химия низко- и высокомолекулярных органических веществ» и изучается в 7 семестре.

Дисциплина взаимосвязана с тремя предшествующими дисциплинами ООП: 1) «Органическая химия», являющаяся фундаментом для изучения данного курса; 2) «Теоретические основы органической химии»; 3) «Спектроскопия в идентификации органических веществ».

Для освоения данной дисциплины обучающийся должен обладать следующими необходимыми «входными» знаниями: основ теории фундаментальных разделов органической химии; химических свойств основных классов органических соединений; зависимости реакционной способности от строения; различных видов изомерии (структурная, геометрическая, оптическая); возможностями физических методов исследования для установления структуры органических соединений; планировать эксперимент; вести поиск научной информации с использованием современных технологий; обрабатывать и оформлять результаты эксперимента.

Освоение дисциплины «Стереохимия» необходимо как предшествующее прохождению практик на предприятиях химического профиля, выполнению выпускной квалификационной работы бакалавра.

3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
УК-2. Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющих	1.1_Б.УК-2. Формулирует в рамках поставленной цели проекта совокупность взаимосвязанных задач, обеспечивающих ее достижение. Определяет ожидаемые результаты решения выделенных задач.	•Знать: -основные поисковые системы химической информации. •Уметь: -собирать, систематизировать и анализировать научную литературу по заданной теме, а также применить их в ходе разбора

<p>ресурсов и ограничений</p>	<p>2.1_ Б.УК-2. Проектирует решение конкретной задачи проекта, выбирая оптимальный способ ее решения, исходя из действующих правовых норм и имеющихся ресурсов и ограничений. 3.1_ Б.УК-2. Решает конкретные задачи проекта заявленного качества и за установленное время 4.1_ Б.УК-2. Публично представляет результаты решения конкретной задачи проекта.</p>	<p>конкретных ситуаций.</p> <p>•Владеть: -навыками работы с учебной и специальной научной литературой и результатами -общими навыками систематизации полученных данных их анализа, а также интерпретации стереохимического результата реакции для построения гипотезы о механизме.</p>
<p>ПК-2. Способен выбирать и использовать технические средства и методы испытаний для решения исследовательских задач химической направленности, поставленных специалистом более высокой квалификации</p>	<p>ПК-2.1. Планирует отдельные стадии исследования при наличии общего плана НИР ПК-2.2. Готовит элементы документации, проекты планов и программ отдельных этапов НИР ПК-2.3. Выбирает технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач НИР</p>	<p>•Знать: -зависимость реакционной способности от конституции, конфигурации и конформации рассматриваемой молекулы. -категории представления строения органических соединений, способы представления, виды изомерии органических соединений -закономерности протекания химических процессов; -методы выделения и исследования физико-химических свойств и состава сырья и продуктов синтеза, методики обработки экспериментальных данных и планирования эксперимента. •Уметь: -определять конфигурацию, выделять конформационные особенности органических молекул; -представлять строение молекул в различном модельном описании; -применять экспериментальные методы для установления стереостроения органических соединений. -проводить обработку экспериментальных данных, в том числе с привлечением баз данных и методов моделирования, с извлечением информации об стереостроении; -на основании полученных данных предлагать обоснованную гипотезу о механизме реакции; -составлять отчет о выполненной работе •Владеть:</p>

		<p>-навыками использования теоретических основ органической химии при решении как и общих так и частных задач;</p> <p>-общими навыками систематизации полученных данных их анализа, а также интерпретации стереохимического результата реакции для построения гипотезы о механизме.</p> <p>-методами проведения химического анализа и экспериментальными методами определения физико-химических свойств органических низко- и высокомолекулярных соединений.</p>
--	--	--

4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц - 216 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Нед еля семе стра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)							Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Л ек - ци и	Лаборат. работы		И К Р	С Р	Конт роль	Всег о	
					Общая трудое мкост ь	Из них – прак тичес кая подг отов ка					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Введение. Сtereoхимия, ее предмет и задачи. Место стереохимии в системе химических наук. Значение стереохимии как одной из составных частей теоретической органической химии. Основные разделы стереохимии.	7	1	2	4	2	2	5		13	Подготовка рефератов. Дискуссия.

2	Пространственное расположение атомов и геометрия молекул.	7	2-4	6	4	2	2	12		24	Разбор конкретных ситуаций. Контрольная работа №1.
2.1	Гипотеза тетраэдрического строения атома углерода (Вант-Гофф и Ле Бель)										
2.2	и ее связь с теорией химического строения.										
2.3	Стереоизомеры. Симметрия и хиральность.										
2.4	Оптическая изомерия, обусловленная наличием хирального центра. Энантиомеры. Диастереомеры. Соединения с несколькими хиральными центрами, σ -диастереомеры. π -диастереомеры (геометрические изомеры).										
3	3. Оптическая изомерия, обусловленная наличием оси и плоскости хиральности. Соединения со спиральной хиральностью.	7	5-6	4	4	2	2	12		24	Разбор конкретных ситуаций.
3.1	Хиральная ось. Стереоизомерия кумуленов и спиранов.										
3.2	Хиральная плоскость. Оптическая изомерия анса-соединений и парациклофанов.										
3.3	Соединения, обладающие спиральной хиральностью.										
4	4. Внутримолекулярные симметричные отношения.	7	7	2	4	2	2	5		13	Разбор конкретных ситуаций.

5 5.1 5.2 5.3	Конформации ациклических соединений. Номенклатура и графическое изображение конформеров. Конформации диастереомеров. Физико-химические методы, используемые для конформационного анализа: измерение дипольных моментов, рентгеноструктурный и электронографический анализ, ИК-, КР-, и ЯМР-спектроскопия.	7	8	2	2	1	1	5		13	
6 6.1 6.2 6.3 6.4 6.5 6.6 6.7	Сtereoхимия циклических систем. Классификация циклических систем. Теория напряжения.. Малые циклы. Stereoхимия производных циклопентана. Stereoхимия циклогексана. Stereoхимия средних циклов. Особенности оптической изомерии в циклических системах. Бициклические и мостиковые соединения.	7	9-11	6	4	2	2	14		26	Разбор конкретных ситуаций.
7 7.1 7.2 7.3 7.4	Сtereoхимия азотсодержащих соединений. Тетраэдрическое строение молекул аминов. Пирамидальная инверсия азота. Планарная инверсия азота. Stereoхимия насыщенных шестичленных гетероциклов. Пиперидин. Пергидрохиолин. Причины смещения конформационного равновесия в пергидрохиолине и его производных. Пергидроакридин. Кислородсодержащие гетероциклы.	7	12-13	4	4	2	2	12		22	Разбор конкретных ситуаций.

8	Определение конфигурации стереоизомеров.	7	14	2	2	1	1	6		11	Разбор конкретных ситуаций.
9 9.1 9.2	Методы получения оптически активных веществ. Значение и использование чистых энантиомеров. Асимметрия биологическая активность. Методы разделения стереоизомеров. Асимметрический синтез. Абсолютный и частичный асимметрические синтезы.	7	15	2	4	2	2	6		14	Разбор конкретных ситуаций.
10 10.1 10.2 10.3 10.4 10.5	Динамическая стереохимия. Стереохимический результат реакции. Стереоселективность и стереоспецифичность. Реакции, протекающие с участием хирального центра. Рацемизация. Эпимеризация. Стереохимия реакций присоединения. Стереохимия реакций элиминирования. Стереохимия диенового синтеза.	7	16-18	6	4	2	2	13		25	Защита обзорно-аналитической работы Контрольная работа №2.
	Промежуточная аттестация.	7							36	36	Экзамен
	Итого: часов			36	36	18	18	90	36	216	

Содержание дисциплины

1. Введение

Сtereoхимия, ее предмет и задачи. Место стереохимии в системе химических наук. Значение стереохимии как одной из составных частей теоретической органической химии. Основные разделы стереохимии. Основные этапы развития стереохимии. Роль и значение работ русских ученых в области стереохимии.

2. Пространственное расположение атомов и геометрия молекул

2.1. А.М. Бутлеров о расположении атомов в пространстве. Гипотеза тетраэдрического строения атома углерода (Вант-Гофф и Ле Бель) и ее связь с теорией химического строения. Подтверждение тетраэдрической модели физическими методами. Современные данные о геометрических параметрах молекул: радиус Ван-дер-Ваальса, длина связи, валентный и торсионный угол.

Основные понятия стереохимии: строение, конфигурация, конформация, хиральность. Соотношение между этими понятиями. Моделирование пространственного строения органических соединений

2.2. Стереизомеры. Симметрия и хиральность

Стереизомерные отношения между молекулами. Связь между видами стереоизомерии и симметрией молекулы. Элементы симметрии - ось, плоскость, центр симметрии, зеркально-поворотная ось симметрии. Точечные группы симметрии. Классификация молекул на основе точечных групп симметрии, примеры. Система Шенфлиса.

2.3. Оптическая изомерия, обусловленная наличием хирального центра. Энантиомеры

Хиральность и асимметрия. Асимметрический атом углерода как центр хиральности. Энантиомеры. Знак вращения и конфигурация. Абсолютная и относительная конфигурация. Методы установления конфигурации. Формулы Фишера и правила обращения с ними.

2.4. Диастереомеры

Соединения с несколькими хиральными центрами, σ -диастереомеры. Связь между пространственным строением и свойствами как результат взаимного влияния атомов. Номенклатура α -диастереомеров. Трео- и эритроизомеры. Соединения с одинаковыми хиральными центрами. Мезо-формы. Псевдоасимметрический атом углерода.

π -диастереомеры (геометрические изомеры). Номенклатура π -диастереомеров. Относительная устойчивость и взаимные превращения π -диастереомеров, связь со строением. Сtereoхимия соединений, содержащих несколько кратных связей.

3. Оптическая изомерия, обусловленная наличием оси и плоскости хиральности. Соединения со спиральной хиральностью

3.1 Хиральная ось. Стереои́зомерия кумуленов и спиранов. Номенклатура стереоизомеров. Стереои́зомерия производных дифенила. Атропои́зомерия. Величины эффективных радиусов атомов и атомных групп как мера стерических препятствий для внутреннего вращения производных дифенила. Атропои́зомерия других типов.

3.2. Хиральная плоскость. Оптическая изомерия анса- соединений и пара́циклофанов. Псевдохиральная ось и плоскость.

3.3. Соединения, обладающие спиральной хиральностью. Спиральные фенантрены, гелицены. Номенклатура.

4. Внутримолекулярные симметричные отношения

Гомотопные, энантиотопные и диастереотопные атомы и группы. Различия в положении атомов внутри одной молекулы. Связь с симметрией. Различия в реакционной способности и спектральных характеристиках энантиотопных и диастереотопных атомов и групп.

5. Конформации ациклических соединений.

5.1. Номенклатура и графическое изображение конформеров. Формулы Ньюмена. Диэдральный (торсионный) угол. Физические основы представлений о вращении вокруг простых связей. Барьер вращения. Конформационное равновесие. Конформационная энергия различных атомов и групп. Факторы, определяющие конформационное равновесие: эффективный объем заместителя, специфическое взаимодействие атомов и групп атомов, внутримолекулярная водородная связь.

5.2. Конформации диастереомеров. Конформация π -диастереомеров (s-цис, s-транс). Конформации σ -диастереомеров. Влияние конфигурации диастереомеров на конформационное равновесие. Влияние конформации на физико-химические свойства молекул.

5.3. Физико-химические методы, используемые для конформационного анализа: измерение дипольных моментов, рентгеноструктурный и электронографический анализ, ИК-, КР-, и ЯМР-спектроскопия.

6. Стереохимия циклических систем.

6.1. Классификация циклических систем. Теория напряжения Байера и ее дальнейшее развитие. Современные представления о типах напряжения в циклах: Угловое (Байеровское) напряжение, напряжение связей, торсионное (Питцеровское) напряжение, Ван-дер-Ваальсово напряжение. Виды изомерии в циклах.

6.2. Малые циклы.

Геометрия малых циклов. Изомерия производных циклопропана и циклобутана. Виды напряжений в малых циклах. Конформации циклобутана и устойчивость изомеров.

6.3. Стереохимия производных циклопентана.

Виды напряжений. Псевдовращение, изомерия и конформационное равновесие производных циклопентана.

6.4. Стереохимия циклогексана.

Современные представления о строении циклогексана. Конформации циклогексана: кресло, ванна, твист-форма и их энергетические характеристики. Симметрия конформации. Типы связей в конформации кресла, спектральные различия между ними. Инверсия циклогексанового кресла. Инверсия монозамещенных циклогексанов. Конформационные энергии заместителей в циклогексановом ряду. Дизамещенные циклогексаны. Виды изомерии, конформационное равновесие, устойчивость изомеров 1,2-, 1,3-, и 1,4-дизамещенных циклогексанов. Полизамещенные циклогексаны. Циклогексановые производные в форме ванны.

6.5. Стереохимия средних циклов.

Строение средних циклов, конформации. Экстранулярные и интранулярные связи. Напряжение в средних циклах. Трансанулярное взаимодействие и трансанулярные реакции.

6.6. Особенности оптической изомерии в циклических системах.

Особенности оптической изомерии в полизамещенных циклических системах. Стереои́зомерия иннозита и подобных соединений. Конформации иннозита. Циклоэнантиомерия на примере циклических полипептидов.

6.7. Бициклические и мостиковые соединения.

Малые бициклы. Гидриндан. Типы сочленения циклов и изомерия. Декалин. Изомерия и конформационная подвижность изомеров декалина. Пергидроантрацен. Изомерия, устойчивость и конформационные особенности изомеров. Пергидрофенантрен. Стереохимия мостиковых структур на примере норборнана (бицикло[2,2,1]гептан). Экзо-эндо-изомерия и оптическая изомерия. Реакционная способность заместителей в зависимости от положения. Правило Бредта и границы его применимости. Работы Прелога.

7. Стереохимия азотсодержащих соединений.

7.1. Тетраэдрическое строение молекул аминов. Пирамидальная инверсия азота. Спектральные доказательства пирамидальной инверсии. Факторы, тормозящие инверсию. Изомерия азота в sp^3 -гибридном состоянии. Планарная инверсия азота. Доказательства инверсионного механизма.

7.2. Стереохимия насыщенных шестичленных гетероциклов.

Пиперидин. Конформационные особенности замещенных пиперидинов по сравнению с замещенным циклогексаном. Зависимость конформационной энергии заместителя от его положения в кольце пиперидина.

7.3. Пергидрохиолин. Цис-транс-изомеры, устойчивость и конформационная подвижность. Причины смещения конформационного равновесия в пергидрохиолине и его производных.

7.4. Пергидроакридин. Изомерия и конформационные особенности. Тиадекалины, их гомологи и производные. Кислородсодержащие гетероциклы. Аномерный эффект и его проявления. Конформационная энергия заместителей в 1,3-диоксанах.

8. Определение конфигурации стереоизомеров.

Общие принципы. Определение конфигурации геометрических изомеров. Физические и химические методы. Определение конфигурации энантиомеров. Химическая корреляция. Физические методы: ЯМР, РСА, ДОВ и КД. Метод квазирацематов.

9. Методы получения оптически активных веществ.

9.1. Значение и использование чистых энантиомеров. Асимметрия биологическая активность. Расщепление рацематов: расщепление через диастереомеры, через молекулярные соединения. Биохимический метод. Хроматографические методы расщепления рацематов.

9.2. Асимметрический синтез. Абсолютный асимметрический синтез, асимметрический катализ, частичный асимметрический синтез. Оценка эффективности асимметрических синтезов. Оптическая чистота. Возникновение асимметрического центра из карбонильной группы. Правила Прелога и Крама.

10. Динамическая стереохимия.

10.1. Стереохимический результат реакции. Стереоселективность и стереоспецифичность.

10.2. Реакции, протекающие с участием хирального центра. Рацемизация. Эпимеризация. Механизмы рацемизации. Рацемизация в ходе химической реакции. Реакции, протекающие с обращением и сохранением конфигурации.

10.3. Стереохимия реакций присоединения. Стереохимия реакций присоединения по двойной связи. Транс-присоединение. Доказательство механизма как результат исследования строения продуктов присоединения к π -диастереомерам. Цис-присоединение.

10.4. Стереохимия реакций элиминирования. Бимолекулярное β -элиминирование. Транс-элиминирование. Доказательство механизма на примере реакций σ -диастереомеров. Различия в реакционной способности σ -диастереомеров и их причины. Правило Гофмана и его объяснение. Цис-элиминирование. Элиминирование в циклических системах.

10.5. Стереохимия диенового синтеза.

Стереоселективность диенового синтеза. Структурные ограничения для диенов. Диеновый синтез как цис-присоединение. Правило накопления ненасыщенности.

5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины

В процессе изучения дисциплины «Стереохимия» используются различные виды учебной работы: лекции, лабораторные работы,

контрольные работы, внеаудиторная интенсивная самостоятельная работа студентов.

Реализация компетентного подхода к освоению данной дисциплины предусматривает использование активных форм проведения занятий: аудиторные контрольные работы с последующим разбором студентами ошибок «у доски»; разбор конкретных ситуаций; подготовка письменных рефератов, заслушивание их и обсуждение (возможна дискуссия), что вырабатывает умение логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь.

Формированию профессиональных компетенций обучающихся способствует решение задач и подготовка рефератов на лабораторных работах. Работа ведется по индивидуальным заданиям в соответствии с программой курса.

В рамках практической подготовки студентов профессиональные навыки формируются при выполнении лабораторных работ, при выполнении работы по индивидуальному научному плану в рамках научной тематике кафедры, формирование понятийного аппарата, понимание принципов, законов и методологии стереохимии происходит в рамках индивидуальных отчетов, разборов конкретных ситуаций.

Иная контактная работа проводится в виде индивидуальных (дистанционных) консультаций.

При освоении данного курса инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья предоставляется больше времени на выполнение работ, дополнительное оборудование, в частности ноутбук, который находится в распоряжении Института специально для работы на нем только инвалидов. Также данной категории студентов дается больше времени на ответы. При проведении промежуточной аттестации инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья увеличивается время подготовки для ответа в 1,5 раза.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

Самостоятельная работа студента включает внеаудиторную работу над теоретическим материалом, подготовку к лабораторным работам, оформление контрольных работ, подготовку к текущему контролю (контрольные работы, разбор конкретных ситуаций, работа над рефератами, деловая игра), который осуществляется в соответствии с имеющимся в лаборатории календарным планом.

Имеются следующие оценочные средства текущего контроля:

- аудиторные контрольные работы;
- разбор конкретных ситуаций с оценкой работы каждого студента;
 - содержание и выполнение обзорно-аналитической работы и обсуждение (возможна дискуссия).

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде экзамена в конце семестра.

6.1. Темы обзорно-аналитической работы

1. История развития стереохимии.
2. Представление пространственного строения молекул в моделях – в пространстве и на плоскости. Цели и задачи.
3. Геометрическая изомерия. Номенклатура геометрических изомеров. Стереохимия присоединения по двойной связи.
4. Оптическая изомерия. Энантиомерия. Диастереомерия. Номенклатура оптических изомеров.
5. Конформационный анализ. Методы изучения конформационных равновесий.
6. Энантиотопные и диастереотопные отношения атомов и групп атомов.
7. Конформации алканов. Влияние конформаций на физические свойства и реакционную способность диастереомеров.
8. Стереохимия реакций элиминирования.
9. Стереохимия реакций присоединения.
10. Стереохимия реакций окисления.
11. Конформации циклических систем. Стереохимия циклогексана.
12. Определение пространственной конфигурации молекул.

6.2. Примеры конкретных ситуаций.

1. Укажите, являются ли приведенные ниже пары соединений энантиомерами или диастереомерами:

- а) (+) и (-) винные кислоты
- б) (-) винная и мезовинная кислоты
- в) цис- и транс- 1,2-дихлорэтилены $C_1CH = CHC_1$
- г) (+)- и (-)-цис-3-метилциклогексанола
- д) цис - и транс- 3-метилциклогексанола
- е) кристаллическая (-) винная кислота и кристаллическая рацемическая винная кислота.

2. Отличаются ли диастереомеры по:

- а) температуре кипения
- е) оптическому вращению
- б) температуре плавления
- ж) дисперсии оптического вращения
- в) ИК-спектрам
- г) ЯМР-спектрам
- з) показателю преломления
- д) УФ-спектрам
- и) дипольным моментам

к) реакционной способности по отношению к хиральным химическим реагентам, таким, как ферменты. Ответ проиллюстрируйте конкретными примерами.

3. Возможно ли для соединений с одинаковым строением:

- а) существование одних только энантиомеров, но не диастереомеров,
- б) существование только диастереомеров, но не энантиомеров
- в) существование как энантиомеров, так и диастереомеров. Приведите примеры.

4. В литературе часто употребляется термин цис- трансизомерия (или геометрическая изомерия). Соответствует ли этот термин понятию энантиомерии или диастереомерии?

Ответ проиллюстрируйте примерами с указанием свойств соединений.

5. Можно ли говорить о рацемической молекуле. Объясните, что такое рацемическая модификация на основе какого-либо примера

6. Сколько стереоизомеров, т.е. d,l-пар (половина от числа энантиомеров), мезо или неактивных изомеров, возможно для следующих соединений:

- а) эфедрин $C_6H_5-CH(OH)-CH(NHCH_3)-CH_3$
- б) альдопентоза $CH_2OH-CH(OH)-CH(OH)-CH(OH)-CHO$
- в) гидробензоин $C_6H_5CH(OH)CH(OH)C_6H_5$
- г) $CH_3CHClCHClCHClCH_3$
- д) 4-метилциклогексанол

7. Напишите проекционные формулы Фишера для следующих соединений:

- а) R-молочная кислота (2-оксипропионовая кислота)
- б) S - аланин (2-аминопропионовая кислота)
- в) R- метилфенилкарбинол
- г) S - этанол-1-Д
- д) R- $C_6H_5CH(OH)C_6H_5$
- е) R,R - винная кислота
- ж) 8-3-метилпентен-1
- з) R,R - циклогександиол -1,3

8. Дайте определения терминам «строение» и «конфигурация». Чем отличаются приводимые ниже соединения - строением или конфигурацией:

- а) молочная кислота $CH_3CH(OH)COOH$ (вращение не указано) и 3-оксипропионовая кислота $HOCH_2CH_2COOH$
- б) (+) и (-)-молочные кислоты
- в) (-)-молочная и β-оксипропионовая кислоты
- г) 3- и 4-метилциклогексанолы
- д) цис- и транс-3-метилциклогексанолы
- е) (+) и (-)-цис-3-метилциклогексанолы
- ж) 1-хлорпропен $ClCH=CH-CH_3$, 2-хлорпропен $CH_2=CClCH_3$

9. Что такое стереоизомеры? Имеют ли они различное строение или нет?

Проиллюстрируйте ответ конкретными примерами.

10. Возможна ли цис- транс- изомерия для следующих соединений:

- а) $\text{C}_1\text{CH} = \text{CHC}_1$
- д) $(\text{CH}_3)_2\text{C} = \text{CH}-\text{CH}_3$
- б) $\text{HOOC}-\text{CH} = \text{CH}-\text{COOH}$
- е) $\text{CHC}_1 = \text{C} = \text{CHC}_1$
- в) ангидрид кислоты «б»
- ж) $\text{CH}_3\text{CH} = \text{C} = \text{C} = \text{CH}-\text{CH}_3$
- г) $\text{CH}_3\text{CH} = \text{CHC}_1$
- с) $\text{CH}_3 = \text{C} = \text{C} = \text{CH}_2$

11. В изображенных структурах подчеркните одной чертой гомотопные (эквивалентные), двумя - энантиотопные, тремя - диастереотопные атомы водорода:

- а) $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$
- б) $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{COOH}$
- в) $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{COOH}$
- г) $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$
- д) $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CH}_2-\text{CHOH}-\text{CH}_3$
- е) $\text{HOOC}-\text{CH}_2-\text{COOCH}_3$

12. Укажите, являются ли стороны двойной связи ($\text{C}=\text{O}$ или $\text{C}=\text{C}$) в приведенных ниже соединениях эквивалентными ("гомотопными"), энантиотопными или диастереотопными:

- а) $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}=\text{O}$
- б) CH_3COCH_3
- в) $\text{CH}_3\text{COCH}(\text{CH}_3)\text{C}_2\text{H}_5$
- г) $\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CH}_2\text{COCH}_3$
- д) малеиновая кислота

6.3. Контрольные вопросы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

1. Предмет стереохимии. Основные этапы ее развития. Связь стереохимии с другими науками. Разделы стереохимии.
2. Фундаментальные понятия стереохимии: конфигурация, конформация, хиральность. Примеры.
3. Молекулярная симметрия органических соединений. Элементы симметрии, точечные группы симметрии. Симметрия и хиральность.
4. Хиральность молекул. Хиральный центр. Номенклатура соединений, содержащих хиральный центр.
5. Хиральная ось. Псевдохиральная ось.
6. Стереоизомерия алленов, дифенилов, спиранов.
7. Молекулы, содержащие более одного хирального центра. σ -Диастереомеры. Мезо-формы.
8. Псевдохиральный центр.

9. Соединения, обладающие хиральной плоскостью. Спиральная хиральность.
10. Внутримолекулярные симметричные отношения. Гомотопные, энантиотопные и диастереотопные атомы и группы.
11. π -Диастереомеры. Относительная устойчивость E,Z-изомеров. Замороженное вращение вокруг двойной связи.
12. Конформации непредельных соединений (s-цис, s-транс).
13. Конформации ациклических молекул. Графическое изображение конформеров. Номенклатура. Диэдральный угол, барьер вращения.
14. Факторы, определяющие конформационное равновесие.
15. Виды напряжений в циклических молекулах.
16. Малые циклы, циклопентан.
17. Стереохимия циклогексана. Инверсия кольца.
18. Конформации незамещенного циклогексана.
19. Конформации монозамещенных циклогексанов и 1,2-дизамещенных циклогексанов.
20. Стереоиимерия 1,3- и 1,4-дизамещенных циклогексанов. Конформационное равновесие, устойчивость конформеров.
21. Стереохимия средних циклов. Виды напряжений в средних циклах.
22. Транс-аннулярное взаимодействие.
23. Стереохимия конденсированных систем.
24. Декалин, пергидроантрацен, пергидрофенантрен.
25. Мостиковые структуры. Норборнан.
26. Правило Бредта и пределы его применения.
27. Стереохимия азотсодержащих соединений. Пирамидальная и планарная инверсия азота.
28. Стереохимия пиперидина и его производных.
29. Стереохимия пергидрохинолина и его производных.
30. Относительный асимметрический синтез. Правила Прелога и Крама.
31. Абсолютный асимметрический синтез.
32. Рацемизация. Эпимеризация.
33. Принципы разделения энантиомеров.
34. Экспериментальные методы установление конфигурации.
35. Определение абсолютной и относительной конфигурации (химические и физические методы).
36. Реакции, протекающие с обращением и сохранением конфигурации.
37. Стереохимия реакций присоединения по двойной связи.
38. Стереохимия реакций β -элиминирования. Правила Зайцева и Гофмана.
39. Стереохимия реакций β -элиминирования. Реакционная способность диастереомеров.

40. Стереохимия реакции Дильса-Альдера.

6.3. Темы контрольных работ

1. Оптическая изомерия, обусловленная наличием хирального центра. Энантиомеры.

Диастереомеры. Соединения с несколькими хиральными центрами, σ -диастереомеры. π -диастереомеры.

2. Динамическая стереохимия. Стереохимический результат реакции. Стереоселективность и стереоспецифичность.

Примеры вопросов контрольной работы №1

1. По каким свойствам различаются энантиомеры (диастереомеры): $T_{кип}$, $T_{пл}$. ИК спектры, ЯМР спектры, УФ спектры, оптическое вращение, показатель преломления, ДОВ, свободная энергия. Ответ объясните. Приведите примеры.

2. Возможно ли для соединений с одинаковым строением существование:

- только энантиомеров, но не диастереомеров
- только диастереомеров, но не энантиомеров
- как энантиомеров, так и диастереомеров

Приведите примеры.

3. Изобразите проекционные формулы Фишера и определите конфигурацию по R, S-системе следующих соединений

- мезо-2,3-дибромбутан
- хлорбромметансульфокислота
- оптически активный 2,3-дибромбутан
- эритро-пентандиол-2,3
- трео-пентандиол-2,3

4. Рассмотрите конформационные особенности мезо-2,3-дибромбутана

5. Какое количество стереоизомеров (любых) может существовать у следующих соединений

- 2,3,4-трихлорпентан
- 3-метилциклогексанол
- 4-метилциклогексанол
- 1,3-диметилциклогексан

Примеры вопросов контрольной работы №2

1. Динамическая стереохимия. Понятие. Примеры.

2. Понятия «стереоселективность» и «стереоспецифичность». Объясните на примерах.

3. Стереохимический результат реакции. Его использование для прогнозирования или доказательства механизма реакций. Приведите примеры.

5. Транс-присоединение по C=C связям. Стереохимический результат реакций. Примеры.

6. Цис-присоединение по C=C связям. Стереохимический результат реакций. Приведите примеры.

7. Механизм реакции электрофильного присоединения (Ae)

8. Виды реакций элиминирования. Приведите примеры.

9. β-элиминирование, протекающее по механизму E1. Приведите примеры, опишите механизм.

10. Цис- и транс- элиминирование. Механизм. Стереохимический результат реакции.

11. Влияние устойчивости конформаций на элиминирование.

12. Рассмотрите бромирование цис-бутена-2. Опишите стереостроение продуктов.

13. Рассмотрите бромирование транс-бутена-2. Опишите стереостроение продуктов.

14. Рассмотрите окисление по Вагнеру цис-бутена-2. Опишите стереостроение продуктов.

15. Рассмотрите окисление по Вагнеру транс-бутена-2. Опишите стереостроение продуктов.

16. Рассмотрите дегидрохлорирование эритро-1,2-дифенил-1,2-дихлорэтана. Опишите стереостроение продуктов.

17. Рассмотрите дегидрохлорирование трео-1,2-дифенил-1,2-дихлорэтана. Опишите стереостроение продуктов.

18. Рассмотрите дегидратацию эритро-1,2-дифенил-2-дейтероэтанола. Опишите стереостроение продуктов.

19. Рассмотрите дегидратацию трео-1,2-дифенил-2-дейтероэтанола. Опишите стереостроение продуктов.

20. Объясните на примере сущность правила Зайцева.

21. Объясните на примере сущность правила Гофмана.

22. Механизм и стереохимия диенового синтеза. Приведите примеры.

7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности (экзамен).

Семестр	1	2	3	4	5	6	7	8
7	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
	18	18	0	34	0	0	30	100

Программа оценивания учебной деятельности студента

7 семестр

Лекции от 0 до 18 баллов

Работа студента (активность, внимательность (проверяется, используя вид лекции «разумное перебивание»)) на лекционных занятиях оценивается по 1 баллу за каждую лекцию (сумма за семестр 18 баллов).

Лабораторные занятия от 0 до 18 баллов

Работа на занятиях (участие в разборе конкретных ситуаций) оценивается по следующим критериям: умение предложить нестандартное, правильное решение; грамотно и доходчиво донести до группы предложенный вариант; правильно и логично отвечать на вопросы, возникающие у преподавателя и студентов; отстаивать свою точку зрения. Максимальное количество баллов за каждое лабораторное занятие равно 1 (сумма за семестр 18 баллов).

Практические занятия

не предусмотрены

Самостоятельная работа от 0 до 34 баллов

Студентом по предлагаемым темам пишется обзорно-аналитическая работа и готовится мультимедийная презентация. Обзорно-аналитическая работа оценивается по следующим критериям: раскрытие темы, современность используемых данных, соответствие представляемого материала теме исследования, аккуратность оформления. Также по теме работы студентом подготавливается презентация, которая оценивается по следующим критериям: доступность подачи материала, логичность и последовательность слайдов, количество слайдов, наличие интересных дискуссионных данных, грамотное использование нормативной лексики, дизайн презентации (фон, шрифт, легкость восприятия слайда, отсутствие грамматических ошибок, использование эффектов анимации). Максимальное количество баллов за обзорно-аналитическую работу - 6.

Качество полученных студентом знаний, полученных при самостоятельной и аудиторной работе, оценивается на контрольной работе. Оценивается по следующим параметрам: правильность, логичность и нестандартность мышления, полнота ответа, эрудиция по всему объему материала. - Максимальное количество баллов за одну контрольную работу составляет 5 баллов.

Самостоятельная работа студента, выполняемая при подготовке к занятиям дома, оценивается на каждом занятии при разборе конкретных ситуаций. Максимальное количество баллов, которое может заработать студент за каждое занятие равно 1.

Автоматизированное тестирование
не предусмотрено

Другие виды учебной деятельности
оценивание не предусмотрено

Промежуточная аттестация (экзамен) от 0 до 30 баллов

Промежуточная аттестация, представляет собой экзамен в виде собеседования по пройденному материалу.

При проведении промежуточной аттестации

ответ на «отлично» оценивается от 26 до 30 баллов;

ответ на «хорошо» оценивается от 21 до 25 баллов;

ответ на «удовлетворительно» оценивается от 16 до 20 баллов;

ответ на «неудовлетворительно» оценивается от 0 до 15 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 7 семестр по дисциплине «Стереохимия» составляет 100 баллов.

Таблица 2.2 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Стереохимия» в оценку (экзамен):

85-100 баллов	«отлично»
75-84 баллов	«хорошо»
60-74 баллов	«удовлетворительно»
0-59 баллов	«не удовлетворительно»

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) литература

1. Илиел Э. Основы стереохимии. М.: Бином. Лаборатория знаний. 2009. 118 с. ✓10
2. Органическая химия. Часть 2. Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014 - .Органическая химия. Часть 2 / Реутов О. А. - 2014. (ЭБС АЙБУКС) ✓
3. Бакстон Ш., Робертс С. Введение в стереохимию органических соединений. М.: Мир. 2009. 311 с. ✓5

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Microsoft Word 2010
2. Microsoft Excel 2010
3. Microsoft PowerPoint 2010
4. Сайт химического факультета МГУ
<http://www.chem.msu.ru/rus/weldept.html>

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины Лекционная аудитория

1. Учебные лаборатории для проведения лабораторных работ
2. Лаборатория физических методов исследования
3. Компьютерный класс
4. Набор слайдов, моделей

Место осуществления практической подготовки: учебные лаборатории
Института химии

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 04.03.01 – Химия и профилю подготовки – Химия низко- и высокомолекулярных органических веществ.

Автор: доцент кафедры органической и
биоорганической химии, к.х.н.

Гринёв В.С.

Программа одобрена на заседании кафедры органической и биоорганической химии от «11» октября 2021 года, протокол № 2.