

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ИНСТИТУТ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ И ПЕРЕДОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
По дисциплине «Супрамолекулярная химия»
Направление подготовки 04.04.01 «Химия»
Фундаментальная химия (совместно с
ИХ ДВО РАН и ТИБОХ ДВО РАН)
Форма подготовки очная

Владивосток
2023__

Перечень форм оценивания, применяемых на различных этапах
формирования компетенций в ходе освоения дисциплины
«Супрамолекулярная химия»

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Результаты обучения	Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	<p>Раздел I. Предмет супрамолекулярной химии. Рецепторы, связывающие катионы Тема 1. Основные понятия в супрамолекулярной химии, связь с классической химией. Тема 2. Рецепторы, связывающие катионы Тема 3. Виды молекулярного</p>	<p>ПК-1 Способен планировать работу и выбирать адекватные методы решения научно-исследовательских задач в выбранной области химии, химической технологии или смежных с химией науках</p>	<p>Знает общую методологию составления общего плана исследования и детальных планов отдельных стадий, основные законы философии, формы и методы научного познания</p>	<p>Проверка знаний на практических занятиях № 1-4 в процессе устного опроса и участия в дискуссии (УО-4)</p> <p>Написание контрольной работы №1 (ПР-2) по материалу практических занятий № 1-4 (в соответствии с рейтинговой</p>	-

	<p>распознавания Тема 4. Алкалиды и электриды. Каликсарены. Резорцинорены</p>	<p>ПК -1.1 Составляет общий план исследования и детальные планы отдельных стадий</p>	<p>Умеет профессионально грамотно и четко составлять общий план исследования и детальные планы отдельных стадий при получении и исследовании супрамолекуляр- ных соединений Владеет навыками общего плана исследования и детальных планов отдельных стадий при изучении супрамолекулярны х соединений</p> <ul style="list-style-type: none"> • 	<p>оценкой знаний).</p>	
<p>МР-ДВ Фуллере</p>	<p>Раздел 2. Рецепторы, связывающие анионы. Связывание нейтральных молекул. Фуллере Дендримеры. Тема 1. Рецепторы, связывающие анионы. Тема 2. Связывание нейтральных молекул. Клатранды и кавитанды Тема 3. Супрамолекуля рая химия фуллеренов. Дендримеры.</p>	<p>ПК -1.2 Выбирает экспериментал ьные и расчетно- теоретические методы решения поставленной задачи, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов</p>	<p>Знает как выбирать экспе- риментальные и расчетно-теоре- тические методы решения поставленной задачи в области супрамолекулярной химии, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов</p> <p>Умеет выбирать экспериментальны е и расчетно- теоретические методы решения поставленной задачи в области супрамолекулярно й химии, исходя из имеющихся</p>	<p>Проверка знаний на практических занятиях № 5- 8 в процессе ус тного опро-са и участия в дискуссии (УО-4)</p> <p>Написание контрольной работы № 2 (ПР-2) по материалу практических занятий № 5-8 (в соответствии с рейтинговой оценкой</p>	<p>-</p> <p>3 из 97</p>

			материальных и временных ресурсов.	знаний).	
			<ul style="list-style-type: none"> • Владеет навыками выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи в области супрамолекулярной химии, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов 		
МР-ДВ	<p>Раздел 3. Темплаты и самосборка. Молекулярные устройства и машины. Тема 1. Катенаны и супрамолекулярная фотохимия. Молекулярные устройства. Тема 2. Молекулярные машины.</p>	<p>ПК -1.2 Выбирает экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов</p>	<p>- Знает как выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи в области супрамолекулярной химии, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов</p> <p>- Умеет выбирать экспериментальные и расчетно-теоретические методы решения поставленной задачи в области супрамолекулярной химии, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов.</p>	<p>Проверка знаний на практических занятиях № 8-9 в процессе учебного опроса и участия в дискуссии (УО-4)</p> <p>Написание контрольной работы №3 (ПР-2) по материалу практических занятий № 8-9 (в соответствии с рейтинговой оценкой знаний).</p>	<p>-</p> <p>4 из 97</p>

			<p align="center">Владеет</p> <p>навыками выбирать экспериментальные и расчетно- теоретические методы решения поставленной задачи в области супрамолекулярной химии, исходя из имеющихся материальных и временных ресурсов</p>		
--	--	--	--	--	--

Шкала оценки уровня достижения результатов обучения для текущей и промежуточной аттестации по дисциплине «Супрамолекулярная химия»

Баллы (рейтинговая оценка)	Уровни достижения результатов обучения		Требования к сформированным компетенциям
	Текущая и промежуточная аттестация	Промежуточная аттестация	
100 – 86	Повышенный	«отлично»	Свободно и уверенно находит достоверные источники информации, оперирует предоставленной информацией, отлично владеет навыками анализа и синтеза информации, знает все основные методы решения проблем, предусмотренные учебной программой, знает типичные ошибки и возможные сложности при решении той или иной проблемы и способен выбрать и эффективно применить адекватный метод решения конкретной проблемы в области супрамолекулярной химии
85 – 76	Базовый	«хорошо»	В большинстве случаев способен выявить достоверные источники информации, обработать, анализировать и синтезировать предложенную информацию, выбрать метод решения проблемы и решить ее. Допускает единичные серьезные ошибки в решении проблем, испытывает сложности в редко встречающихся или сложных случаях решения проблем, не знает типичных ошибок и возможных сложностей при решении той или иной проблемы в области супрамолекулярной химии
75 – 61	Пороговый	«удовлетворительно»	Допускает ошибки в определении достоверности источников информации, способен правильно решать только типичные, наиболее часто встречающиеся проблемы в конкретной области супрамолекулярной химии (обрабатывать информацию, выбирать метод решения проблемы и решать ее)

60 – 0	Уровень не достигнут	«неудовлетворительно»	Не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы по супрамолекулярной химии
--------	----------------------	-----------------------	--

Текущая аттестация по дисциплине «Супрамолекулярная химия»

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Супрамолекулярная химия» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине проводится в форме контрольных мероприятий (*практических и контрольных работ, домашних заданий*) по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

По каждому объекту дается характеристика процедур оценивания в привязке к используемым оценочным средствам.

Оценочные средства для текущего контроля

1. Вопросы для практических работ (семинаров).

Семинар № 1. История возникновения Супрамолекулярной химии

Понятия и язык супрамолекулярной химии

1. История возникновения новой химической дисциплины - Супрамолекулярной химии – *подтверждает положения о закономерностях развития химической науки и объективной необходимости возникновения новых направлений в науке.*

2. Что изучает супрамолекулярная химия? Этапы становления. Связь классической химии ковалентных связей с «химией за пределами молекул». *Как расшифровать тезис Лема, что супрамолекулярная химия – это химия за пределами молекул?*

3. Междисциплинарный характер супрамолекулярной химии: *в чем причина интереса к ней ученых разных областей науки - химиков, биологов, медиков, физиков?*

4. Открытие краун-эфиров Педерсоном. *В чем заключается принцип случайности и закономерности в возникновении науки супрамолекулярной химии?*

От краун-эфиров к молекулам-контейнерам. *В чем состоит принцип работы молекулярных машин с точки зрения химии? Почему молекулы названы контейнерами? Схема перехода от молекулярной к супрамолекулярной химии. Классификация супрамолекулярных систем хозяин-гость.*

Комплементарность и предорганизация. Природа супрамолекулярных взаимодействий

5. Понятия и язык супрамолекулярной химии: рецептор (хозяин) и субстрат (гость). Схема перехода от молекулярной к супрамолекулярной химии.

Где проходит граница между химией ковалентных связей и нековалентных межмолекулярных взаимодействий?

6.. Принципы образования супермолекулы. Комплементарность. Предорганизация. *Каковы условия комплементарности? В чем заключается стереохимический и электростатический эффект при комплементарности?*

7. Термодинамические эффекты. Классификация супрамолекулярных соединений хозяин-гость. *Чем отличается комплекс «гнездо» от комплекса «насед»?*

8. Природа супрамолекулярных взаимодействий: водородная связь, электростатические взаимодействия, гидрофобные силы, структуры «без связи». *Какие известные примеры нековалентных межмолекулярных взаимодействий вы можете привести? Какие типы связей в нуклеиновых кислотах?*

Семинары 2-3. Рецепторы, связывающие катионы: синтез, свойства, номенклатура.

1. Краун-эфир. Синтез первого краун-эфира Педерсоном. Способы получения краун-эфиров. Особенности синтеза краун-эфиров: темплатный эффект, темплатирующие катионы; метод высокого разбавления.. Использование в межфазном катализе. *В чем сходство и отличие темплатного эффекта от каталитического действия реагентами?*

Свойства краун-эфиров. Поведение растворов. Растворимость.

Как связать конформационную подвижность краун-эфиров со способностью растворяться в различных по полярности растворителях?

Использование краун-эфиров в межфазном катализе. *Объясните межфазную реакцию в присутствии краун-эфира солей калия с бензилхлоридом.*

Эффект «обнаженного» аниона: Окисление органических субстратов под действием KMnO_4 . *Как объяснить высокую скорость и глубину реакции окисления при использовании краун-эфира?*

Селективность катионного комплексообразования. Термодинамические эффекты. Величины типичных констант связывания. Факторы, влияющие на комплексообразование на примере краун-, гетерокраун-эфиров, подандов, лариат-эфиров, криптандов, сферандов. Плато селективности.

С чем связано образование прочных комплексов с краун-эфирами даже тогда, когда размер субстрата больше (или меньше) диаметра рецептора?

2. Гетерокраун-эфиры: тиааналоги, азокраун-эфиры (торанды). *Какую простую химическую реакцию можно использовать для синтеза торанда?*

3. Синтез подандов, лариат-эфиров, криптандов, сферандов.

Сравнить прочность комплекса K^+ с лариат-эфиром и аналогичным краун-эфиром, поясните.

В чем структурное отличие краун-эфира от поданда? Комплекс с K^+ какого из них будет прочнее и почему?

1. Номенклатура рецепторов, тривиальная и по ИЮПАК.

Может ли тривиальная номенклатура точно отразить строение рецептора? Запишите получение коранда самоконденсацией трех молекул о-аминобензальдегида и назовите его по ИЮПАК.

Назовите по ИЮПАК следующие соединения:

18-краун-6,

15-краун-5

14($N_4 2_2 3_2$ коранд-6)

дибензо18($O_6 2_6$ коранд-6)

([2.2.2]-криптан

По названию запишите структуру соединения, к какому типу рецепторов оно относится:

а. 4,13-диаза-1,7,10,16-тетраоксациклооктадекан;

б. 2,5,8,11,14,17-гексаоксаоктадекан;

в. 1,10-диаза-4,7,13,16,21,24-гексаоксабицикло[8.8.8]гексаэйкозан.

Семинар № 4. Виды молекулярного распознавания.

1. Охарактеризовать виды молекулярного распознавания: сферическое, тетраэдрическое, линейное, центральное, латеральное, хиральное.

2. МР-ДВФУ-844/2-2022 Тетраэдрический рецептор - «Футбольный мяч», связывание катиона (NH_4^+), аниона (Cl^-), нейтральной молекулы (H_2O). 8 из 97 Сферическое распознавание. *Является ли связывание торандами (краун-эфирами, бициклическими криптандами) катионов металлов сферическим распознаванием? Почему?*

3. Связывание катионов аммония. Селективность образования комплексов с органическими катионами. *Какие типы связей, на ваш взгляд, здесь являются преобладающими?*

Связывание катионов аммония лариат-эфирами, корандами. *Где будет выше прочность комплекса и почему?*

4. Латеральное и центральное распознавание. *Какова роль такого распознавания в биологии? Как различить эфедрин и норэфедрин, адреналин и норадреналин?*

5. Дитопные рецепторы. Линейное распознавание. *Как с помощью линейного распознавания разделить 1,8-дихлороктан и 1,10-дихлордекан?*
6. Дифильные рецепторы.
7. Хиральное распознавание, разделение рацематов. *Какова роль хирального распознавания в стереохимии?*

Семинар № 5. Рецепторы, связывающие катионы.

Алкалиды и электриды. Каликсарены. Резорцинорены.

1. Алкалиды и электриды. Получение, строение, свойства. *Объясните образование и строение $[Cs(18\text{-краун-6})_2]^+ e^-$, что это – алкалид или электрид? Какие условия надо обеспечить для его получения? Чем объясняется электронная проводимость электридов?*
2. Каликсарены: получение, номенклатура, конформации. Особенности связывания катионов. Туннельный эффект. Селективность к катиону цезия. *Каликсарены нерастворимы в воде, но достаточно хорошо растворимы в щелочных растворах. Объясните, почему? Справедливо ли утверждение, что каликсарены - это циклофаны?*

Катионный обмен в бис(каликсарен)краунах. «Перекачка» катиона металла «молекулярным шприцем».

Как объяснить туннельный эффект, возникающий при связывании Ag^+ эфирами каликсаренов? Какие типы связей проявляются?

Комплексы каликсаренов с нейтральными молекулами.

Справедливо ли утверждение, что каликсарены способны связывать как катионы, так и анионы, и нейтральные молекулы? Какие примеры вы помните?

3. Резорциноарены, получение, конформации, сродство к катионам и нейтральным молекулам. *В чем сходство и отличие от каликсаренов? Справедливо ли утверждение, что каликсарены и резорциноарены ⁹_{из 97} это кавитанды?*

4. Сидерофоры, природные и синтетические. Константы связывания Fe^{+3} *Какое главное связующее звено в структуре сидерофора? Есть ли примеры синтетических сидерофоров, образующих более прочные комплексы с железом, чем природные?*

Семинар № 6. Рецепторы, связывающие анионы

1. Особенности связывания анионов. Влияние размера аниона, плотности заряда, комплементарности, величины заряда рецептора и субстрата на прочность комплекса. Рецепторы, связывающие анионы: катапинанды, азакоранды, криптанды, гибридные молекулы, антикрауны. Селективность связывания

Катапинанды были открыты в то же время, что и краун-эфирь. Однако широкомасштабное изучение связывания анионов началось лишь спустя 20 лет. С чем, на ваш взгляд, связана трудность изучения анионов?

2. Тетраэдрические рецепторы. Селективность формы. Связывание анионов криптандами, азакорандами.

Какие типы связей действуют в молекуле «футбольного мяча» при связывании катиона, аниона, нейтральной молекулы?

3. Циклофаны, кобальт- и ртутьсодержащие металлоорганические рецепторы, гибридные каликсарены.

Можно ли утверждать, что каликсарены способны связывать как катионы, так и анионы, и нейтральные молекулы? Какие примеры вы помните?

4. Нейтральные рецепторы. Цвиттер-ионы. «Гидридная губка». Антикрауны.

В чем отличие краун-эфиров от антикраунов? Какова природа главного связующего звена в выше перечисленных рецепторах для связывания аниона? «Гидридная губка» и «протонная губка» - в чем их сходство и отличие?

Семинары № 7-8. Связывание нейтральных молекул

1. Клатраты. Гидрат метана, распространение, устойчивость. Строение, молекулярная структура, тип связей. Проблемы, связанные с запасами и использованием гидрата метана.

В чем состоит эффект самоконсервации метана? Что вы слышали о работах японцев по добыче гидрата метана на северо-востоке Японии, по соседству с нами в 2012-2013 гг.? К каким положительным и отрицательным последствиям это может привести?

2. Клатраты мочевины и тиомочевины. Строение. Использование в качестве селективных реагентов при депарафинизации нефтяных фракций.

В чем сходство клатратов метана и мочевины и отличие от клатрата цеолита?

3. Кавитанды. Молекулы с внутренней кривизной. Связывание нейтральных молекул. Циклодекстрины: получение, свойства. Структура и константы комплексообразования с производными нитрофенола. Причины широкого использования.

Циклодекстрины широко используются в пищевой (80-90%), косметической и фармацевтической промышленности в качестве агентов для медленного высвобождения и доставки веществ. Поясните механизм связывания и высвобождения вкусовых, ароматобразующих и лекарственных веществ циклодекстринами, учитывая их строение и гидрофильно-, гидрофобные составляющие фрагменты их молекулы.

4. Молекулярные щели и молекулярные пинцеты, связывание биологически значимых молекул. Примеры рецепторов.

5. Каликсарены, резорцинарены и трициклотривератрилены (CTV) в качестве рецепторов, связывающих нейтральные молекулы. Динамика обмена гостей в кавитатах.

Справедливо ли утверждение, что каликсарены, резорцинарены и трициклотривератрилены – это кавитанды? От чего зависит, на ваш взгляд, скорость обмена гостей в кавитатах?

6. Циклофаны, номенклатура. Криптофаны - молекулы-клетки, синтез на основе каликсаренов, резорцинаренов, CTV. Карцеранды и полукарцеранды. Карцерия - новый вид ориентационной изомерии. Использование карцерандов и полукарцерандов в качестве реакторов для получения неустойчивых молекул - циклобутадиена, бензина.

Справедливо ли утверждение, что каликсарены, резорцинарены и трициклотривератрилены – это криптофаны? Объясните образование слова-названия –криптофаны: от какого типа рецепторов взяты составные части названия - крипто- и фан-?

Каков недостаток при использовании карцерандов в качестве реакторов для синтеза неустойчивых молекул? Какие существуют способы доказательства, что реакция прошла и образовалось новое соединение?

7. Химия фуллеренов

1. Открытие фуллеренов – одно из значительных открытий в химии XX века. Фуллерены - новый аллотропный вид углерода. Способы получения. Выделение и очистка. Строение. Физические свойства. Реакционная способность фуллеренов.

По каким связям вступает фуллерен в реакцию Дильса-Альдера, циклоприсоединения, взаимодействует с малоновым эфиром?

11 из 97

2. Комплексы фуллеренов с металлами -эндоэдральные и экзоэдральные. Эндоэдральные фуллерены, получение, строение, свойства, применение. Фуллерены в качестве рецепторов.

С чем связана сверхпроводимость комплексов фуллеренов?

Как расшифровать строение $\text{Li}@\text{C}_{60}$, K_3C_{60} ?

Экзоэдральные фуллерены, получение, строение, свойства, применение.

Фуллерены в качестве субстратов. Какие примеры из пройденного вы можете привести?

Гетерофуллерены (легированные фуллерены), образующиеся в результате замещения углеродных атомов фуллеренов атомами других веществ.

8. Дендримеры и их типы. Стратегии синтеза дендримеров. Дивергентный способ -«от центра к периферии». *Пример синтеза дендримеров на основе этилендиамина и акрилонитрила.*

Конвергентный способ синтеза дендримеров - «от периферии к центру». Физические свойства дендримеров.

Влияние природы функциональных групп на поверхности дендримера на его свойства. *Практическое использование дендримеров (химиотерапия рака и других заболеваний; создание металлокомплексных катализаторов нового типа).*

Семинар № 9. Катенаны и ротаксаны. Молекулярные устройства. Молекулярные машины.

1. Статистический подход к синтезу катенанов и ротаксанов. Псевдоротаксаны. Ротаксаны. Схема синтеза. Катенаны, формируемые с помощью π - π -стэкинговых взаимодействий. Принцип вспомогательной связи в синтезе катенанов(темплатный стерический барьер, координация с катионом металла).

2. Молекулярная и супрамолекулярная самосборка. Самоорганизация. Терминология. Металлические ансамбли. Гигантские самособирающиеся капсулы

3. Концепция устройства молекулярных машин. Схема работы молекулярного устройства и молекулярной машины. Молекулярные машины на основе катенанов и ротаксанов. Пример молекулярного «челнока», «шестерёнки». Машины, работа которых активируется светом и изменением кислотности среды. Пример работы молекулярной машины при изменении степени окисления металла. «Молекулярные мускулы».

4. Пример машины, работающей при протекании окислительно-восстановительного процесса. Машина, работа которой основана на протекании фотореакции *транс-цис*-изомеризации. Машины, работа которых активируется светом. Нанодвигатель. Структуры молекулярных машин на основе производных триптицена и фуллерена. Молекулярная машина с мотором.

Требования к представлению и оцениванию результатов практических семинарских) работ:

Оценка	Требования
100-86 баллов «отлично»	Студент должен показать хорошее знание программного материала, дать развернутый ответ, представляющий собой связанное, логическое, последовательное раскрытие поставленного вопроса, показать владение профессиональной терминологией, связать теоретические и практические

	вопросы по изучаемой проблеме в области супрамолекулярной химии. Без фактических ошибок.
85-76 баллов «хорошо»	Студент показывает все качества, перечисленные для оценки «отлично». Допускает 2-3 несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя, может наблюдаться "шероховатость" в изложении материала.
75-61 балл «удовлетворительно»	Студент обнаруживает неполное знание материала, существуют значительные неточности в ответе, однако, усвоил основные понятия, владеет профессиональной терминологией, способен реализовать знания по изучаемой проблеме в области супрамолекулярной химии.
60-0 «недопуск»	Студент обнаруживает незнание большей части проблем, связанных с изучением вопроса по изучаемой проблеме в области супрамолекулярной химии, допускает ошибки в ответе, беспорядочно и неуверенно излагает материал.

2. Комплект типовых заданий для самостоятельных(домашних) работ Самостоятельная работа № 1 (по разделу 1).

Раздел 1.

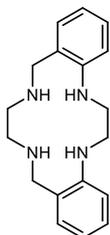
Тема 2. Рецепторы, связывающие катионы.

Номенклатура краун-эфиров, подандов, криптандов и гибридных соединений

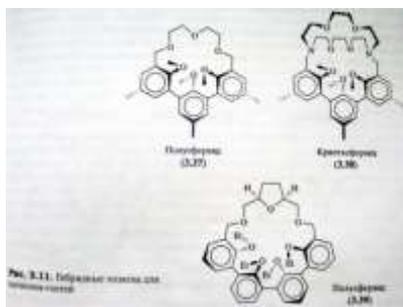
Вариант 1

Назвать соединения по известным вам номенклатурам. Указать тип рецептора.

1.



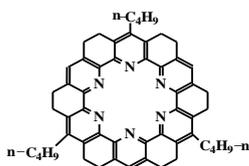
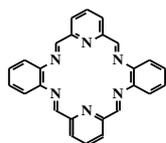
2. Соединение 3.37



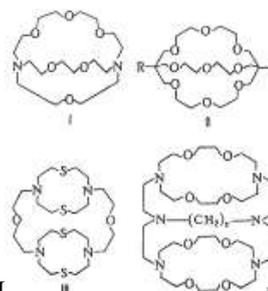
Вариант 2.

Назвать по известным вам номенклатурам. Указать тип рецептора.

1. Соединение 1



2. Соединение III



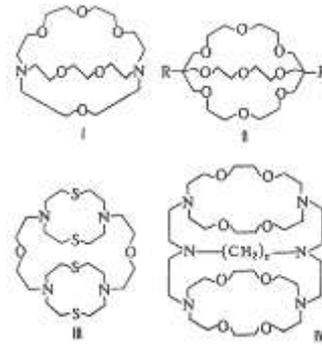
Вариант 3

Назвать по известным вам номенклатурам. Указать тип рецептора.



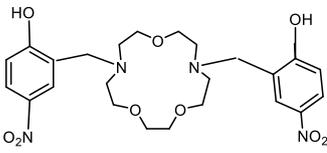
1.

2. Соединение IV.



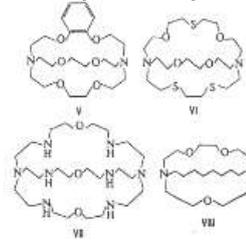
Вариант 6

Назвать по известным вам номенклатурам. Указать тип рецептора.



1.

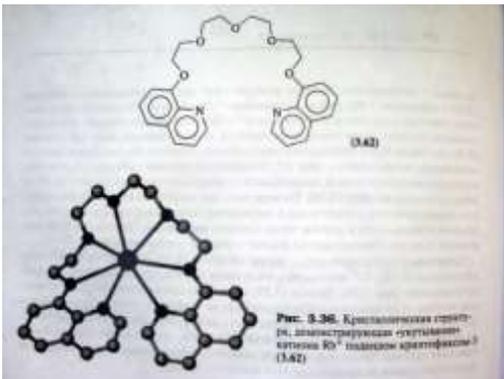
2. Соединение VII



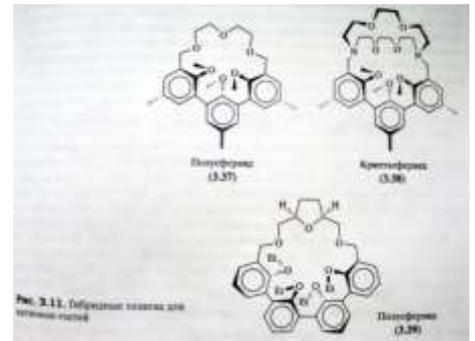
Вариант 4.

Назвать по известным вам номенклатурам. Указать тип рецептора.

1.



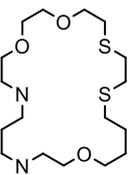
2. Соединение 3.38



Вариант 7

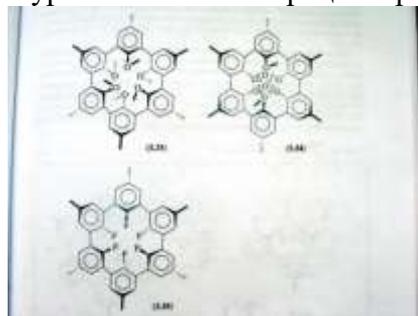
Назвать по известным вам номенклатурам. Указать тип рецептора.

14 из 97



1.

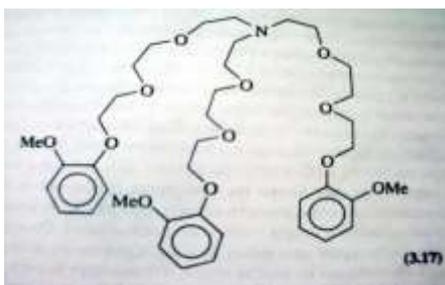
2. Соединение 3.35



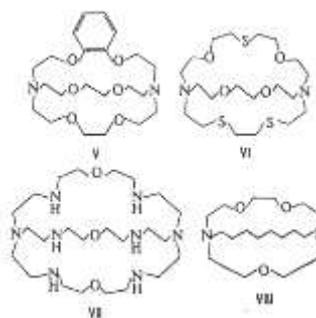
Вариант 5.

Назвать по известным вам номенклатурам. Указать тип рецептора.

1.



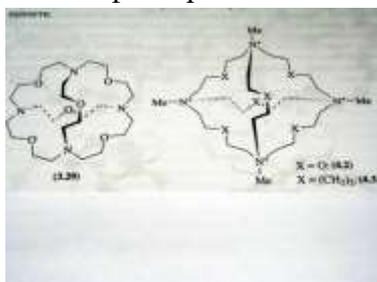
2. Соединение VI



Раздел 2. Тема 2. Связывание нейтральных молекул.

Вариант 1.

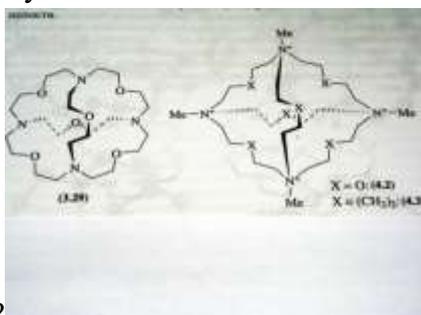
- 1.. Какое отличие в связывании нейтральных молекул и заряженных частиц? Укажите силы связывания. Приведите примеры.
2. Почему соединение 3.29 селективно к аниону хлора (радиус 1.33 Å), а соединение 4.2 к бромид-аниону (радиус 1.95Å)? Какой фактор здесь является определяющим?



3. Синтез каликсаренов. С какими субстратами они образуют наиболее прочные комплексы и в какой конформации? Приведите примеры.
4. Карцероизомерия. Получатся ли изомеры при сшивании каликс[6]арена и [4]резорцинорена?

Вариант 2.

1. За счет каких сил происходит связывание нейтральных молекул в клатратах? Приведите примеры.
2. Изобразите соответствующий соединению 4.2 цвиттер-ион, какие субстраты МР-ДВФУ-844/2-2022



15 из 97

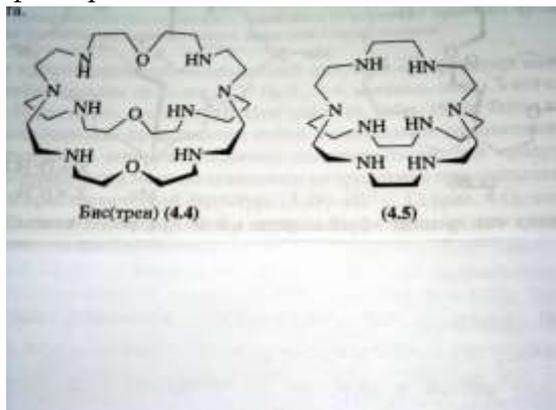
он способен связывать?

3. С чем связана высокая селективность к K⁺ каликсареновой клетке? В чем состоит двухстадийность процесса связывания?.
4. Использование криптофанов.

Вариант 3.

1. За счет каких сил происходит связывание нейтральных молекул в кавитатах? Приведите примеры.

2. . Почему $\lg K_{\text{связ.}}$ комплекса **4.4**- 6H^+ с F^- равен 4.19, а **4.5**- 6H^+ с F^- равен 11.2? Какие факторы обеспечивают такое повышение?



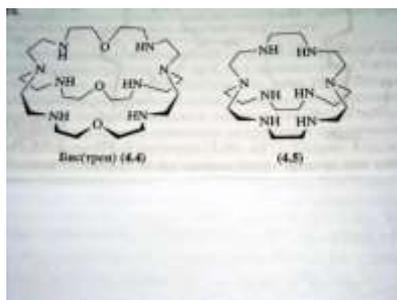
3. Синтез СТВ. Главные конформации. Способно ли это соединение образовывать прочные комплексы с нейтральными молекулами? Почему. Для синтеза каких молекул используют СТВ? Приведите пример.

4. Криптофаны – это клатранды? Полукарцеранды? Циклофаны?

Вариант 4.

1. Технология карбамидной депарафинизации. Ее теоретические основы.

2. Почему $\lg K_{\text{связ.}}$ бистрена **4.4**- 6H^+ с F^- равен 4.19, с N_3^- 4.30? Какие факторы повысили прочность комплекса с азид-анионом?



3. Синтез резирценарена. Главные конформации. Способно ли это соединение образовывать прочные комплексы с нейтральными молекулами? Почему. Для синтеза каких молекул используют резирценарена? Приведите пример.

4. Криптофаны – это кавитанды? Карцеранды? Циклофаны?

16 из 97

Вариант 5.

1. . Чем отличается связывание гостя в гидрате метана и в клатрате мочевины? Пояснить строение.

2. Какие функциональные группы вы ввели бы в молекулу каликсарена, чтобы она была способна связывать анионы?

3. Строение и работа «молекулярного шприца».

4. Какие изомеры криптофанов образуются при синтезе? Изобразите.

Вариант 6.

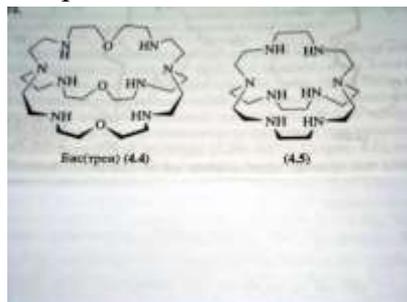
1. . Главное свойство циклодекстрина (ЦД) и его использование при очистке и выделении ЦД. Изобразите структуру этого промежуточного продукта.

2. Каким условиям должна соответствовать молекула, чтобы работать как «гидридная губка»?

3. Дайте определение циклофанам. Относятся ли к числу циклофанов каликсарены и сферанды? Какое из этих соединений называют по циклофановой номенклатуре, назовите.
4. Карцероизомерия. Получатся ли изомеры при сшивании каликс[6]арена и [4]резорцинорена?

Вариант 7.

1. Динамика обмена гостей в кавитатах. На какие теоретические вопросы отвечало изучение динамики обмена?
2. С каким из анионов F^- , Cl^- , Br^- , N_3^- бистрен 4.4 образует самый прочный комплекс? Что является определяющим фактором?



3. Какое отличие в связывании каликс[4]ареном жестких кислот (Li^+ , Na^+) и мягких (K^+ , Ag^+)? В какой конформации идет связывание?
4. Циклодекстрины – это криптофаны? Карцеранды? Циклофаны?

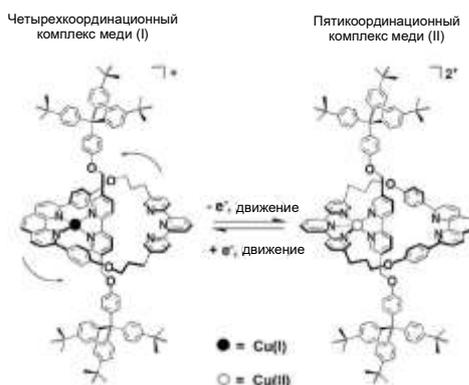
3. Комплект типовых заданий для контрольных работ

Контрольная работа № 3 (по разделу 3).

Вариант 1

1. Жесткий стержень. Получение решетчатых структур.
2. Псевдоротакасы, синтез по Стоддарту методом защелкивания.
3. Пояснить рисунок

МР-ДВФУ-844/2-2022

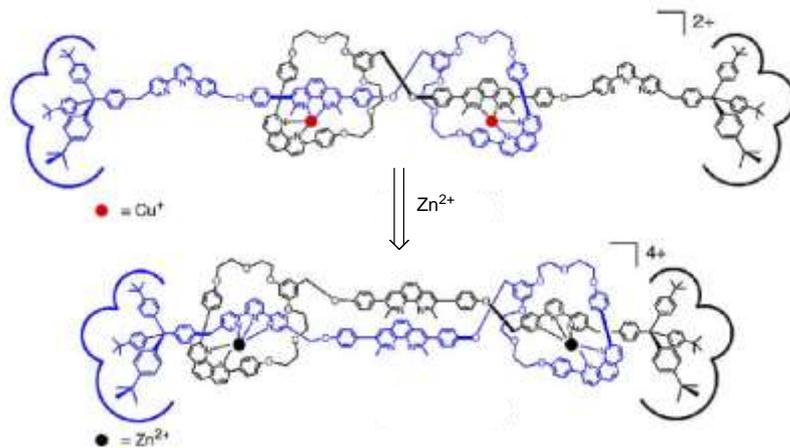


17 из 97

4. Перспективы использования молекулярных машин.

Вариант 2

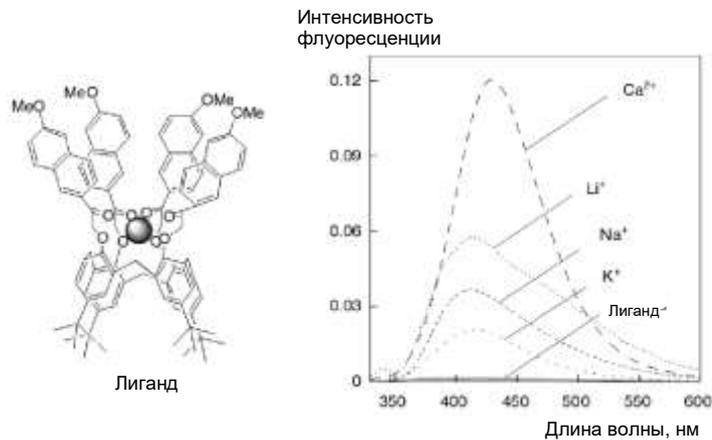
1. Написать структуру: [3]-[1,20-Диарнилэйкозан]-[циклоэйкозан]-[циклоэйкозан]-ротаксан
2. Вспомогательная связь в синтезе катенанов, ротаксанов и ее виды.
3. Объясните рисунок



4. Трасса в гонках молекулярных машин.

Вариант 3

1. Использование дендримеров для целенаправленной доставки лекарств.
2. Способ синтеза ротаксанов методом проскальзывания. Пример.
3. Пояснить рисунок



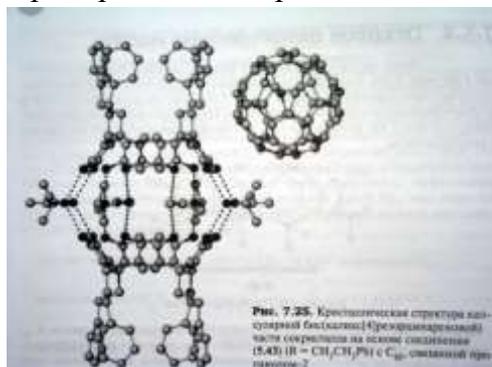
4. Технология помещения молекулярной машины на трассу при гонках.

Вариант 4

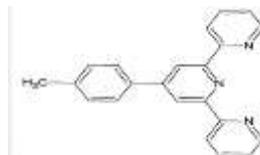
1. Принцип химической вспомогательной связи в синтезе катенанов.
2. Дать определение молекулярным устройствам и молекулярным машинам. Отличие.
3. Примером какого процесса является эта молекула?

MP-ДВФУ-844/2-2022

18 из 97

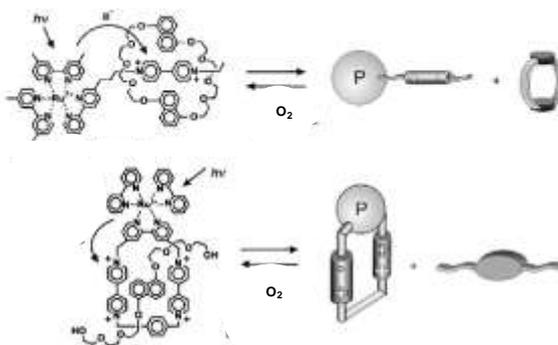


4. Где вы видели такую структуру?

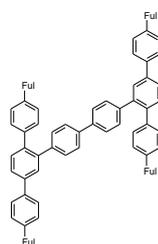


Вариант 5

1. Жесткий стержень. Получение лестничных структур.
2. Синтез катенанов по Соважу.
3. Пояснить рисунок

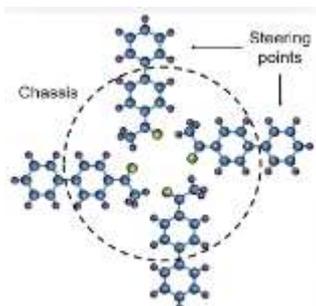


4. Где вы видели такую структуру?



Вариант 6

1. Написать структуру: [3]-[1,20-Диарнилэйкозан]-[циклоэйкозан] –[циклоэйкозан]-ротаксан
2. Синтез ротаксанов по Стодарту методом продевания. Пример.
3. Флюоресцентный сенсор на катионы цинка.
5. Где вы видели такую структуру?

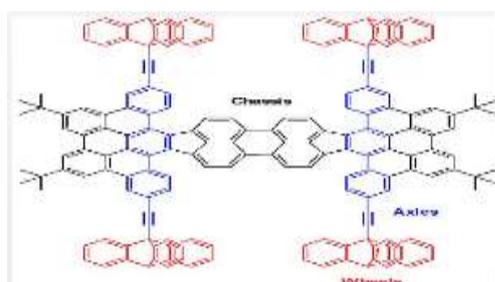


MP-ДВФУ-844/2-2022

19 из 97

Вариант 7

1. Написать структуру: [3]-[циклоэйкозан]-[циклогексакозан]-[цикло-эйкозан]-катенан
2. Дендримеры. Комбинированный способ синтеза, преимущество и недостатки.
3. Строение и работа сенсора на линейное распознавание линейных диаминов.
4. Где вы видели такую структуру?

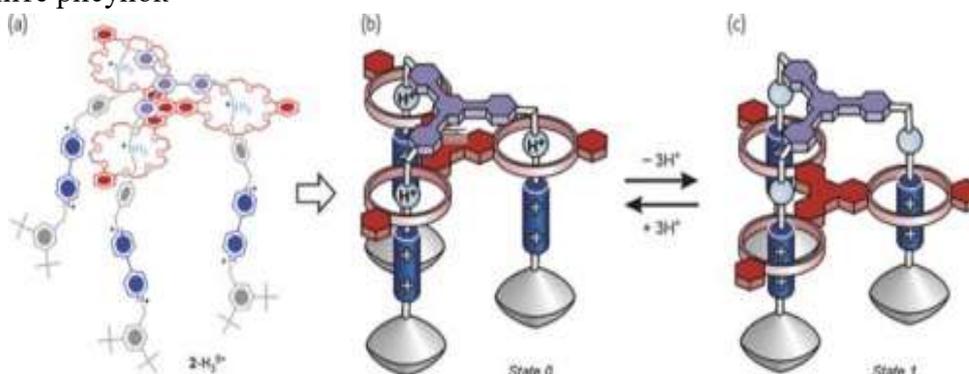


Вариант 8

1. Дендримеры. Свойства. Особенности строения. Отличие от классических полимеров.
2. Дать определение понятию тектоны, темплаты, самосборка и ее виды.
3. Молекулярные провода на основе политиофенов и фуллерена.
4. Участники гонок молекулярных машин.

Вариант 9

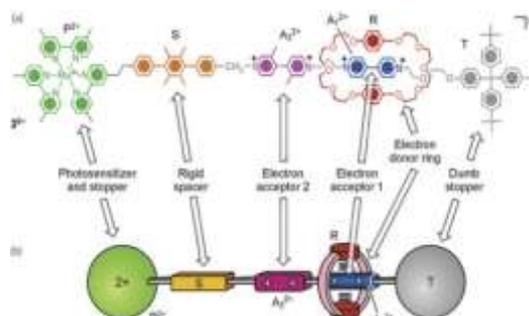
1. Способы синтеза ротаксанов.
2. Дендримеры. Дивергентный способ синтеза, преимущество и недостатки.
3. Объясните рисунок



4. Как регистрировались результаты гонок молекулярных машин?*

Вариант 10

1. Приведите пример синтеза [3]-катенана по Стодарту.
2. Дендримеры. Конвергентный способ синтеза, преимущество и недостатки.
3. Объясните рисунок



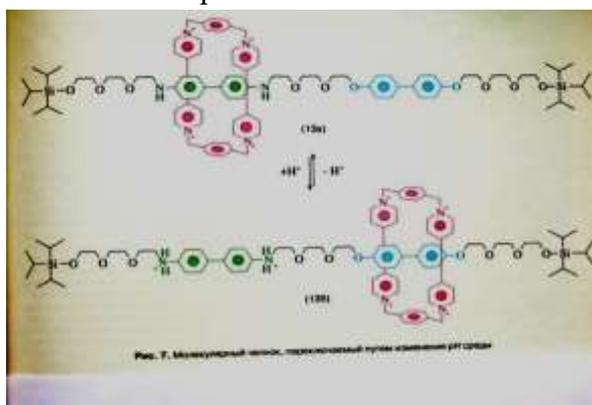
МР-ДВФУ-844/2-2022

4. Основной принцип отбора команд, участников гонок молекулярных машин.

20 из 97

Вариант 12

1. Темплатный эффект при построении речных и решетчатых структур.
2. Дендримеры. Свойства. Особенности строения. Отличие от классических полимеров.



3. Объяснить рисунок:

4. «Топливо» для молекулярных машин в гонках.

Требования к представлению и оцениванию результатов самостоятельных и контрольных работ

Оценка	Требования
100-86 баллов «отлично»	Студент должен показать хорошее знание программного материала, дать развернутый ответ, представляющий собой связное, логическое, последовательное раскрытие поставленного вопроса, показать владение профессиональной терминологией, связать теоретические и практические вопросы по изучаемой проблеме в области супрамолекулярной химии. Без фактических ошибок.
85-76 баллов «хорошо»	Студент показывает все качества, перечисленные для оценки «отлично». Допускает 2-3 несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя, может наблюдаться "шероховатость" в изложении материала.
75-61 балл «удовлетворительно»	Студент обнаруживает неполное знание материала, существуют значительные неточности в ответе, однако, усвоил основные понятия, владеет профессиональной терминологией, способен реализовать знания по изучаемой проблеме в области супрамолекулярной химии.
60-0 «недопуск»	Студент обнаруживает незнание большей части проблем, связанных с изучением вопроса по изучаемой проблеме в области супрамолекулярной химии, допускает ошибки в ответе, беспорядочно и неуверенно излагает материал.

- I. Промежуточная аттестация по дисциплине «Супрамолекулярная химия»
Промежуточная аттестация студентов. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине аттестация студентов по дисциплине «Супрамолекулярная химия» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Оценочные средства для промежуточного контроля - экзамен

Экзаменационные материалы

Вопросы для подготовки к экзамену

по дисциплине «Супрамолекулярная химия»

1. Закономерности возникновения новой науки – супрамолекулярной химии
2. Предмет супрамолекулярной химии. Основные понятия: рецептор-субстрат, гость-хозяин, предорганизация, комплементарность .
3. Стадии процесса комплексообразования хозяин-гость. Термодинамические эффекты

4. Классификация супрамолекулярных систем: кавитанды и клатранды, взаимоотношения гость-хозяин типа «капсула», «гнездо», «насест», «сэндвич» и др.
4. Синтез первого краун-эфира, его свойства. Способы синтеза краун-эфиров..
5. Особенности синтеза краун-эфиров: высокое разбавление, темплатный эффект.
6. Гетерокраун-эфиры, особенности синтеза, темплатирующие катионы
7. Краун-эфиры. Свойства. Селективность комплексообразования. Растворимость. Пример использования в межфазном катализе. Эффект «обнаженного» иона».
8. Записать формулу дибензо18(О₆2₆коранда-6), привести схему его синтеза, описать свойства.
9. Рецепторы, способные связывать катионы: краун-эфиры, поданды, криптанды, лариат-эфиры, сферанды, полусферанды, криптасферанды. Алкалиды и электриды.
10. Виды молекулярного распознавания. «Футбольный мяч».
11. Рецепторы, способные связывать анионы. Особенности связывания анионов.
12. Рецепторы, способные связывать нейтральные молекулы. Молекулярные щели и молекулярные пинцеты
13. Клатратные гидраты. Гидрат метана.
14. Цеолиты. Твердые клатраты органических хозяев
15. Циклодекстрины, получение, конформация, причины широкого использования.
16. Каликсарены, получение, конформации, образование комплексов с катионами и нейтральными молекулами. Туннельный эффект.
17. Гибридные каликсарены. «Молекулярный шприц».
18. Каликсарены и резорцинорены в качестве исходных веществ для синтеза молекул-клеток.
19. Карцеранды, полукарцеранды.. Карцерия- стереоизомерия нового типа.
20. Использование карцерандов и полукарцерандов для получения неустойчивых молекул
21. Супрамолекулярная химия фуллеренов. Способы синтеза, физические и химические свойства. Эндо- и экзоэдральные комплексы с металлами.
22. Дендримеры, способы синтеза, свойства, применение.
23. Молекулярная и супрамолекулярная самосборка. «Решетки», «этажерки», «офисы».

24. Способы синтеза псевдоротаганов. Использование их в молекулярных устройствах.
25. Принцип вспомогательной связи в синтезе ротаганов.
25. Способы синтеза катенанов. Использование катенанов в молекулярных устройствах
26. Примеры фотохимических молекулярных устройств
27. Схема работы молекулярного устройства и молекулярной машины. Молекулярные машины на основе катенанов и ротаганов. Пример молекулярного «челнока», «шестерёнки».
- 28.. Пример работы молекулярной машины при изменении степени окисления металла. «Молекулярные мускулы».
29. Пример машины, работающей при протекании окислительно-восстановительного процесса. Машина, работа которой основана на протекании фотореакции *транс-цис*-изомеризации.
30. Машины, работа которых активируется светом. Нанодвигатель. Структуры молекулярных машин на основе производных триптицена и фуллерена. Молекулярная машина с мотором.
31. Назовите по ИЮПАК следующие соединения:
18-краун-6, 15-краун-5, 14(N₄2₂3₂коранд-6), дибензо18(O₆2₆коранд-6), ([2.2.2]-криптант, .
32. По названию запишите структуру соединения, к какому типу рецепторов оно относится:
- 4,13-диаза-1,7,10,16-тетраоксациклооктадекан;
 - 2,5,8,11,14,17-гексаоксаоктадекан;
 - 1,10-диаза-4,7,13,16,21,24-гексаоксабицикло[8.8.8]гексаэйкозан.

Билет 1

1. Центральное и латеральное распознавание.
2. Записать формулу дибензо18(O₆2₆коранда-6), привести схему его синтеза, описать свойства.
3. Примеры фотохимических молекулярных устройств
4. Номенклатура (дается на отдельном листе).

Билет 2

1. Способы синтеза краун-эфиров. Синтез первого краун-эфира, его свойства. Использование.
2. Семиохимия. Сенсорные устройства, примеры.
3. Фуллерены.

4. Номенклатура (дается на отдельном листе)

Билет 3

1. Комплементарность
2. Краун-эфиры. Пример использования в межфазном катализе.
3. Молекулярная и супрамолекулярная самосборка. «Решетки», «этажерки», «офисы».
4. Номенклатура (дается на отдельном листе).

Билет 4

1. Сферанды, синтез, особенности связывания катионов
2. Примеры фотохимических молекулярных устройств
3. Клатратные гидраты
4. Номенклатура (дается на отдельном листе).

Билет 5

1. Способы синтеза псевдоротаганов. Использование их в молекулярных устройствах.
2. Цеолиты. Твердые клатраты органических хозяев
3. Алкалиды и электриды
4. Номенклатура (дается на отдельном листе).

Требования к представлению и оцениванию результатов экзамена

Оценка	Требования
МР-ДВФУ «01.12.2022» «отлично»	Студент должен показать хорошее знание программного материала, дать развернутый ответ, представляющий собой связное, логическое, последовательное раскрытие поставленного вопроса, показать владение профессиональной терминологией, связать теоретические и практические вопросы по изучаемой проблеме в области супрамолекулярной химии. Без фактических ошибок.
«хорошо»	Студент показывает все качества, перечисленные для оценки «отлично». Допускает 2-3 несущественные ошибки, исправленные по требованию преподавателя, может наблюдаться "шероховатость" в изложении материала.
«удовлетворительно»	Студент обнаруживает неполное знание материала, существуют значительные неточности в ответе, однако, усвоил основные понятия, владеет профессиональной терминологией, способен реализовать знания по изучаемой проблеме в области супрамолекулярной химии.
«неудовлетворительно»	Студент обнаруживает незнание большей части проблем, связанных с изучением вопроса по изучаемой проблеме в

	области супрамолекулярной химии, допускает ошибки в ответе, беспорядочно и неуверенно излагает материал.
--	--