

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
общей и неорганической химии
Семенов В.Н.



12.04.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.05 – Актуальные задачи современной химии

1. Код и наименование направления подготовки/специальности: 04.04.01 Химия
2. Профиль подготовки/специализация: Физическая химия; Органическая химия;
3. Квалификация выпускника: Магистр
4. Форма обучения: Очная
5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:
кафедра общей и неорганической химии
6. Составители программы: Завражнов Александр Юрьевич,
доктор химических наук, доцент
7. Рекомендована: **НМС** химического факультета ВГУ 11.04.2024, протокол №4.
8. Учебный год: 2024/2025 Семестр(ы): 1, 2

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Данная дисциплина состоит из шести частей:

- а) актуальные задачи физической химии;
- б) актуальные задачи химии твердого тела;
- в) актуальные задачи неорганической химии;
- г) актуальные задачи аналитической химии;
- д) актуальные задачи органической химии;
- е) актуальные задачи химии высокомолекулярных соединений;

Основная цель курса состоит в том, чтобы дать магистрантам краткий и всеобъемлющий обзор и анализ методологических подходов, которыми оперирует современная химия при решении актуальных фундаментальных и прикладных задач. Лекционный курс обязан дать аргументированный ответ на вопрос, какие задачи в области синтеза новых веществ и материалов, а также создания перспективных химических технологий являются актуальными в XXI веке, и указать способы их решения. Изучение разделов физической химии преследует цель развить химическое мышление, научить теоретическому подходу к анализу научных проблем и критически воспринимать, казалось бы, незыблемые химические теории.

Основные задачи курса:

- сформировать общетеоретический фундамент химической науки в целом, включающий объяснение природы химической связи и описание химического строения неорганических соединений методами валентных связей и молекулярных орбиталей;
- сформировать у студентов систему знаний об основных проблемах современной химии, показать, какими методами и способами пытается их решить современное научное сообщество;
- раскрыть роль современной физической химии как наиболее общей части химической науки; показать достижения в синтезе новых неорганических материалов и возникающие при этом проблемы.
- раскрыть роль химии твердого тела в синтезе перспективных материалов для микроэлектроники, наноиндустрии, систем обработки, передачи и хранения цифровой информации, создания «зеленых» и энергосберегающих технологий, а также для решения проблем экологического мониторинга атмосферного воздуха;
- раскрыть роль аналитической химии в создании новых комплексных методов высокоточного количественного анализа состава веществ и материалов в ультрамикрочастицах с целью применения их в современном материаловедении, экологии и индустрии наносистем;
- раскрыть основные направления развития современной органической химии, дать анализ ее достижений в синтезе новых веществ, обозначить главные тенденции в области синтеза органических соединений с использованием различных активационных методов, в том числе, микроволновой активации;
- сформировать систему знаний в области синтеза, свойств и применения полимеров на основе современных научных достижений, раскрыть особенности растворов коллоидных ПАВ как ультрамикроразнообразных систем, отличающихся фазовым разделением на микроуровне с образованием упорядоченных частиц наноразмерной псевдофазы,
- сформировать систему фундаментальных знаний по химии радикальных процессов и сведений о новых методах управления процессами полимеризации. - раскрытие особенностей получения и свойств наночастиц полимеров и полимер-металлических композитов.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Обязательная часть.

Дисциплина «Актуальные задачи современной химии» является предшествующей по отношению к следующим учебным дисциплинам:

1. Химия новых функциональных материалов
2. Физикохимия наноразмерных систем
3. Технология полимеров медико-биологического назначения;
4. Композитные полимерные материалы: синтез, свойства, применение;
5. Теоретические аспекты создания новых органических материалов
6. Супрамолекулярная химия
7. Химия биологически активных соединений

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ОПК-1	Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения	ОПК-1.1	Использует существующие и разрабатывает новые методики получения и характеристики веществ и материалов для решения задач в избранной области химии или смежных наук	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - место и роль химии в естественных науках, основные перспективы и проблемы, определяющие конкретную область деятельности; - основные проблемы современной физической химии, особенности построения курса по физической химии в университетах и технических вузах России и за рубежом; - ограничения квантово-механических представлений о природе химической связи; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять различные кинетические подходы к установлению механизмов химической реакции; - использовать квазихимический подход и символику Крегера – Винка для описания атомного и электронно-дырочного разупорядочения в несовершенных кристаллах; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использования квазихимического подхода для описания атомного и электронно-дырочного разупорядочения в несовершенных кристаллах.
ОПК-1	Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения	ОПК-1.2	Использует современное оборудование, программное обеспечение и профессиональные базы данных для решения задач в избранной области химии или смежных наук	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - экспериментальные и квантово-механические методы исследования влияния природы химической связи на структуру и физико-химические свойства твердых тел; - актуальные задачи общей теории химических процессов, основные методы оптимизации химико-технологических процессов получения веществ с заданными свойствами; - актуальные направления развития современной аналитической химии; - современные области применения метода капиллярного электрофореза; - основные направления развития методов магнитного резонанса, спин-спинового взаимодействия, двумерной спектроскопии ЯМР, магниторезонансной томографии; - направления развития масс-спектрометрического метода анализа; - физические принципы электротермического метода атомно-абсорбционного анализа; - физико-химические принципы хроматомасс-спектрометрии, тандемной масс-спектрометрии; - области применения и методологию капиллярной электрофорез–масс-спектрометрии; - направления развития проекта «Геном человека»; - приемы секвенирования и амплификации ДНК; - физико-химические принципы двумерного гелевого электрофореза в процессе идентификации белков; - основные направления эволюции современной органической химии как одна из наиболее динамично развивающихся отраслей химии; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - прогнозировать магнитные и оптические свойства комплексных соединений с позиции метода валентных связей, теории кристаллического поля лигандов и метода молекулярных орбиталей;

				<ul style="list-style-type: none"> - прогнозировать характер фазовых диаграмм много- компонентных систем на основе физико-химических свойств исходных компонентов; - моделировать характер диаграмм «состав – свойство» на основе фазовых диаграмм бинарных систем; - применять квантово-химические методы для описания химического и кристаллохимического строения веществ; - использовать основные методы оптимизации химико-технологических процессов получения веществ с заданными свойствами; - применять хроматографический метод разделения стереоизомеров и сверхсшитых полимеров, - определять объекты и алгоритм проведения анализа методом масс-спектрометрии; - прогнозировать перспективные направления органического синтеза; - основные теоретические и экспериментальные принципы органической «зеленой» химии; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применения кристаллохимических методов для определения хиральности УНТ; - построения фазовых T – x и P – T – x диаграмм бинарных и трехкомпонентных систем; - применения треугольников Гиббса – Розебома для описания фазовых равновесий в трехкомпонентных системах; - моделирования строения и физико-химических свойств многоатомных молекул на основе квантово-химических расчетов в рамках методов ВС и МО; - моделирования основных методов оптимизации химико-технологических процессов в целях получения веществ с заданными свойствами; - приемами информационной оценки экспрессности, разрешающей способности и воспроизводимости результатов химического анализа.
ОПК-1	Способен выполнять комплексные экспериментальные и расчетно-теоретические исследования в избранной области химии или смежных наук с использованием современных приборов, программного обеспечения и баз данных профессионального назначения	ОПК-1.3	Использует современные расчетно-теоретические методы химии для решения профессиональных задач	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - перспективные направления органического синтеза биологически активных соединений и лекарственных препаратов; - основные принципы «зеленой» химии и основы взаимодействия микроволнового излучения с веществом; - классификацию основных направлений развития современной химии полимеров и высокомолекулярных соединений (ВМС); - основные задачи синтеза биологически совместимых полимеров; - направления применения реакций радикальной и ионной полимеризации; - области применения нанокompозитов на основе полимеров; - реакции в организованных ультрамикрорегетерогенных средах. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - рассчитывать коэффициент потерь и коэффициент рассеивания при микроволновой активации органического синтеза; - обоснованно выбирать типы реакторов и режимы микроволнового излучения для решения практических задач; - оценивать реакционную способность мономеров в процессе синтеза полимеров и ВМС;

			<ul style="list-style-type: none"> - классифицировать нанокompозиты на основе полимеров; - определять точку и линию Крафта; - определять механизм и термодинамику процесса солюбилизации; - устанавливать взаимосвязь между структурой и свойствами нанокompозитных полимеров. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками анализа веществ с помощью газовой и жидкостной хроматографии; - методами ионизации образца, разделения и регистрации ионов; - методами качественного и количественного анализа веществ, анализа белков и микроорганизмов; - навыками проведения анализа методом двумерного гель-электрофореза в процессе идентификации белков; - навыками выбора лабораторной посуды и растворителей в органических реакциях с микроволновым излучением; - навыками сушки, дегидратации в условиях микроволнового излучения; - навыками применения микроволнового излучения в активации органических реакций; - основными способами получения полимерных нанокompозитов.
ОПК-2	Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	ОПК-2.1	<p>Проводит критический анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ, корректно интерпретирует их</p> <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методы термодинамики неравновесных процессов для описания процессов самоорганизации в открытых системах; - особенности переноса энергии и вещества в сопряженных системах, системах с положительной, отрицательной обратной связью и «несвязанных» системах; - отличительные признаки равновесных, неравновесных и стационарных процессов; - критерии наноразмерных систем и особенности термодинамики и кинетики наноразмерных систем; - примеры проявления размерного эффекта и закона Гиббса - Томсона; - основные способы применения фундаментальных положений и методологии химии твердого тела в направленном синтезе твердотельных функциональных материалов; - основные задачи современной химии твердого тела; - отличительные физико-химические свойства полупроводников как модельных объектов изучения в рамках химии твердого тела; - наиболее перспективные широкозонные тугоплавкие полупроводники AIII BV для современной высокочастотной микро- и оптоэлектроники; - перспективные полупроводниковые материалы для современной солнечной энергетики; - фундаментальные научные принципы использования широкозонных металлоксидных полупроводников для детектирования токсичных и взрывоопасных газов в атмосферном воздухе; - принципиальное устройство газовых сенсоров на основе оксида олова (IV) как

				<p>основного материал для создания газовых сенсоров;</p> <ul style="list-style-type: none"> - перспективные широкозонные металлоксидные полупроводники для мониторинга загрязнения атмосферного воздуха токсичными газами; - классификацию и перспективные направления фундаментальных исследований и практического применения углеродных наноматериалов (фуллерены, УНТ, графен); - современные модельные представления и методы квантовой механики, описывающие строение и реакционную способность химических соединений; - актуальные методы изучения и моделирования критериев, определяющих направленность химических процессов; - современные квантово-механические методы количественного описания природы химической связи как основа моделирования новых комплексных соединений веществ с заданными функциональными свойствами; - генезис $T-x$ - и $P-T-x$ - фазовых диаграмм двухкомпонентных систем на основе правила фаз Гиббса как фундаментальной основы физико-химического анализа; - современные представления о химических соединениях с постоянным и переменным количественным составом: дальтониды и бертоллиды; <p>Уметь: - применять различные кинетические подходы к установлению механизмов химической реакции;</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать квазихимический подход и символику Крегера – Винка для описания атомного и электронно-дырочного разупорядочения в несовершенных кристаллах; - использовать фундаментальные принципы легирования полупроводников для получения материалов с заданными электрическими и оптическими свойствами; - прогнозировать применение материалов для создания эффективных фотоэлектрических преобразователей; - прогнозировать использование оксидов металлов для газовых сенсоров, детектирующих присутствие токсичных газов в атмосферном воздухе; <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применения критериев выбора полупроводниковых соединений для создания фотоэлектрических преобразователей с максимальной эффективностью и КПД; - прогнозирования применения методов синтеза и активации поверхности наноразмерных оксидов металлов для газовых сенсоров, обеспечивающих повышение чувствительности и селективности при детектировании токсичных газов в атмосферном воздухе; - методами абстрактного пространственного
--	--	--	--	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

				мышления при анализе свойств симметрии кристаллических структур функциональных полупроводниковых материалов
ОПК-2	Способен анализировать, интерпретировать и обобщать результаты экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	ОПК-2.2	Формулирует заключения и выводы по результатам анализа литературных данных, собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ в избранной области химии или смежных наук	Знать: правила представления научной статейной (патентной) информации в сжатом виде (abstract, graphical abstract, выводы). Уметь: писать черновые варианты научных публикаций. Владеть: приемами обработки научных данных

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час — 216/6.

Форма промежуточной аттестации: зачет с оценкой

13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		1	2	
Аудиторные занятия	108	54	54	
в том числе: лекции	108	54	54	
практические				
лабораторные				
Самостоятельная работа	108	54	54	
В том числе: курсовая работа	-	-	-	
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час.)		зачет с оценкой	зачет с оценкой	
Итого:	216	108	108	

13.1 Содержание разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1	Введение. Цель, задачи и структура учебного курса	Предмет и задачи лекционного курса. Нобелевские премии в XXI веке как один из критериев актуальности фундаментальных исследований в области химии. Анализ методологических подходов, которыми оперирует современная химия при решении актуальных фундаментальных и прикладных задач. Роль химии в решении глобальных проблем защиты экологии, создания «зеленых» технологий, возобновляемых источников энергии, материалов для микроэлектроники и робототехники.
2	Роль и место физической химии среди химических наук. Основные разделы физической химии.	Определение предмета и содержания курса физической химии. Методология курса. Особенности курса по физической химии в университетах и технических вузах России и за рубежом. Принципиальные разделы курса: термодинамика, основы статистической физики. квантовая механика, растворы, их

		свойства, химические и фазовые равновесия, поверхностные явления, электрохимия.
3	Термодинамика равновесных и неравновесных процессов	Базовые постулаты равновесной термодинамики. Современные представления о параметрах состояния физико-химических систем. Взаимосвязь параметров состояния и фактора времени. Равновесные, неравновесные и стационарные процессы.
4	Современные проблемы химической кинетики и каталитических процессов	Основы термодинамики неравновесных процессов. Самоорганизация в открытых системах. Перенос энергии и вещества в сопряженных системах. Системы с положительной, отрицательной обратной связью и «несвязанные» системы.
5	Химия наноразмерных систем	Критерии наноразмерных систем. Особенности термодинамики и кинетики наноразмерных систем. Проявления размерного эффекта. Закон Гиббса - Томсона. Нанoeлектрохимические системы. Экспериментальные методы определения фрактальной размерности.
6	Химия твердого тела: объекты и методология исследований	Химия твердого тела как часть физической химии применительно к кристаллическому состоянию. Фундаментальные положения химии твердого тела. Теория реального кристалла. Классификация дефектов кристаллической структуры. Термодинамически равновесные и неравновесные дефекты. Точечные дефекты. Номенклатура дефектов Крегера - Винка.
7.	Простые вещества и химические соединения с полупроводниковыми свойствами как модельные объекты химии твердого тела	Специфика физико-химических свойств полупроводников по сравнению с металлами и диэлектриками. Атомное и электронно-дырочное разупорядочение в полупроводниках. Экситоны. Современные технологии легирования простых веществ и химических соединений с полупроводниковыми свойствами как один из основных методов управления их функциональными свойствами.
8	Методы оптимизации функциональных свойств широкозонных полупроводниковых соединений для высокочастотной микро- и оптоэлектроники, цифровых технологий	Зонная структура полупроводников и оптические свойства. Прямые и непрямые межзонные переходы. Широкозонные полупроводники с прямыми межзонными переходами. Нитриды металлов III A группы (13 группы). Получение кристаллов и пленок нитрида галлия. Легирование нитрида галлия. Преимущества нитрида галлия по сравнению с кремнием и арсенидом галлия. Получение кристаллов и пленок карбида кремния. Политипизм карбида кремния. Физико-химические свойства различных политипов карбида кремния. Перспективы применения широкозонных тугоплавких полупроводников в высокочастотной микро- и оптоэлектронике.
9	Современные подходы к оптимизации свойств полупроводниковых материалов для солнечной энергетики	Создание возобновляемых источников энергии. Фундаментальные научные принципы преобразования солнечной энергии в электрическую. Внешний и внутренний фотоэффект. Принцип действия фотоэлектрических преобразователей (ФЭП). ФЭП на основе монокристаллов и поликристаллов кремния. Аморфный гидрогенизированный кремний. Теллурид кадмия и его физико-химические свойства. Полупроводниковые соединения A ^{III} B ^{VI} C ^{VI} : кристаллическая структура и физико-химические свойства. Эффективность ФЭП. Перспективы использования солнечных батарей в энергетике.
10	Перспективы применения широкозонных металлоксидных полупроводников для экологического мониторинга	Фундаментальные научные принципы использования широкозонных полупроводников для детектирования токсичных и взрывоопасных газов в атмосферном воздухе. Оксид олова (IV) как основной материал для создания газовых сенсоров. Принципиальное устройство газовых сенсоров. Перспективы

	атмосферного воздуха	применения металлоксидных полупроводников с электронным и дырочным типом проводимости в газовой сенсорике. Проблемы повышения селективности и чувствительности газовых сенсоров.
11	Перспективные наноматериалы на основе углерода: фуллерены, углеродные нанотрубки, графен	Классификация фуллеренов. Строение молекул и химическая связь в фуллеренах. Получение фуллеренов и их физико-химические свойства. Перспективы практического применения фуллеренов. Одностенные и многостенные углеродные нанотрубки (УНТ). Методы получения УНТ. Химическая связь и строение УНТ. Зонная структура и физико-химические свойства УНТ. Графен. Зонная структура графена. Перспективы практического применения УНТ и графена.
12	Основные проблемы современной квантовой химии	Квантовая механика как эффективный метод описания и моделирования химической связи в веществе. Методы квантовой механики. Приближения, используемые в квантовой химии. Прогнозирование строения и реакционной способности химических соединений связи на основе представлений и методов квантовой механики.
13	Основные современные проблемы термодинамики	Современная интерпретация эмпирических законов Лавуазье-Лапласа и закон Гесса: аддитивность тепловых эффектов в многостадийных процессах. Критерий направленности химического процесса в различных физико-химических системах. Рост энтропии – критерий направления процесса в изолированных системах. Статистическая интерпретация энтропии. Движущая сила процесса в закрытых системах. Мера устойчивости соединения. Свободная и связанная энергия.
14	Современные проблемы химии комплексных соединений	Современные представления о химической связи в комплексных соединениях. ММО как наиболее перспективный метод описания структуры и свойств комплексных соединений. Спектрохимический ряд и π -связывание лигандов. Моделирование свойств комплексных соединений переходных металлов: окраска, геометрические изомеры, магнитные свойства. Лабильность и инертность. Структуры комплексов. Влияние на свойства комплексов числа d-электронов металла. Равновесия с участием комплексных ионов.
15	Современные проблемы физико – химического анализа многокомпонентных систем	Физико-химический анализ как один из основных методов исследования взаимодействия в твердом теле. Фазовые диаграммы двух- и многокомпонентных систем как фундаментальная основа направленного синтеза материалов с заданными свойствами. Т-х и Р-Т-х диаграммы многокомпонентных систем. Нестехиометрия химических соединений. Области гомогенных промежуточных фаз. Твердые растворы вблизи невариантных точек фазовых диаграмм. Современные представления о дальтонидах и бертоллидах. Диаграммы состав - свойства. Превращения в твердом состоянии.
16	Основные современные задачи учения о химической связи в твердых телах	Развитие представлений о химической связи в твердых телах. Квантово-механические расчеты зонной структуры твердых тел. Порядок связи, магнитные и оптические свойства. Ковалентно - ионно - металлическая природа химической связи в твердых телах, соотношение вкладов и их влияние на структуру и физико-химические свойства твердых тел.
17	Актуальные задачи общей теории химических процессов	Процессы массопереноса в системах с участием твердой фазы. Научные основы физико-химических процессов Оптимизация химико-технологических процессов получения веществ с заданными свойствами на основе последних научных достижений.
18	Теория информации в	Информационная оценка экспрессности, разрешающей

	аналитической химии	способности и воспроизводимости результатов химического анализа, выбор наиболее информативного метода химического анализа.
19	Новые методы хроматографического анализа	Теория оптимизации в газовой и жидкостной хроматографии, хроматографический метод разделения стереоизомеров, применение в хроматографии сверхсшитых полимеров, параметры удерживания в газовой и жидкостной хроматографии. Метод капиллярного электрофореза, области применения.
20	Современные спектральные методы анализа	Магнитный резонанс в химии и медицине. Спин-спиновой взаимодействие, двумерная спектроскопия ЯМР, магниторезонансная томография. Масс-спектрометрический метод анализа, методы ионизации образца, разделение и регистрация ионов, качественный и количественный анализ веществ, анализ белков и микроорганизмов. Электротермический метод атомно-абсорбционного анализа.
21	Перспектива развития электрохимических методов анализа	Электрохимические сенсоры и биосенсоры. Мембран-ные потенциометрические сенсоры, амперометрические сенсоры, кондуктометрические сенсоры на основе полупроводников из оксидов металлов, пьезоэлектрические газовые сенсоры и биосенсоры.
22	Гибридные методы анализа	Хроматомасс-спектрометрия, тандемная масс-спектрометрия. Капиллярный электрофорез–масс-спектрометрия. Проект «Геном человека». Секвенирование и амплификация ДНК. Двумерный гель-электрофорез. Идентификация белков.
23	Актуальные направления развития органической химии	Органическая химия как одна из наиболее динамично развивающихся отраслей современной химии. Перспективные направления органического синтеза. «Зеленая» химия как новая парадигма органической химии. Основные научные и экспериментальные принципы «зеленой» химии.
24	Основные представления о взаимодействии микроволнового излучения с веществом	Диапазон микроволнового излучения. Механизмы взаимодействия микроволнового излучения с веществом. Коэффициент потерь, коэффициент рассеивания. Посуда и растворители в реакциях с микроволновым излучением.
25	Источники микроволнового излучения и техника проведения облучения	Характеристика основных типов микроволновых реакторов. Однодомовые и мультидомовые рабочие камеры.
26	Методы повышения скорости химических реакций в условиях микроволновой активации	Синтезы под атмосферным давлением, синтезы под повышенным давлением, синтезы без растворителя (твёрдофазные синтезы). Преимущества микроволнового нагрева.
27	Применение микроволнового излучения для активации органических реакций	Пробоподготовка. Реакции разложения, окисления, сушка, дегидратация в условиях микроволнового излучения. Регенерация осушителей и сорбентов. Синтез металлоорганических соединений. Примеры реакций алкилирования, ацилирования, ацетилирования, гетероциклизации, протекающих в условиях микроволновой активации.
28	Перспективные направления развития современной полимерной химии	Классификация основных направлений развития современной химии полимеров и высокомолекулярных соединений (ВМС). Синтез биологически совместимых полимеров.
29	Управление процессами радикальной и ионной полимеризации	Элементарные реакции радикальной и ионной полимеризации. Оценка реакционной способности мономеров. Взаимосвязь между структурой и свойствами полимеров.
30	Полимерные нанокompозиты, получение и свойства	Представление о нанокompозитах на основе полимеров. Принципы классификации. Основные способы получения

		полимерных нанокompозитов. Взаимосвязь структура - свойства.
20	Растворы коллоидных ПАВ как самоорганизующиеся среды	Мицеллообразование (МО) в растворах коллоидных ПАВ. Энтропийная природа МО. Полиморфизм мицелл. Точка и линия Крафта. Солюбилизация: механизм и термодинамика. Микроэмульсии. Реакции в организованных ультрамикроретерогенных средах.

13.2 Разделы дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Введение. Цель, задачи и структура учебного курса	2	---	---	2	4
2	Роль и место физической химии среди химических наук. Основные разделы физической химии.	4	---	---	2	6
3	Термодинамика равновесных и неравновесных процессов.	4	---	---	4	8
4	Современные проблемы химической кинетики и каталитических процессов	4	---	---	4	8
5	Химия наноразмерных систем	4	---	---	4	8
6	Химия твердого тела: объекты и методология исследований	2	---	---	2	4
7	Простые вещества и химические соединения с полупроводниковыми свойствами как модельные объекты химии твердого тела	3	---	---	3	6
8	Методы оптимизации свойств функциональных широкозонных полупроводниковых соединений для высокочастотной микро- и оптоэлектроники, цифровых технологий	4	---	---	4	8
9	Современные подходы к оптимизации свойств полупроводниковых материалов для солнечной энергетики	4	---	---	4	8
10	Перспективы применения широкозонных металлоксидных полупроводников для экологического мониторинга атмосферного воздуха	3	---	---	3	6
11	Перспективные наноматериалы на основе углерода: фуллерены, углеродные нанотрубки, графен	4	---	---	4	8
12	Основные проблемы современной квантовой химии	4	---	---	4	8
13	Основные современные проблемы термодинамики	2	---	---	4	6

14	Современные проблемы химии комплексных соединений	4	---	---	4	8
15	Современные проблемы физико – химического анализа	4	---	---	4	8
16	Основные современные задачи учения о химической связи	2	---	---	2	4
17	Актуальные задачи общей теории химических процессов	2	---	---	4	6
18	Теория информации в аналитической химии	2	---	---	2	4
19	Новые методы хромато-графического анализа	4	---	---	4	8
20	Современные спектральные методы анализа	4	---	---	4	8
21	Перспектива развития электрохимических методов анализа	4	---	---	4	8
22	Гибридные методы анализа	4	---	---	4	8
23	Актуальные направления развития органической химии	2	---	---	2	4
24	Основные представления о взаимодействии микроволнового излучения с веществом	4	---	---	3	7
25	Источники микроволнового излучения и техника проведения облучения	4	---	---	3	7
26	Методы повышения скорости химических реакций в условиях микроволновой активации	4	---	---	4	8
27	Применение микроволнового излучения для активации органических реакций	4	---	---	4	8
28	Перспективные направления развития современной полимерной химии	4	---	---	4	8
29	Управление процессами радикальной и ионной полимеризации	4	---	---	4	8
30	Полимерные нанокомпозиты, получение и свойства	4	---	---	4	8
31	Растворы коллоидных ПАВ как самоорганизующиеся среды	4	---	---	4	8
Итого:		108			108	216

13.3 Междисциплинарные связи с другими дисциплинами:

№ п/п	Наименование дисциплин учебного плана, с которым организована взаимосвязь дисциплины рабочей программы	№ № разделов дисциплины рабочей программы, связанных с указанными дисциплинами
1	Общая и неорганическая химия	1 - 17

2	Органическая химия	2 – 7, 9, 10, 16
3	Физическая химия	8 - 17
4	Аналитическая химия	15 - 19
5	Физика	8, 9, 12, 13, 25
6	Кристаллохимия	8 - 11

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Организация изучения дисциплины предполагает:

- изучение основных и дополнительных литературных источников;
- решение практических задач, предложенных преподавателем для работы на лекциях;
- выполнение контрольных работ;
- тестирование;
- текущий контроль успеваемости в форме устного опроса по основным разделам дисциплины.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Еремин В.В. Основы физической химии. Учебное пособие в 2 ч. 1 / В.В. Еремин .— 3-е изд. эл. — Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013 .— 322 с. — (Учебник для высшей школы) . <URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=214231 >
2	Гончаров Е.Г. Теория химических процессов: избранные главы / В.Ю. Кондрашин, Е.Г. Гончаров, Ю.П. Афиногенов, А.М. Ховив. - Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2012. – 288 с.
3	Гончаров Е.Г., Кондрашин В.Ю., Ховив А.М., Афиногенов Ю.П. Краткий курс теоретической неорганической химии. Учебное пособие. Санкт-Петербург: Лань, 2017. – 464 с.
4	Мюллер У. Структурная неорганическая химия / У. Мюллер. – Долгопрудный : ИД «Интеллект». – 2010. – 356 с.
5	Готтштайн Г. Физико-химические основы материаловедения / Г. Готтштайн. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 400 с.
6	Угай Я. А. Общая и неорганическая химия / Я. А. Угай. - М.: Высш. шк., 2007. - 527 с.
7	Энциклопедия полупроводниковых материалов. Под. ред. К.А. Джексона и В. Шрётера. Том 2. Пер. с англ. под ред. Э.П. Домашевской. – Воронеж : Водолей. 2011. – 919 с.
8	Успехи аналитической химии: к 75 – летию академика Ю.А. Золотова. – М.: Наука, 2007.- 391 с.
9	Кристиан Г. Аналитическая химия: в 2 томах. – Г. Кристиан. – М.: БИНОМ, лаборатория знаний, 2009 . – (лучший зарубежный учебник).- Т.2.- 504 с.
10	Бакулев, В.А. Основы научного исследования: учебное пособие. / В.А. Бакулев , Н.П. Бельская , В.С. Берсенева . - Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та , 2014. - :63 с.- URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=275723&sr=1
11	Семчиков Ю.Д. Высокомолекулярные соединения / Ю.Д.Семчиков. – М. : Академия, 2008. – 368с.
12	Тагер А. А. Физикохимия полимеров/А. А. Тагер. - М.: Химия, 2007. - 544с.
13	Киреев В.В. Высокомолекулярные соединения/В. В. Киреев. - М.: Юрайт, 2013. – 602 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Хаускрофт К. Современный курс общей химии: в 2 т. / К. Хаускрофт, Э. Констэбл. - М.: Мир, 2002. - Т. 1. – 540 с.
2	Хаускрофт К. Современный курс общей химии: в 2 т. / К. Хаускрофт, Э. Констэбл. - М.: Мир, 2002. - Т. 2. – 540 с.

3	Ганкин В.Ю. Как образуется химическая связь и протекают химические реакции / В.Ю. Ганкин, Ю.В. Ганкин. – М.: Издательская группа «Граница», 2007. – 320 с.
4	Афиногенов Ю.П. Физико - химический анализ многокомпонентных систем / Ю. П. Афиногенов, Е. Г. Гончаров, Г. В. Семенова, В. П. Зломанов. - М.: МФТИ, 2008. – 332 с.
5	Физическая химия : учеб. для вузов в 2 кн. / К.С. Краснов [и др.] ; под ред. К.С. Краснова. – М. : Высш. шк., 2001. – Кн. 1 : Строение вещества. Термодинамика. – 511 с.
6	Физическая химия : учеб. для вузов в 2 кн. / К.С. Краснов [и др.] ; под ред. К.С. Краснова. – М. : Высш. шк., 2001. – Кн. 2 : Электрохимия. Химическая кинетика и катализ. – 318 с.
7	Бучаченко А.Л. Химия на рубеже веков : свершения и прогнозы /А.Л.Бучаченко //Успехи химии. - 1999. - Т.62,№2. - С. 99-117
8	Третьяков Ю.Д. Самоорганизация в физико-химических системах на пути создания новых материалов /Ю.Д.Третьяков // Неорганические материалы. - 1994. - Т.30,№3. - С.291-305
9	Ганкин В.Ю. Как образуется химическая связь и протекают химические реакции / В.Ю. Ганкин, Ю.В. Ганкин. – М.: Издательская группа «Граница», 2007. – 320 с.
10	Ashby M.F., Shercliff H., Cebon D. Materials: Engineering, Science, Processing, and Design. 3d Edition. – Oxford: Elsevier – Butterworth Heinemann, 2013. – 784 p.
11	Ashby M.F. Materials and the Environment: Eco-informed Material Choice. 2nd Edition. – Oxford: Elsevier – Butterworth Heinemann, 2012. – 628 p.
12	Химики-аналитики о себе и своей науке / Ред.-сост. Ю.А. Золотов и В.А.Шапошник.- М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. – 320 с.
13	Лебедев А.Т. Масс-спектрометрия в органической химии/ А.Т. Лебедев. – М.:БИНОМ, лаборатория знаний, 2003. – 493 с.
14	Фримэн Р. Магнитный резонанс в химии и медицине Р. Фримэн . – М.:КРАСАНД, 2009. – 336 с..
15	Ридли М. Геном / М.Ридли.- М.: Эксмо, 2008. – 432 с.
16	Романова Н.Н. Микроволновое облучение в органическом синтезе / Н.Н. Романова, А.Г. Гравис, Н.В. Зык // Усп. химии. – 2005. – Т. 74, № 11. – С. 1059-1105.
17	Бердоносков С.С. Микроволновое излучение в химической практике / С.С.Бердоносков, Д.Г. Бердоноскова, И.В. Знаменская // Хим. технология. – 2000. – № 3. – С. 2-8.
18	Loupy A., Microwaves in organic synthesis / A. Loupy.– WILEY-VCH.– 2006.– 1032 с.
19	Lidstrom P. Micro wave-assisted organic synthesis a review / P. Lidstrom, J. Tierney, B.Wathey, J. Westman // Tetrahedron. – 2001. – V. 57. – P. 9225-9283.
20	Кузнецов Д.В., Применение микроволнового излучения в синтезе органических соединений / Д.В. Кузнецов, В.А. Раев, Г.Л. Куранов, О.В. Арапов, Р.Р. Костиков // Журн. Орг. Хим. – 2005. – Т. 41. – С. 1757-1794.
21	Щукин Е.Д. Коллоидная химия / Е.Д. Щукин, А.В. Перцов, Е.А. Амелина. – М. : Высш. шк., 2004. – 444с.
22	Кабанов В. А. Комплексно-радикальная полимеризация/В. А. Кабанов, В. П. Зубов, Ю. Д. Семчиков. - М.: Наука, 1987. - 256с.
23	Вережников В.Н. Избранные главы коллоидной химии (учебное пособие).. 2011. http://e-science.ru/chemistry/e-book/
24	Мицеллообразование, солюбилизация, микроэмульсии ,/ под ред. В.Н.Измайловой – М. : Мир, 1980. – 453с.
25	Сумм Б.Д. Объекты и методы коллоидной химии в нанохимии / Б.Д.Сумм // Успехи химии. – 2003. – Т. 69. - № 11. – С. 995-1007.

в) **базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:**

№ п/п	Источник
1	http://www.en.edu.ru/ - Естественно-научный образовательный портал - является составной частью федерального портала "Российское образование". Содержит ресурсы и ссылки на ресурсы по естественно-научным дисциплинам (физика, химия и биология).
2	http://window.edu.ru/ - информационная система «Единое окно доступа к

	образовательным ресурсам».
3	http://vovr.ru/ «Высшее образование в России» - научно-педагогический журнал Министерства образования и науки РФ. В журнале публикуются результаты исследований современного состояния высшей школы России, обсуждаются вопросы теории и практики гуманитарного, естественно-научного и инженерного высшего образования.
4	http://www.elibrary.ru – Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты более 12 млн. научных статей и публикаций. На платформе eLIBRARY.RU доступны электронные версии более 1400 российских научно-технических журналов, в том числе более 500 журналов в открытом доступе.
5	http://www.chem.msu.ru/rus/ - Chemnet - официальное электронное издание Химического факультета МГУ в Internet
6	Электронная библиотека Воронежского государственного университета www.lib.vsu.ru
7	Информационная система "Университетская библиотека ONLINE" — http://biblioclub.ru
8	«Аналитика-Мир профессионалов» ИНТЕРНЕТ ПОРТАЛ ХИМИКОВ-АНАЛИТИКОВ http://www.anchem.ru/
9	Интернет-ресурсы по методам химического анализа - http://www.rusanalytchem.org
10	Интернет портал для химиков http://www.chemweb.com
11	Интернет порта с базой данных по последовательности аминокислот в белках http://pir.georgetown.edu
12	American Chemical Society ACS Publications - полнотекстовая база данных научных журналов, http://pubs.acs.org
13	John Wiley & Sons Wiley Online Library - полнотекстовая база данных научных журналов, http://www.interscience.wiley.com
14	Springer (платформа SpringerLink) SpringerLink - полнотекстовая база данных научных журналов, http://www.springerlink.com

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
1	Сборник примеров и задач по электрохимии: учебное пособие / А.В. Введенский и др. - Санкт-Петербург, Москва, Краснодар: ЭБС Лань, 2018. – 205 с.
2	Кинетика электрохимических процессов: учебное пособие для вузов: Ч. 1. Стадия переноса заряда / А.В. Введенский, Н.Б. Морозова, Е.В. Бобринская ; Воронеж. гос. ун-т. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2017 .— 117 с. <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m17-135.pdf >
3	Кинетика электрохимических процессов: учебное пособие для вузов: Ч. 2. Стадии диффузии и химической реакции / А.В. Введенский, Н.Б. Морозова, Е.В. Бобринская ; Воронеж. гос. ун-т. — Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2017.— 60 с. <URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m17-134.pdf >
4	Экологически чистые синтетические методы в химии : учебно-методическое пособие для вузов / сост. : Х.С. Шихалиев, М.Ю. Крысин, Н.В. Столповская, А.В. Зорина .— Воронеж : Издательско-полиграфический центр Научная книга, 2012 .— 24 с..
5	Современные методы синтеза гетероциклических соединений : учебно-методическое пособие для вузов / сост. : Х.С. Шихалиев, М.Ю. Крысин, Н.В. Столповская, А.В. Зорина .— Воронеж : Издательско-полиграфический центр Научная книга, 2012 .— 21 с.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации учебной дисциплины используются элементы электронного обучения и различные дистанционные образовательные технологии, позволяющие

обеспечивать опосредованное взаимодействие (на расстоянии) преподавателей и обучающихся, включая инструменты электронной информационно-образовательной среды ВГУ «Электронный университет ВГУ» (<https://edu.vsu.ru>) и/или «МООК ВГУ» (<https://mooc.vsu.ru>), проведение вебинаров, видеоконференций (в том числе с применением сервисов Zoom, Discord и др.), взаимодействие в соцсетях, посредством электронной почты, мессенджеров

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лекционные занятия проводятся в специально подготовленной аудитории, оснащенной презентационной техникой, таблицей Менделеева и необходимыми плакатами-схемами. Персональные компьютеры с доступом в Интернет; мультимедийный проектор BENQ, экран, ноутбук. Мультимедийные лекции по курсу "Актуальные задачи химии твердого тела" © Alexander M. Samoylov 2015 - 2017.

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ОПК-1	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - место и роль химии в естественных науках, наиболее очевидные перспективы и проблемы, определяющие конкретную область деятельности; - главные проблемы современной физической химии, особенности построения курса по физической химии в университетах и технических вузах России и за рубежом; - существующие ограничения квантово-механических представлений о природе химической связи; - методы неравновесной термодинамики для описания процессов самоорганизации в открытых системах; - особенности переноса энергии и вещества в сопряженных системах, системах с положительной, отрицательной обратной связью и «несвязанных» системах; - отличительные признаки равновесных, неравновесных и стационарных процессов; - критерии наноразмерных систем и особенности термодинамики и кинетики наноразмерных систем; - примеры проявления размерного эффекта и закона Гиббса - Томсона; - основные методологические приемы применения фундаментальных положений химии твердого тела в направленном синтезе твердотельных функциональных материалов; - основные задачи современной химии твердого тела; - отличительные физико-химические 	1, 2, 3, 5, 7, 8, 10, 15, 16, 18, 19, 21 - 31	Контрольная работа №1, Контрольная работа № 2, Контрольная работа № 3, Контрольная работа № 4, Контрольная работа № 5, Контрольная работа № 6, тестирование

	<p>свойства полупроводников как модельных объектов изучения в рамках химии твердого тела;</p> <ul style="list-style-type: none"> - наиболее перспективные широкозонные тугоплавкие полупроводники AIII BV для современной высокочастотной микро- и оптоэлектроники; - перспективные полупроводниковые материалы для современной солнечной энергетики; - фундаментальные научные принципы использования широкозонных металлоксидных полупроводников для детектирования токсичных и взрывоопасных газов в атмосферном воздухе; - наиболее перспективные широкозонные металлоксидные полупроводники для мониторинга загрязнения атмосферного воздуха токсичными газами; - принципиальное устройство газовых сенсоров на основе оксида олова (IV) как основного материала для создания газовых сенсоров; - классификацию и перспективные направления фундаментальных исследований и практического применения углеродных наноматериалов (фуллерены, УНТ, графен); - современные модельные представления и методы квантовой механики, описывающие строение и реакционную способность химических соединений; - актуальные методы изучения и моделирования критериев, определяющих направленность химических процессов; - современные квантово-механические методы количественного описания природы химической связи как основа моделирования новых комплексных соединений веществ с заданными функциональными свойствами; - генезис T – x - и P – T – x - фазовых диаграмм двухкомпонентных систем на основе правила фаз Гиббса как фундаментальной основы физико-химического анализа; - современные представления о химических соединениях с постоянным и переменным количественным составом: дальтонида и бертоллиды; - экспериментальные и квантово-механические методы исследования влияния природы химической связи на структуру и физико-химические свойства твердых тел; - актуальные задачи общей теории химических процессов, основные методы оптимизации химико-технологических процессов получения веществ с заданными свойствами; - актуальные направления развития современной аналитической химии; - современные области применения метода капиллярного электрофореза; 		
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

	<ul style="list-style-type: none"> - основные направления развития методов магнитного резонанса, спин-спинового взаимодействия, двумерной спектроскопии ЯМР, магниторезонансной томографии; - направления развития масс-спектрометрического метода анализа; - физические принципы электротермического метода атомно-абсорбционного анализа; - физико-химические принципы хромато-масс-спектрометрии, тандемной масс-спектрометрии; - области применения и методологию капиллярной электрофорез–масс-спектрометрии; - направления развития проекта «Геном человека»; - приемы секвенирования и амплификации ДНК; - физико-химические принципы двумерного гель-электрофореза в процессе идентификации белков; - основные направления эволюции современной органической химия как одна из наиболее динамично развивающихся отраслей химии; - перспективные направления органического синтеза биологически активных соединений и лекарственных препаратов; - основные принципы «зеленой» химии и основы взаимодействия микроволнового излучения с веществом; - классификацию основных направлений развития современной химии полимеров и высокомолекулярных соединений (ВМС); - основные задачи синтеза биологически совместимых полимеров; - направления применения реакций радикальной и ионной полимеризации; - области применения нанокompозитов на основе полимеров; - реакции в организованных ультрамикрорегетерогенных средах. 		
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - применять различные кинетические подходы к установлению механизмов химической реакции; - использовать квазихимический подход и символику Крегера – Винка для описания атомного и электронно-дырочного разупорядочения в несовершенных кристаллах; - использовать фундаментальные принципы легирования полупроводников для получения материалов с заданными электрическими и оптическими свойствами; - прогнозировать применение материалов для создания эффективных фотоэлектрических преобразователей; - прогнозировать использование оксидов металлов для газовых сенсоров, детектирующих присутствие токсичных 	<p>1, 2, 4, 7, 9, 10, 12, 14, 17 - 28, 30, 31</p>	<p>Контрольная работа № 2, Контрольная работа № 4, Контрольная работа № 6,</p>

	<p>газов в атмосферном воздухе;</p> <ul style="list-style-type: none"> - прогнозировать магнитные и оптические свойства комплексных соединений с позиции метода валентных связей, теории кристаллического поля лигандов и метода молекулярных орбиталей; - прогнозировать характер фазовых диаграмм много-компонентных систем на основе физико-химических свойств исходных компонентов; - моделировать характер диаграмм «состав – свойство» на основе фазовых диаграмм бинарных систем; - применять квантово-химические методы для описания химического и кристаллохимического строения веществ; - использовать основные методы оптимизации химико-технологических процессов получения веществ с заданными свойствами; - применять хроматографический метод разделения стереоизомеров и сверхсшитых полимеров, - определять объекты и алгоритм проведения анализа методом масс-спектрометрии; - прогнозировать перспективные направления органического синтеза; - основные теоретические и экспериментальные принципы органической «зеленой» химии; - рассчитывать коэффициент потерь и коэффициент рассеивания при микроволновой активации органического синтеза; - обоснованно выбирать типы реакторов и режимы микроволнового излучения для решения практических задач; - оценивать реакционную способность мономеров в процессе синтеза полимеров и ВМС; - классифицировать нанокompозиты на основе полимеров; - определять точку и линию Крафта; - определять механизм и термодинамику процесса солюбилизации; - устанавливать взаимосвязь между структурой и свойствами нанокompозитных полимеров. 		
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - экспериментальными методами определения фрактальной размерности; - навыками использования квазихимического подхода для описания атомного и электронно-дырочного разупорядочения в несовершенных кристаллах; - прогнозирования эффективности различных методов синтеза монокристаллов и тонких пленок многокомпонентных широкозонных полупроводников для высокочастотных приборов микро- и оптоэлектроники; - применения критериев выбора 	<p>1, 2, 4, 7, 10, 12, 14, 18, 21 - 27, 29, 31</p>	<p>Контрольная работа № 1, Контрольная работа № 3, Контрольная работа № 5</p>

	<p>полупроводниковых соединений для создания фотоэлектрических преобразователей с максимальной эффективностью и КПД;</p> <ul style="list-style-type: none"> - прогнозирования применения методов синтеза и активации поверхности наноразмерных оксидов металлов для газовых сенсоров, обеспечивающих повышение чувствительности и селективности при детектировании токсичных газов в атмосферном воздухе; - методами абстрактного пространственного мышления при анализе свойств симметрии кристаллических структур функциональных полупроводниковых материалов; - применения кристаллохимических методов для определения хиральности УНТ; - построения фазовых Т – х и Р – Т – х диаграмм бинарных и трехкомпонентных систем; - применения треугольников Гиббса – Розебома для описания фазовых равновесий в трехкомпонентных системах; - моделирования строения и физико-химических свойств многоатомных молекул на основе квантово-химических расчетов в рамках методов ВС и МО; - моделирования основных методов оптимизации химико-технологических процессов в целях получения веществ с заданными свойствами; - приемами информационной оценки экспрессности, разрешающей способности и воспроизводимости результатов химического анализа, - навыками анализа веществ с помощью газовой и жидкостной хроматографии; - методами ионизации образца, разделения и регистрации ионов; - методами качественного и количественного анализа веществ, анализа белков и микроорганизмов; - навыками проведения анализа методом двумерного гель-электрофореза в процессе идентификации белков; - навыками выбора лабораторной посуды и растворителей в органических реакциях с микроволновым излучением; - навыками сушки, дегидратации в условиях микроволнового излучения; - навыками применения микроволнового излучения в активации органических реакций; - основные способами получения полимерных нанокмполитов. 		
Промежуточная аттестация			КИМ

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Комплект заданий для контрольной работы № 1

Вариант №1

Задание 1. С помощью метода МО построить энергетическую диаграмму молекулы N_2 и определить порядок связи в этой молекуле.

Задание 2. Какие химические элементы применяют для легирования кремния в целях получения монокристаллов с дырочным типом проводимости? Написать квазихимические уравнения процесса легирования кремния с учетом атомного и электронно-дырочного разупорядочения.

Вариант №2

Задание 1. С помощью метода МО построить энергетическую диаграмму молекулы CO и определить порядок связи в этой молекуле.

Задание 2. Какие химические элементы применяют для легирования нитрида галлия в целях получения образцов с электронным типом проводимости? Написать квазихимические уравнения процесса легирования нитрида галлия с учетом атомного и электронно-дырочного разупорядочения.

20.2. Промежуточная аттестация

Перечень вопросов к зачету с оценкой:

1. В чем заключаются представления о гипервалентных связях в неорганической химии.
2. Дайте определение понятия «наноструктуры».
3. Практическое применение «наноструктур» в неорганической химии.
4. В чем заключаются принципы мозаичной неравновесной термодинамики?
5. Принцип Бертло-Томпсона, его ограниченность.
6. Принцип Ле Шателье – Брауна (принцип наименьшего принуждения).
7. Принцип «неравновесность – источник упорядоченности» в химических процессах.
8. Статистическая интерпретация энтропии.
9. Самоорганизация диссипативных структур.
10. Мера устойчивости соединения.
11. Свободная и связанная энергия.
12. Назовите основные проблемы, связанные с квантово-химическими представлениями в неорганической химии.
13. Ковалентно - металлическая связь в переходных металлах.
14. Процессы массопереноса в системах с участием твердой фазы.
15. Приведите примеры проявлений размерного эффекта.
16. Системы с положительной, отрицательной обратной связью и «несвязанные» системы.
17. Перенос энергии и вещества в сопряженных системах.
18. Химические и фазовые равновесия.
19. Теории катализа. Электрокатализ.
20. Скорость и механизм химической реакции. Закон действующих масс.
21. Скорость реакции и температура.
22. Взаимосвязь термодинамики и кинетики химических реакций.
23. Керамические материалы и область их использования.
24. Экспериментальные методы определения фрактальной размерности.

25. Агрегатное состояние вещества. Аморфные и кристаллические твердые тела. Монокристаллы и поликристаллы.
26. Дефекты кристаллической структуры. Точечные дефекты и их классификация.
27. Общие сведения о полупроводниках. Электронная и дырочная проводимость в полупроводниках.
28. Нитрид галлия – кристаллическая структура, физические свойства.
29. Методы получения монокристаллов и пленок нитрида галлия.
30. Область применения нитрида галлия.
31. Карбид кремния – полиморфные модификации, кристаллическая структура, физические свойства.
32. Методы получения монокристаллов.
33. Методы получения тонких пленок
34. Внешний и внутренний фотоэффект. Физические принципы работы ФЭП.
35. ФЭП на основе кремния.
36. Основные методы получения теллурида кадмия и твердых растворов на основе халькогенидов $A^{\text{III}}B^{\text{VI}}C_2$
37. Эффективность ФЭП на основе различных полупроводников.
38. Металлоксидные полупроводники как материалы для газовых сенсоров.
39. Принцип работы полупроводниковых газовых сенсоров.
40. Оксид олова (IV) - основной материал для газовых сенсоров.
41. Металлоксидные полупроводники с дырочным типом проводимости.
42. Углеродосодержащие наноматериалы: фуллерены, УНТ, графен.
43. Области применения углеродосодержащих наноматериалов.
44. Механизмы взаимодействия микроволнового излучения с веществом, преимущества микроволнового нагрева.
45. Типы микроволновых реакторов.
46. Синтезы под атмосферным давлением в условиях микроволновой активации.
47. Синтезы под повышенным давлением в условиях микроволновой активации.
48. Реакции гетероциклизации, протекающие в условиях микроволновой активации.
49. Реакции алкилирования, протекающие в условиях микроволновой активации.
50. Реакции ацилирования, протекающие в условиях микроволновой активации.
51. Синтезы без растворителя (твердофазные синтезы) в условиях микроволновой активации.
52. Цепные процессы образования макромолекул.
53. Ступенчатая полимеризация, механизм. Деструкция при поликонденсации.
54. Полимераналогичные превращения линейных и трехмерных полимеров. Реакции деструкции и сшивания макромолекул.
55. Взаимосвязь между структурой полимеров и их свойствами.
56. Основы термодинамики поверхностных явлений. Поверхностная энергия и поверхностное натяжение.
57. Двойной электрический слой на поверхности раздела фаз; причины и механизм образования.
58. Лиофобные коллоидные системы. Виды устойчивости. Коагуляция электролитами.
59. Реологические свойства дисперсных систем. Ньютоновское течение зелей.
60. Мера устойчивости соединения. Свободная и связанная энергия.
61. Скорость и механизм химической реакции.
62. Теория элементарных взаимодействий.
63. Общая теория катализа.
64. Основные характеристики электрохимических процессов.
65. Примеры проявлений размерного эффекта.

66. Системы с положительной, отрицательной обратной связью и «несвязанные» системы.
67. Керамические материалы и область их использования.
68. Экспериментальные методы определения фрактальной размерности.

Пример КИМ (для промежуточной аттестации – зачет с оценкой):

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
общей и неорганической химии
В.Н. Семенов

Направление подготовки/специальность 04.04.01 - Химия
Дисциплина: Актуальные задачи современной химии
Форма обучения: очная
Вид контроля: зачет с оценкой
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 1

1. Практическое применение наноструктур в неорганической химии.
2. Фотоэлектрические преобразователи солнечной энергии на основе кремния.

Преподаватель _____ А.Ю. Завражнов

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
общей и неорганической химии
В.Н. Семенов

Направление подготовки/специальность 04.04.01 - Химия
Дисциплина: Актуальные задачи современной химии
Форма обучения: очная
Вид контроля: зачет с оценкой
Вид аттестации: промежуточная

Контрольно-измерительный материал № 2

1. В чем заключаются принципы мозаичной неравновесной термодинамики?
2. Получение тонких пленок нитрида галлия для высокочастотной оптоэлектроники.

Преподаватель _____ А.Ю. Завражнов

Для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям. Обучающийся демонстрирует знание теоретических основ учебной дисциплины; способность ориентироваться в современных проблемах химии и способах их решения; умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, а также применять теоретические знания для решения практических задач.	Повышенный уровень	Отлично
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному из перечисленных показателей. Обучающийся неуверенно ориентируется в основных понятиях учебной дисциплины, сомневается в выборе практических способов решения современных проблем химии, но дает правильные ответы на дополнительные вопросы.	Базовый уровень	Хорошо
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым двум из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Демонстрирует частичные знания теоретического материала, допускает существенные ошибки при использовании примеров, фактов, данных научных исследований для иллюстрирования ответа.	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки, не ориентируется в современных проблемах химии, не отвечает на дополнительные вопросы.	Пороговый уровень	Неудовлетворительно

Темы рефератов, докладов, сообщений:

1. Синергетика – теория самоорганизации в теоретической неорганической химии.
2. Процессы самоорганизации в неорганических твердофазных процессах.
3. Наноструктуры в современной неорганической химии.
4. Индуктивная и дедуктивная схемы научного познания в химии.
5. Дефиниции основополагающих понятий неорганической химии.
6. Проблемы, связанные с квантовохимической интерпретацией химических процессов.
7. Перенос энергии и вещества в сопряженных системах.

8. Особенности электрокаталитических процессов.
9. Поверхностные явления.
10. Химия наноразмерных систем.
11. Механизмы взаимодействия микроволнового излучения с веществом
12. Типы микроволновых печей.
13. Реакции разложения, окисления, сушка, дегидратация в условиях микроволнового излучения.
14. Примеры реакции гетероциклизации, протекающих в условиях микроволновой активации.
15. Преимущества микроволнового нагрева.
16. Примеры реакции алкилирования, протекающих в условиях микроволновой активации.
17. Синтезы под повышенным давлением, протекающие в условиях микроволновой активации.
18. Примеры реакции ацилирования, протекающих в условиях микроволновой активации.
19. Посуда и растворители в реакциях с микроволновым излучением.
20. Синтезы под атмосферным давлением, протекающие в условиях микроволновой активации.
21. Примеры реакции ацетилирования, протекающих в условиях микроволновой активации.
22. Синтезы без растворителя (твердофазные синтезы), протекающие в условиях микроволновой активации.

Задания для проведения диагностических работ с целью оценки остаточных знаний по результатам освоения данной дисциплины

ОПК-1

Б1.О.05 Актуальные задачи современной химии

1) тестовые задания:

1. Какие методы относятся к инструментальным методам анализа?
 - 1) Метод нейтрализации
 - 2) Метод комплексонометрии
 - 3) Спектральный анализ
 - 4) Потенциометрический анализ
2. Какие методы (способы) расчета концентрации определяемых веществ используются в аналитической практике физико-химического анализа наиболее широко?
 - 1) Метод градуировочного графика;
 - 2) Метод стандартов;
 - 3) Метод добавок;
 - 4) Метод главных компонентов.
3. Какие основные базы научной информации?
 - 1) eLIBRARY
 - 2) Scopus
 - 3) Web of Science
4. Какие силы действуют между зондом и образцом в атомно-силовом микроскопе?
 - 1) электростатические;
 - 2) ковалентные;
 - 3) ван-дер-ваальсовы;
 - 4) магнитные.
5. Наибольшая разрешающая способность микроскопа достигается при использовании следующего вида излучения:
 - 1) рентгеновского;
 - 2) видимого;
 - 3) ультрафиолетового;
 - 4) электронного;

- 5) инфракрасного.
6. Течение потока при фракционировании в поперечном поле осуществляется:
- 1) длинном кварцевом капилляре;
 - 2) слое пористого сорбента;
 - 3) плоском канале;
 - 4) цилиндрической стеклянной трубке.
7. Термодинамически равновесными в кристаллах неорганических веществ являются:
- 1) объемные (трехмерные) дефекты;
 - 2) двумерные дефекты;
 - 3) одномерные (линейные) дефекты;
 - 4) точечные дефекты.
8. Собственными точечными дефектами твердых тел, которые образуются только в бинарных и более сложных соединениях, являются:
- 1) вакансии;
 - 2) атомы в междоузлии;
 - 3) антиструктурные дефекты.
9. Оптимизация функциональных свойств методами химии твердого тела наиболее характерна для:
- 1) полупроводниковых материалов;
 - 2) металлов и сплавов;
 - 3) органических соединений.
10. Катализаторами каких процессов могут выступать ад-атомы металла:
- 1) окисления/восстановления органических соединений;
 - 2) ионизации кислорода;
 - 3) Ох,Red-превращений неорганических компонентов среды;
 - 4) всех вышеперечисленных процессов.
11. Катодная генерация сольватированного электрона происходит:
- 1) только в водной среде;
 - 2) только в неводной среде;
 - 3) природа растворителя не играет роли.
12. Различие процессов фотоэлектронной и термоэлектронной эмиссии сольватированного электрона заключается:
- 1) в способе энергетического воздействия на среду;
 - 2) в скорости генерации сольватированного электрона;
 - 3) в механизме эмиссии сольватированного электрона;
 - 4) правильного ответа нет.
13. Методы экспериментального изучения состояния сольватированного электрона:
- 1) сугубо физические;
 - 2) сугубо электрохимические;
 - 3) сочетание физического подхода с электрохимическим.
14. Ионные жидкости бывают:
- 1) только низкотемпературные (растворы);
 - 2) только высокотемпературные (расплавы);
 - 3) могут быть как низко-, так и высокотемпературными.

Ключи

Вопросы	1	2	3	4	5	6
Ответы	3, 4	1, 2, 3	1, 2, 3	3	4	3
Вопросы	7	8	9	10	11	12
Ответы	4	3	1	4	3	1
Вопросы	13	14	15	16	17	18
Ответы	3	3				

2) ситуационные, практико-ориентированные задачи / мини-кейсы:

1. Что определяют на фотоколориметре - оптическую плотность или показатель преломления?
2. В каком методе используют высокочастотные безэлектродная лампа и лампа с полым катодом?
3. Индексы Ковача используют в хроматографии для устранения примесей или качественной идентификации веществ?

4. В методе оптических пинцетов используется ... излучение.
5. Методы MALDI и ESI используются в масс-спектрометрии веществ с ... молекулярной массой.
6. Явление электроосмоса находит применение в ... электрофорезе.
7. Перечислите не менее двух типов силовых воздействий в методе проточного фракционирования в поперечном поле.
8. Вставить пропущенное слово.
Основные задачи химии твердого тела заключаются в установлении взаимосвязи между качественным и количественным составом, _____ твердых тел с их физико-химическими свойствами, а также обоснование путей создания материалов с улучшенными эксплуатационными параметрами, разработка теории строения и реакционной способности твердых тел.
9. Вставить пропущенные слова.
Одним из центральных теоретических положений химии твердого тела является учение о _____ кристалле.
10. Вставить цифру, соответствующую номеру рисунка.
Образованию точечных дефектов по механизму Френкеля соответствует схема, представленная на рисунке _____.

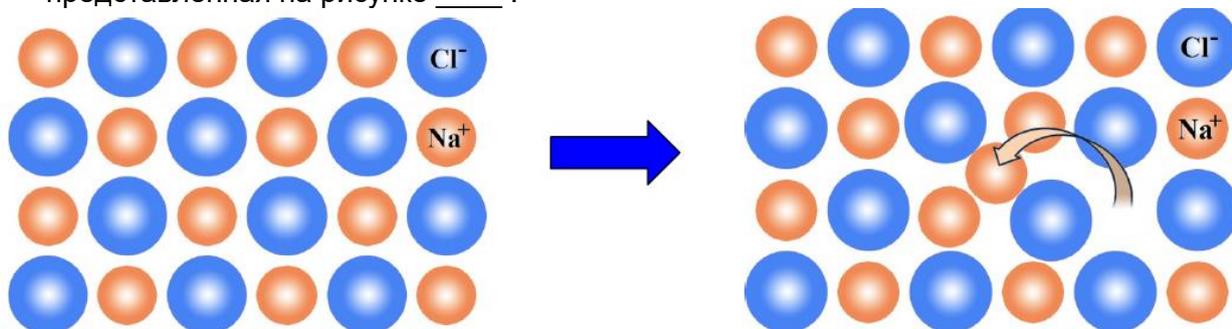


Рисунок 1.

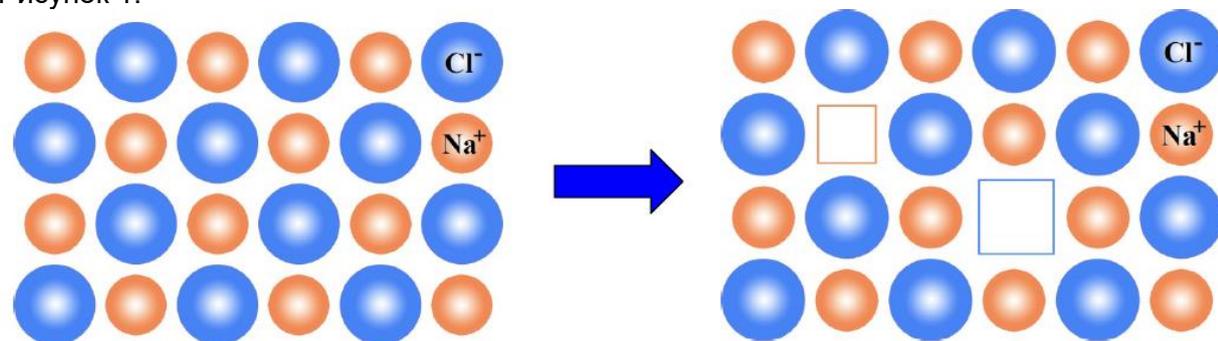


Рисунок 2.

Ключи

Вопросы	1	2	3	4	5	6
Ответы	оптическую плотность	в атомно-абсорбционной спектроскопии	качественной идентификации веществ	лазерное	Высокой / большой	капиллярно м
Вопросы	7	8	9	10	11	12
Ответы	тепловое, гравитационное, центробежное, электрическое, магнитное	структурой	реальном	1		

- **ОПК-2**

Перечень заданий для проверки сформированности компетенции:

Б1.О.05 Актуальные задачи современной химии

1) тестовые задания:

1. Какие пункты должны быть отражены при оформлении отчета о выполненных экспериментальных и расчетно-теоретических работ?
 - 1) Содержание, введение, обзор литературы, методики эксперимента, обсуждение полученных результатов, выводы, список использованной литературы, приложение
 - 2) Цель, задачи, выводы
 - 3) Нет правильного ответа
2. Что должны содержать выводы в отчете?
 - 1) Обобщение и оценку полноты решений поставленных задач работы или отдельных ее этапов
 - 2) Краткое повторение всего хода работы
 - 3) Перечень методов исследований и расчетов
3. Что означает провести анализ результатов собственных экспериментальных и расчетно-теоретических работ?
 - 1) Преобразование входной информации в выходную
 - 2) Определить концентрацию вещества
 - 3) Нет правильного ответа
4. Какие погрешности экспериментальных работ могут быть?
 - 1) Случайные;
 - 2) Систематические;
 - 3) Индивидуальные;
 - 4) Коллективные.
5. Спектральные методы анализа делятся на:
 - 1) Атомные и молекулярные;
 - 2) Ионные и радикальные;
 - 3) Нет правильного ответа.
6. В качественном хроматографическом анализе используют:
 - 1) Времена удерживания;
 - 2) Базы данных хроматограмм для идентификации;
 - 3) Площади пиков.
7. В качестве топлива в элементах с полимерной мембраной используется:
 - 1) водород;
 - 2) ацетилен;
 - 3) метан;
 - 4) пропан-бутановая фракция.
8. Основным мономером при синтезе мембран Nafion является:
 - 1) фторвинил;
 - 2) тетрафторэтилен;
 - 3) оксид перфторпропилена;
 - 4) винилиденфторид.
9. Какой кислотой допируется полибензимидазол, используемый в качестве заменителя мембран Nafion?
 - 1) азотной;
 - 2) серной;
 - 3) соляной;
 - 4) ортофосфорной.
10. Каких жидкокристаллических структур не существует?
 - 1) эимерики;
 - 2) холестерики;
 - 3) нематики;
 - 4) смектики.
11. Какой тип изомерии используется в жидкокристаллических полимерах в составе фотоактюаторов?

- 1) R, S;
 - 2) E, Z;
 - 3) син-, анти-;
 - 4) D, L.
12. Без чего можно обойтись при расчете степени полимеризации дендримеров?
- 1) номер генерации;
 - 2) молекулярная масса мономера;
 - 3) индекс ветвления ядра;
 - 4) индекс ветвления звена.
13. К какому типу пластиков для 3D печати методом экструзии материала относится полипропилен?
- 1) высокоэффективные;
 - 2) инженерные;
 - 3) общего назначения.
14. Важнейшим параметром, определяющим большинство функциональных свойств полупроводниковых материалов, является:
- 1) тип проводимости;
 - 2) значение удельной электропроводности;
 - 3) величина ширины запрещенной зоны;
 - 4) значение термо-э.д.с.
15. Выберите правильные заключения:
- А) В полупроводниковых материалах реализуется только электронный тип проводимости.
 Б) Главным отличием металлов от полупроводниковых материалов является отсутствие в металлах энергетического зазора между валентной зоной и зоной проводимости.
- 1) утверждение А является верным;
 - 2) утверждение Б является верным;
 - 3) оба утверждения являются верными;
 - 4) оба утверждения являются неверными.
16. Практическое применение в оптоэлектронных и микроэлектронных приборах нашли монокристаллы и тонкие пленки нитрида галлия GaN
- 1) с кубической кристаллической структурой типа сфалерита;
 - 2) с кубической кристаллической структурой типа хлорида натрия;
 - 3) с гексагональной кристаллической структурой типа вюрцита;
 - 4) с кубической кристаллической структурой типа хлорида цезия.
17. В основе принципа работы преобразователей солнечной энергии в электрическую (солнечных батарей) лежит явление
- 1) термоэлектронной эмиссии;
 - 2) электромагнитной индукции;
 - 3) внутреннего и вентильного фотоэффекта;
 - 4) эффект Зеебека.
18. Увеличение ширины запрещенной зоны нитрида галлия GaN ($\Delta E_g = 3,44$ эВ) по сравнению с арсенидом галлия GaAs ($\Delta E_g = 1,424$ эВ) обусловлено
- 1) увеличением доли ковалентной составляющей химической связи;
 - 2) увеличением доли ионной составляющей химической связи;
 - 3) увеличением доли металлической составляющей химической связи.
19. Донорные уровни в монокристаллах и тонких пленках кремния Si и германия Ge создаются в этих полупроводниках при легировании примесными атомами:
- 1) Mg, B, P;
 - 2) P, As, Sb;
 - 3) Mg, B, Ga;
 - 4) B, Ga, In.
20. Какой из факторов процесса активации более значим в кинетике химической (электрохимической) реакции:
- 1) микроскопические эффекты активации;
 - 2) неадиабатические эффекты активации;
 - 3) природа растворителя;
 - 4) однозначно выявить доминирующий фактор невозможно.

21. Для кинетики протекания каких химических реакций более значим туннельный эффект взаимодействия:
 - 1) гомогенных;
 - 2) гетерогенных;
 - 3) сложных;
 - 4) элементарных.
22. Если скорость химического взаимодействия компонентов системы между собой не изменяется во времени, то процесс является:
 - 1) равновесным;
 - 2) стационарным;
 - 3) нестационарным.
23. Химическое взаимодействие в системе осуществляется по двум одновременно текущим реакция. В каком случае скорость процесса представляет сумму скоростей парциальных процессов:
 - 1) при их независимом протекании;
 - 2) при наличии слабого взаимодействия между участниками обеих реакций;
 - 3) при наличии сильного взаимодействия участников обеих реакций;
 - 4) суммирование скоростей невозможно ни в каком случае.
24. Функциональная взаимосвязь между скоростью химического процесса и его энергией активации является:
 - 1) линейной;
 - 2) квадратичной;
 - 3) экспоненциальной;
 - 4) логарифмической.

Ключи

Вопросы	1	2	3	4	5	6
Ответы	1	1	1	1, 2	1	1, 2
Вопросы	7	8	9	10	11	12
Ответы	1	2	4	1	2	2
Вопросы	13	14	15	16	17	18
Ответы	3	3	2	3	3	2
Вопросы	19	20	21	22	23	24
Ответы	2	4	2	2	1	3

2) ситуационные, практико-ориентированные задачи / мини-кейсы:

1. Возможно ли сделать выводы из собранного массива информации без ее переработки?
2. К каким методам анализа относится кондуктометрия?
3. К каким методам анализа относятся ИК- и КР-спектроскопия?
4. Что оценивает уравнение Ван-Деемтера? Размывание хроматографических пиков или их высоту?
5. Металлом, который выполняет роль катализатора в топливных элементах с полимерной мембраной является ...
6. Одним из распространенных методов 3D печати является ... стереолитография.
7. Что обозначают буквы O и P в аббревиатурах OLED и PLED, относящихся к светодиодам?
8. Назовите схему синтеза дендримеров, альтернативную конвергентной.
9. Вставить пропущенные слова.
При создании полупроводниковых газовых сенсоров резистивного типа наиболее эффективными и перспективными являются широкозонные _____ полупроводники с шириной запрещенной зоны приблизительно 4 эВ.
10. Вставить пропущенное число.
При создании преобразователей солнечной энергии в электрическую энергию (солнечных батарей) наиболее эффективными и перспективными являются полупроводниковые материалы с величиной ширины запрещенной зоны приблизительно _____ эВ. Укажите число с точностью до десятых, разделитель - запятая.
11. Вставить номер рисунка.

Схема, отображающая принципиальное устройство преобразователя солнечной энергии в электрическую энергию (солнечную батарею), представлена на рисунке _____.

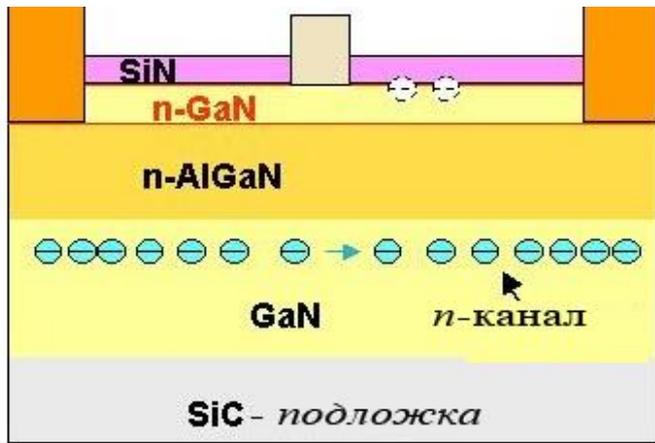


Рисунок 1.

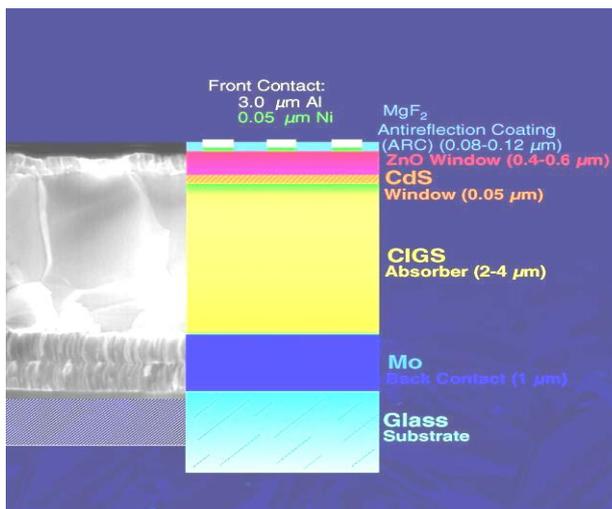


Рисунок 2.

12. Вставить пропущенное слово.

_____ - это увеличение электрической проводимости вещества под действием внешнего электромагнитного излучения различной длины волны.

_____ свойственна полупроводникам и, в некоторой степени, диэлектрикам.

Ключи

Вопросы	1	2	3	4	5	6
Ответы	невозможно	электрохимическим методам	методы колебательной спектроскопии	размывание хроматографических пиков	платина	лазерная
Вопросы	7	8	9	10	11	12
Ответы	органические и полимерные	дивергентная	Металлоксидные	1,5	2	Фотопроводимость