

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Химический факультет

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. декана химического факультета

А. С. Князев

Рабочая программа дисциплины

Избранные главы неорганической химии и материаловедения
Модуль I: Синтез веществ и материалов золь-гель методом

по направлению подготовки / специальности

04.05.01 Фундаментальная и прикладная химия

Направленность (профиль) подготовки / специализация:

Фундаментальная и прикладная химия

Форма обучения

Очная

Квалификация

химик-специалист, преподаватель

Год приема

2023

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОП

В.В. Шелковников

Председатель УМК

Л.Н. Мишенина

1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1. Способен анализировать и интерпретировать результаты химических экспериментов, наблюдений и измерений в различных областях химии.

ОПК-2. Способен проводить синтез, анализ, изучение структуры и свойств веществ и материалов, исследовать процессы с их участием.

ПК-5. Способен определять способы, методы и средства решения технологических задач в рамках прикладных НИР и НИОКР.

ПК-6. Способен осуществлять контроль качества сырья, компонентов и выпускаемой продукции химического назначения, проводить паспортизацию товарной продукции.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК 1.1 Знает теоретические основы неорганической, органической, физической и аналитической химии, применяет их при решении профессиональных задач в других областях химии.

РООПК 1.2 Умеет систематизировать и интерпретировать результаты экспериментов и расчетно-теоретических работ с использованием теоретических основ традиционных и новых разделов химии.

РООПК 1.3 Умеет грамотно формулировать заключения и выводы по результатам работы

РООПК 2.1 Знает стандартные приемы и операции, используемые при получении веществ неорганической и органической природы.

РООПК 2.2 Знает теоретические основы методов изучения состава, структуры и свойств для грамотного выбора метода исследования.

РООПК 2.3 Умеет проводить стандартные синтезы по готовым методикам, выполнять стандартные операции для определения химического и фазового состава веществ и материалов, а также использовать серийное научное оборудование для изучения их свойств.

РОПК 5.1 Умеет готовить детальные планы отдельных стадий прикладных НИР и НИОКР.

РОПК 5.2 Умеет выбирать технические средства и методы испытаний (из набора имеющихся) для решения поставленных задач в рамках прикладных НИР и НИОКР.

РОПК 5.3 Умеет проводить испытания инновационной продукции.

РОПК 6.1 Умеет выполнять стандартные операции на высокотехнологическом оборудовании для характеристики сырья, промежуточной и конечной продукции химического производства.

РОПК 6.2 Умеет составлять протоколы испытаний, паспорта химической продукции, отчеты о выполненной работе по заданной форме.

2. Задачи освоения дисциплины

– формирование начальных общепрофессиональных компетенций (ОПК-1, ОПК-2) и профессиональных компетенций (ПК-5, ПК-6) в области неорганической химии и материаловедения по синтезу веществ и материалов золь-гель методом;

– ознакомление с основами золь-гель синтеза веществ и материалов;

– умение планировать и проводить золь-гель синтез, анализировать полученные результаты, делать выводы;

– проводить расчеты и подбирать условия (концентрации, рН, объемы, соотношения компонентов и т.д.) проведения экспериментальной части исследования составов материалов по известным методикам.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к Блоку 1 «Дисциплина (модули)».

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор. Дисциплина входит в модуль Неорганическая химия и химическое материаловедение.

4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине

Девятый семестр, зачет

Девятый семестр, экзамен

5. Входные требования для освоения дисциплины

Для успешного освоения дисциплины требуются результаты обучения по дисциплинам, которые входят в обязательную часть профессионального блока: неорганическая, аналитическая, органическая, физическая химия и химия ВМС, а также по дисциплинам обязательной части общепрофессионального блока: физика и строение вещества.

6. Язык реализации

Русский

7. Объем дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 з.е., 144 часов, из которых:

- лекции: 16 ч.

- лабораторные: 16 ч.

- практические занятия: 16 ч.

в том числе практическая подготовка: 32 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

8. Содержание дисциплины, структурированное по темам

Тема 1. Общие сведения о золь-гель технологии. Основные физико-химические факторы, обуславливающие получения неорганических веществ и материалов золь-гель методом.

История развития золь-гель метода. Основные термины и определения. Получение сложных гомогенных оксидных систем и наноструктурных материалов и использованием химического модифицирования (восстановления, сульфирования и т.д.) для формирования наночастиц в матрице материала. Термодинамические и кинетические факторы устойчивости дисперсных систем.

Тема 2. Классификация исходных веществ используемых для получения пленок, порошков и керамики золь-гель методом.

Алколюляты металлов - предшественники в неорганическом и металлоорганическом синтезе. Кремнийорганические соединения, кремнийорганические смолы, полисилоксановые жидкости, неорганические соли и т.д., используемые в качестве исходных веществ.

Тема 3. Реакции гидролиза, конденсации и комплексобразования как основа золь-гель метода.

Строение, координационные полимеры и олигомеры, кластеры, гетерометаллические комплексы. Физико-химические процессы, протекающие в растворах и при формировании веществ и материалов под воздействием температуры. Особенности физико-химического поведения в связи с полиморфными превращениями и химические свойства полученных

веществ и материалов. Классификация золь-гель процессов и материалов. Темплатный синтез.

Тема 4. Преимущества, недостатки метода.

Условия проведения синтеза для получения веществ и материалов в виде тонких пленок, дисперсных порошков, керамических материалов, наночастиц в матрице материала. Области применения. Стратегия выбора исходных веществ и условий проведения синтеза при создании наноструктурных материалов.

9. Текущий контроль по дисциплине

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, тестов по лекционному материалу, выполнение заданий на практических занятиях (решение кейса), выполнения лабораторных работ и написания отчетов по лабораторным работам, фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

Форма контроля		Оценка в баллах	Максимальное количество баллов	Суммарный рейтинг
Тестовый контроль на лекциях (интерактивные лекции)	Лекция 2	10	30	110
	Лекция 3	10		
	Лекция 4	10		
Работа на лабораторных занятиях		4x2	8	
Защита лабораторного отчета		4x5	20	
Практические занятия	Кейсовое задание	1x12	12	
	Выполнение заданий на практических занятиях	2x5	10	
Экзамен	Тест	20	30	
	Письменный развернутый ответ	10		

10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации

Промежуточный контроль знаний – зачет, экзамен. В курсе используется балльно-рейтинговая система оценки знаний. Итоговая оценка за семестр складывается из суммы баллов, полученных на экзамене, и баллов, набранных в семестре по результатам текущего контроля.

Для получения **зачета** и допуска к экзамену необходимо набрать не менее 50 % баллов от текущего контроля, который составляет 40 б. (рейтинг текущего контроля 80 б). Суммарный рейтинг курса (с экзаменом) – 110 б.

Экзамен в девятом семестре проводится в тестовой и письменной форме по билетам. Экзаменационный билет состоит из двух частей. Продолжительность экзамена 1,5 часа.

Первая часть представляет собой тест из 20 вопросов, проверяющих ОПК-1, ОПК-2. Ответы на вопросы первой части даются путем выбора из списка предложенных.

Вторая часть содержит один вопрос, проверяющий ПК-5, ПК-6. Ответ на вопрос второй части дается в развернутой форме.

Примерный перечень вопросов из первой части:

1. Силы, которые необходимо учитывать в золь системах, это:
 - а) ван-дер-ваальсовы;
 - б) гравитации;
 - в) притяжения и отталкивания между поверхностными зарядами;
 - г) ван-дер-ваальсовы и притяжения и отталкивания между поверхностными зарядами.
2. Основными в потенциалобразующем слое мицелл, возникших в ходе химической реакции между азотнокислым серебром (AgNO_3) и иодистым натрием (NaI) при избытке AgNO_3 , являются ионы:
 - а) Na^+ ; б) Ag^+ ; в) I^- ; г) NO_3^- .
3. Агрегативная устойчивость гидрофобного золя с возрастанием температуры:
 - а) возрастает; б) не изменяется; в) убывает; г) зависит от растворителя.
4. Процессы, при которых, может происходить образование фрактальных кластеров, связанных с агрегационными явлениями, это:
 - а) осаждение; б) электролиз; в) фильтрация; д) агрегация; г) флокуация; е) все перечисленные.
5. Эффективным методом анализа физико-химических процессов, происходящих в золь-гель системах, является термогравиметрия. Аналитическим откликом, преобладающим на стадии удаления растворителей, летучих продуктов деструкции и химически связанной воды, является процесс:
 - а) экзотермический с уменьшением массы; б) эндотермический с увеличением массы; в) эндотермический с уменьшением массы; г) экзотермический с увеличением массы.
6. Размеры мицелл при увеличении концентрации ионов в растворе:
 - а) увеличиваются; б) уменьшаются; в) не изменяются; г) зависят от растворителя.

Примерный перечень вопросов из второй части:

1. Особенности золь-гель синтеза золь на основе тетраэтоксисилана, содержащих легирующие неорганические соединения (на примере фосфоросиликатных или боросиликатных золь).
2. Опишите синтез тонкопленочного материала на основе TiO_2 по золь-гель технологии. Укажите, какие основные факторы влияют на гелеобразование. Обоснуйте выбор прекурсоров, растворителя, катализатора, температурных режимов для получения тонкой пленки TiO_2 .

Максимальный балл за ответ на вопрос из второй части экзамен – 10.

Критерии оценивания:

- 10-8. Полный безошибочный ответ с правильным применением понятий и определений, с грамотным использованием необходимых терминов и понятий.
- 8-6. Правильный и достаточно полный, не содержащий существенных ошибок ответ. Оценка может быть снижена за отдельные несущественные ошибки.
- 6-4. Недостаточно полный объем ответа, наличие ошибок и некоторых пробелов в знаниях.
- Менее 4. Неполный объем ответов, наличие ошибок и пробелов в знаниях, поверхностный ответ.

Итоговая оценка учитывает результаты экзамена и рейтинга семестра: суммарный рейтинг курса – 110 балла.

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

88-110 «отлично»,

71-87 «хорошо»,

70-56 «удовлетворительно»,

Менее 55 баллов «неудовлетворительно».

11. Учебно-методическое обеспечение

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=00000>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

в) Методические указания по проведению лабораторных работ.

г) Методические указания к написанию отчета.

12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет

а) основная литература:

– Шабанова Н.А., Саркисов П.Д. Золь-гель технологии. Нанодисперсный кремнезем.

// Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014, 328 с.

<https://e.lanbook.com/reader/book/4356/#2>

– Борило Л. П. Тонкопленочные неорганические наносистемы / Л. П. Борило, [под ред. В. В. Козика]; Томский гос. ун-т. - Томск: [Томский государственный университет], 2012. URL: <http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000464064>

– Мошников В.А., Таиров Ю.М., Хамова Т.В., Шилова О.А. Золь-гель технология микро- и нанокомпозитов. // Изд.-во: Лань. 2013. 304 с.

б) дополнительная литература:

– Рыжонков Д.И., Левина В.В. Нанотехнологии. // Изд.-во «БИНОМ. Лаборатория знаний» 2012. 365 с. <https://e.lanbook.com/reader/book/3134/#1>

– Асланов Л.А., Ищенко А.А., Фетисов Г.В. Нанокремний: свойства, получение, применение, методы исследования и контроля. // Москва: Физматлит, 2012. 647с.

<https://e.lanbook.com/reader/book/5271/#8>

– Salwa A. Synthesis of Zinc Oxide by Sol–Gel Method for Photoelectrochemical Cells. Singapore. // Springer Singapore: Imprint., 2014, 51 p. <https://koha.lib.tsu.ru/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=404700>

– Aparicio M., Jitianu A. Sol-Gel Processing for Conventional and Alternative Energy Klein. // Boston, MA: Springer US, 2012, 397 p. <https://koha.lib.tsu.ru/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=355049>

в) ресурсы сети Интернет:

– Образовательная программа «Перспективные неорганические материалы со специальными функциями» МГУ <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/education-program/spec-inorg/7.html>

13. Перечень информационных технологий

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ –
<http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

– Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ –
<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>

– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>

– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>

– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>

– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>

– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

14. Материально-техническое обеспечение

Аудитории для проведения занятий лекционного типа.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет, в электронную информационно-образовательную среду и к информационным справочным системам.

Лабораторные аудитории (№ 102 6-го учебного корпуса ТГУ).

Лаборатории оснащены вытяжными и сушильными шкафами, муфелями, электроплитками, дистилляторами, центрифугами, термометрами; стеклянной и фарфоровой посудой; необходимыми для выполнения лабораторных работ реактивами.

15. Информация о разработчиках

Автор программы: Лютова Екатерина Сергеевна, канд. хим. наук, кафедра неорганической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент.

Рецензент: Коротченко Наталья Михайловна, канд. хим. наук, доцент кафедры неорганической химии Национального исследовательского Томского государственного университета, доцент