

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

**Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования "Пермский
государственный национальный исследовательский
университет"**

Кафедра физической химии

**Авторы-составители: Медведева Наталья Александровна
Габов Андрей Львович
Петухов Игорь Валентинович**

Рабочая программа дисциплины
ФИЗИКО-ХИМИЯ СТЕКЛА И КВАРЦА
Код УМК 98631

Утверждено
Протокол №9
от «20» июня 2022 г.

Пермь, 2022

1. Наименование дисциплины

Физико-химия стекла и кварца

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина входит в обязательную часть Блока « Б.1 » образовательной программы по направлениям подготовки (специальностям):

Направление подготовки: **04.03.02** Химия, физика и механика материалов
направленность Функциональные, конструкционные материалы и наноматериалы

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

В результате освоения дисциплины **Физико-химия стекла и кварца** у обучающегося должны быть сформированы следующие компетенции:

04.03.02 Химия, физика и механика материалов (направленность : Функциональные, конструкционные материалы и наноматериалы)

ПК.4 Способен выбирать и использовать технические средства и методы исследования для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации в профессиональной области

Индикаторы

ПК.4.1 Выбирает технические средства и методы исследований (из набора имеющихся) для решения технологических задач в профессиональной области деятельности, поставленных специалистом более высокой квалификации

ПК.4.2 Выполняет стандартные операции по получению (анализу) сырья, промежуточной и конечной продукции в профессиональной области

4. Объем и содержание дисциплины

Направление подготовки	04.03.02 Химия, физика и механика материалов (направленность: Функциональные, конструкционные материалы и наноматериалы)
форма обучения	очная
№№ триместров, выделенных для изучения дисциплины	11
Объем дисциплины (з.е.)	3
Объем дисциплины (ак.час.)	108
Контактная работа с преподавателем (ак.час.), в том числе:	42
Проведение лекционных занятий	14
Проведение практических занятий, семинаров	14
Проведение лабораторных работ, занятий по иностранному языку	14
Самостоятельная работа (ак.час.)	66
Формы текущего контроля	Входное тестирование (1) Защищаемое контрольное мероприятие (2) Итоговое контрольное мероприятие (1)
Формы промежуточной аттестации	Зачет (11 триместр)

5. Аннотированное описание содержания разделов и тем дисциплины

Физико-химия стекла и кварца

Физико-химия стекла и кварца охватывает круг вопросов, связанных с пониманием теоретических и физико-химических основ природы стеклообразного состояния как состояния, принципиально отличного от кристаллического состояния материи, пониманием природы факторов, формирующих свойства стекол, важных для их использования в оптических целях, для последующего применения полученных знаний и навыков при разработке составов стеклообразных материалов, при разработке технологических процессов, связанных с их получением и при их эксплуатации в приборах, а также при выполнении различных видов работ в профессиональной сфере деятельности, включая научно-исследовательские, проектные и др.

1. Природа и термодинамика стеклообразного состояния

Введение и основные понятия стеклообразного состояния. Особенности термодинамических характеристик стекол.

Дан краткий обзор законов термодинамики как основы системного материаловедения; сжато изложены основные представления о фазовых равновесиях как основы системного подхода к классам оптических стекол.

Дан анализ совокупности релаксационных явлений в стеклах и стеклообразующих жидкостях, составляющих специфику стеклообразного состояния.

2. Методы исследования стекол

Рассмотрены методы исследования стекол (оптические свойства, механические свойства, структурные свойства) и их приборное оснащение.

3. Методы стекловарения. Основы кинетической теорий стеклования и отжига

Рассмотрены различные варианты получения стекол.

Даны основы кинетической теории стеклования и теории отжига как релаксационного процесса.

4. Теория вязкости расплавов и стекол

Изложены основы молекулярно-кинетической теории вязкости расплавов стекол и их кристаллизационной способности как главных свойств, предопределяющих образование стекла.

5. Диаграммы состояния и фазовые равновесия стекол

Рассмотрены диаграммы состояния для наиболее известных стеклоподобных материалов.

Рассмотрены фазовые равновесия для понимания специфики свойств и технологии стеклообразных материалов

6. Кварцевое стекло. Модификации кремнезема, фазовые переходы

Рассмотрены отличия кварцевого стекла от классических стекол. Рассмотрены кристаллические модификации кремнезема при нормальном давлении (кварц, тридимит, кристобалит) и их межгрупповые превращения

7. Прочность, твердость и хрупкость стекла

рассмотрены основные механические характеристики оптического стекла - прочность, твердость, хрупкость. Описаны модельные представления прочности стекла, включая статистические подходы. Рассмотрены основные методы измерения прочности стекла и методы повышения механической, термической и оптической прочности оптического стекла.

8. Дефекты в стеклах и методы их устранения

изложены современные представления о хрупком разрушении стекла; методы анализа изломов и трещин на примере силикатных стекол и ситаллов. Рассмотрены некоторые положения теории трещин и

их применение при анализе хрупкого разрушения.

9. Основы золь-гель технологии

Основные понятия золь-гель процесса. Анализ различных вариантов проведения золь-гель процесса с учетом реакционной способности кремнезема, современных теорий фазообразования и агрегативной устойчивости дисперсных систем.

10. Получение и использование стекловидных покрытий

Рассмотрение частного случая золь-гель процесса получения стекловидных покрытий для прикладного использования

11. Ситаллы, металлические стекла и другие стеклообразные материалы

Рассмотрение стеклообразных материалов отличных от классических стекол и кварца. Их особенности, преимущества и недостатки над кристаллическими материалами

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Освоение дисциплины требует систематического изучения всех тем в той последовательности, в какой они указаны в рабочей программе.

Основными видами учебной работы являются аудиторские занятия. Их цель - расширить базовые знания обучающихся по осваиваемой дисциплине и систему теоретических ориентиров для последующего более глубокого освоения программного материала в ходе самостоятельной работы. Обучающемуся важно помнить, что контактная работа с преподавателем эффективно помогает ему овладеть программным материалом благодаря расстановке необходимых акцентов и удержанию внимания интонационными модуляциями голоса, а также подключением аудио-визуального механизма восприятия информации.

Самостоятельная работа преследует следующие цели:

- закрепление и совершенствование теоретических знаний, полученных на лекционных занятиях;
- формирование навыков подготовки текстовой составляющей информации учебного и научного назначения для размещения в различных информационных системах;
- совершенствование навыков поиска научных публикаций и образовательных ресурсов, размещенных в сети Интернет;
- самоконтроль освоения программного материала.

Обучающемуся необходимо помнить, что результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем во время проведения мероприятий текущего контроля и учитываются при промежуточной аттестации.

Обучающимся с ОВЗ и инвалидов предоставляется возможность выбора форм проведения мероприятий текущего контроля, альтернативных формам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Предусматривается возможность увеличения в пределах 1 академического часа времени, отводимого на выполнение контрольных мероприятий.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

При проведении текущего контроля применяются оценочные средства, обеспечивающие передачу информации, от обучающегося к преподавателю, с учетом психофизиологических особенностей здоровья обучающихся.

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

При самостоятельной работе обучающимся следует использовать:

- конспекты лекций;
- литературу из перечня основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля);
- текст лекций на электронных носителях;
- ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимые для освоения дисциплины;
- лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение из перечня информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине;
- методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная:

1. Фазовые равновесия в многокомпонентных системах : учебное пособие / Г. В. Булидорова, Ю. Г. Галяметдинов, Х. М. Ярошевская [и др.] ; под редакцией Е. И. Шевченко. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2014. — 168 с. — ISBN 978-5-7882-1549-5. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/63524.html>
2. Оптическое материаловедение. Материалы и оптические элементы в фотонике : учебное пособие / А. Г. Глущенко, Е. П. Глущенко, Г. Н. Гончарова, С. В. Жуков. — Самара : Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, 2017. — 241 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. <http://www.iprbookshop.ru/75385.html>
3. Казьмина, О. В. Возможные виды брака в технологии стекла и способы их устранения : учебное пособие / О. В. Казьмина, Р. Г. Мелконян. — Томск : ТПУ, 2015. — 129 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. <https://e.lanbook.com/book/82832>

Дополнительная:

1. Химическая технология. Керамические и стеклокристаллические материалы для медицины : учебное пособие для вузов / В. И. Верещагин, Т. А. Хабас, Е. А. Кулинич, В. П. Игнатов. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 147 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10880-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. <https://urait.ru/bcode/490252>

9. Перечень ресурсов сети Интернет, необходимых для освоения дисциплины

<https://docs.cntd.ru/> Электронный фонд актуальных правовых и нормативно-технических документов

<https://tkk-quartz.ru/about> Сайт компании ТКК

<https://inni.info/produkt> Производители России кварца и стекла

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Образовательный процесс по дисциплине **Физико-химия стекла и кварца** предполагает использование следующего программного обеспечения и информационных справочных систем: Презентационные материалы (слайды по темам лекционных и практических занятий); доступ в режиме on-line в Электронную библиотечную систему (ЭБС); доступ в электронную информационно-образовательную среду университета Справочная правовая система «Консультант Плюс», ЕТИС, MS Word, MS Excel

При освоении материала и выполнения заданий по дисциплине рекомендуется использование материалов, размещенных в Личных кабинетах обучающихся ЕТИС ПГНИУ (student.psu.ru).

При организации дистанционной работы и проведении занятий в режиме онлайн могут использоваться:

система видеоконференцсвязи на основе платформы BigBlueButton (<https://bigbluebutton.org/>).

система LMS Moodle (<http://e-learn.psu.ru/>), которая поддерживает возможность использования текстовых материалов и презентаций, аудио- и видеоконтент, а так же тесты, проверяемые задания, задания для совместной работы.

система тестирования Indigo (<https://indigotech.ru/>).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

1. Лекционные занятия: Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, маркерной доской.
2. Занятий семинарского типа (семинары, практические занятия): Аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) с соответствующим программным обеспечением, меловой (и) или маркерной доской.
3. Самостоятельная работа: Аудитория для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Помещения Научной библиотеки ПГНИУ

Помещения научной библиотеки ПГНИУ для обеспечения самостоятельной работы обучающихся:

1. Научно-библиографический отдел, корп.1, ауд. 142. Оборудован 3 персональными компьютера с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
2. Читальный зал гуманитарной литературы, корп. 2, ауд. 418. Оборудован 7 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
3. Читальный зал естественной литературы, корп.6, ауд. 107а. Оборудован 5 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
4. Отдел иностранной литературы, корп.2 ауд. 207. Оборудован 1 персональным компьютером с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
5. Библиотека юридического факультета, корп.9, ауд. 4. Оборудована 11 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.
6. Читальный зал географического факультета, корп.8, ауд. 419. Оборудован 6 персональными компьютерами с доступом к локальной и глобальной компьютерным сетям.

Все компьютеры, установленные в помещениях научной библиотеки, оснащены следующим программным обеспечением:

Операционная система ALT Linux;

Офисный пакет Libreoffice.

Справочно-правовая система «КонсультантПлюс»

**Фонды оценочных средств для аттестации по дисциплине
Физико-химия стекла и кварца**

**Планируемые результаты обучения по дисциплине для формирования компетенции.
Индикаторы и критерии их оценивания**

ПК.4

Способен выбирать и использовать технические средства и методы исследования для решения технологических задач, поставленных специалистом более высокой квалификации в профессиональной области

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
<p>ПК.4.2 Выполняет стандартные операции по получению (анализу) сырья, промежуточной и конечной продукции в профессиональной области</p>	<p>Владеет методами безопасного обращения со специализированным оборудованием и с реактивами с учетом их химических и физических свойств для получения достоверных результатов</p>	<p align="center">Неудовлетворител</p> <p>Не знает основных правил работы с специализированным оборудованием и с химическими реактивами с учетом их физических и химических свойств. Не умеет правильно выбрать средство защиты для работы с агрессивными веществами. Не владеет приемами техники безопасности при проведении химического эксперимента (химического анализа). Не умеет работать по готовым методикам анализа/получения веществ. Не имеет навыков получения достоверных результатов.</p> <p align="center">Удовлетворительн</p> <p>Слабые знания основных правил работы с специализированным оборудованием и с химическими реактивами с учетом их физических и химических свойств. Часто ошибочно выбирает средство защиты для работы с агрессивными веществами. Имеет фрагментарные знания приемов техники безопасности при проведении химического эксперимента (химического анализа). Ошибается при работе по готовым методикам анализа/получения веществ. Имеет общие, но не структурированные навыки получения достоверных результатов.</p> <p align="center">Хорошо</p> <p>Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания основных правил работы с специализированным оборудованием и с химическими реактивами с учетом их физических и химических свойств. Чаще всего успешно выбирает средство защиты для работы с агрессивными веществами.</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Имеет общие знания приемов техники безопасности при проведении химического эксперимента (химического анализа). Готов работать по существующим методикам анализа/получения веществ. Имеет в целом успешные, но не идеальные навыки получения достоверных результатов.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Имеет идеальные знания основных правил работы с специализированным оборудованием и с химическими реактивами с учетом их физических и химических свойств. Успешно выбирает средство защиты для работы с агрессивными веществами. Имеет полные знания приемов техники безопасности при проведении химического эксперимента (химического анализа). Готов работать по существующим методикам анализа/получения веществ, а также разрабатывать новые методики. Имеет в целом успешные навыки получения достоверных результатов.</p>
<p>ПК.4.1 Выбирает технические средства и методы исследований (из набора имеющихся) для решения технологических задач в профессиональной области деятельности, поставленных специалистом более высокой квалификации</p>	<p>Умеет планировать стадии решения технологической задачи, готовить технологическую документацию, подбирать методы исследования и оборудования, подготавливать объекты исследования</p>	<p style="text-align: center;">Неудовлетворител</p> <p>Не умеет планировать стадии решения технологической задачи. Не правильно готовит технологическую документацию. Не может подобрать методы исследования и оборудования из-за отсутствия знаний. Не умеет работать по готовым методикам анализа/получения веществ. Не имеет навыков подготовки объектов исследования.</p> <p style="text-align: center;">Удовлетворительн</p> <p>Может неэффективно планировать стадии решения технологической задачи. С ошибками готовить технологическую документацию. Медленно и/или ошибочно подбирает методы исследования и оборудование из-за неполноты знаний. Ошибается при работе по готовым методикам анализа/получения веществ. Демонстрирует фрагментарные навыки подготовки объектов исследования.</p> <p style="text-align: center;">Хорошо</p>

Компетенция (индикатор)	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения
		<p style="text-align: center;">Хорошо</p> <p>Может планировать большинство стадий решения технологической задачи. Может готовить технологическую документацию. В целом может подбирать методы исследования и оборудование. Готов работать по существующим методикам анализа/получения веществ. Демонстрирует успешные, но неидеальные навыки подготовки объектов исследования.</p> <p style="text-align: center;">Отлично</p> <p>Успешно планирует все стадии решения технологической задачи. Готовит полную технологическую документацию. Быстро подбирает методы исследования и оборудование. Готов работать по существующим методикам анализа/получения веществ, а также разрабатывать новые методики. Демонстрирует отличные навыки подготовки объектов исследования.</p>

Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации

Схема доставки : Базовая

Вид мероприятия промежуточной аттестации : Зачет

Способ проведения мероприятия промежуточной аттестации : Оценка по дисциплине в рамках промежуточной аттестации определяется на основе баллов, набранных обучающимся на контрольных мероприятиях, проводимых в течение учебного периода.

Максимальное количество баллов : 100

Конвертация баллов в отметки

«отлично» - от 81 до 100

«хорошо» - от 61 до 80

«удовлетворительно» - от 43 до 60

«неудовлетворительно» / «незачтено» менее 43 балла

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
Входной контроль	1. Природа и термодинамика стеклообразного состояния Входное тестирование	Проверка остаточных знаний по дисциплинам "физическая химия" и "физические методы исследования".
ПК.4.2 Выполняет стандартные операции по получению (анализу) сырья, промежуточной и конечной продукции в профессиональной области ПК.4.1 Выбирает технические средства и методы исследований (из набора имеющихся) для решения технологических задач в профессиональной области деятельности, поставленных специалистом более высокой квалификации	5. Диаграммы состояния и фазовые равновесия стекол Защищаемое контрольное мероприятие	Знает законы термодинамики, определяющие условия устойчивого, метастабильного и лабильного существования определенных агрегатных состояний вещества; Обладает знаниями принципов формирования структуры стекол и возможностями научных методов их изучения; Ориентируется в диаграммах состояния фазовых равновесий как характеристик типов взаимодействия в химических системах и умеет их интерпретировать с точки зрения структуры материала; Имеет знания кинетической теории стеклования как основного процесса, формирующего все свойства стекла; Обладает знаниями в теории вязкости стекол; Понимает природу молекулярно-кинетических процессов, происходящих при кристаллизации стекол и умеет управлять ими.

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.4.2 Выполняет стандартные операции по получению (анализу) сырья, промежуточной и конечной продукции в профессиональной области</p> <p>ПК.4.1 Выбирает технические средства и методы исследований (из набора имеющихся) для решения технологических задач в профессиональной области деятельности, поставленных специалистом более высокой квалификации</p>	<p>10. Получение и использование стекловидных покрытий</p> <p>Защищаемое контрольное мероприятие</p>	<p>Способность выполнить экспериментальное задание по предоставленной методике. Уметь оформить отчет по проделанному эксперименту. Способность правильно построить графики и сделать корректный вывод по лабораторной работе. Уметь отвечать на теоретические вопросы по экспериментальной работе.</p>

Компетенция (индикатор)	Мероприятие текущего контроля	Контролируемые элементы результатов обучения
<p>ПК.4.2 Выполняет стандартные операции по получению (анализу) сырья, промежуточной и конечной продукции в профессиональной области</p> <p>ПК.4.1 Выбирает технические средства и методы исследований (из набора имеющихся) для решения технологических задач в профессиональной области деятельности, поставленных специалистом более высокой квалификации</p>	<p>Итоговый контроль</p> <p>Итоговое контрольное мероприятие</p>	<p>Знает различные типы кристаллического кремнезема, их взаимные переходы и свойства, способы получения, применение кварцевого стекла. В способы получения кварцевого стекла входит также перспективный золь-гель метод; Понимает характеристики прочности, твердости и хрупкости стекла, а также их связь с дефектами в стекле; Может определить и охарактеризовать ситаллы, металлические стекла и другие стеклообразные материалы; Знает законы термодинамики, определяющие условия устойчивого, метастабильного и лабильного существования определенных агрегатных состояний вещества; Имеет знания кинетической теории стеклования как основного процесса, формирующего все свойства стекла; Обладает знаниями принципов формирования структуры стекол и возможностями научных методов их изучения; Ориентируется в диаграммах состояния фазовых равновесий как характеристик типов взаимодействия в химических системах и умеет их интерпретировать с точки зрения структуры материала; Понимает природу молекулярно-кинетических процессов, происходящих при кристаллизации стекол и умеет управлять ими.</p>

Спецификация мероприятий текущего контроля

1. Природа и термодинамика стеклообразного состояния

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **0**

Проходной балл: **0**

Показатели оценивания	Баллы
Предлагается 10 заданий тестового характера. Каждое верно выполненное задание оценивается в 1 балл. Всего 10 баллов.	10

5. Диаграммы состояния и фазовые равновесия стекол

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Имеет знания кинетической теории стеклования как основного процесса, формирующего все свойства стекла	6
Обладает знаниями принципов формирования структуры стекол и возможностями научных методов их изучения	6
Понимает природу молекулярно-кинетических процессов, происходящих при кристаллизации стекол и умеет управлять ими	5
Ориентируется в диаграммах состояния фазовых равновесий как характеристик типов взаимодействия в химических системах и умеет их интерпретировать с точки зрения структуры материала	5
Обладает знаниями в теории вязкости стекол	4
Знает законы термодинамики, определяющие условия устойчивого, метастабильного и лабильного существования определенных агрегатных состояний вещества	4

10. Получение и использование стекловидных покрытий

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **1 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставляемый за мероприятие промежуточной аттестации: **30**

Проходной балл: **13**

Показатели оценивания	Баллы
Способен выполнить экспериментальное задание (опыт) по предоставленной методике. Контролирует правильность проведенных измерений. Всего 6 лабораторных работ (ЛР). За каждую ЛР по 1,5 балла	9
Владеет теоретическим материалом, необходимым для успешного прохождения лабораторного практикума. Всего 6 лабораторных работ (ЛР). За каждую ЛР по 1,5 балла	9
Умеет обобщать и обрабатывать экспериментальную информацию в виде лабораторных отчетов, контролирует правильность полученных результатов. Всего 6 лабораторных работ (ЛР). За каждую ЛР по 1 баллу	6
Преобразует исходные данные, строит соответствующие графические зависимости, рассчитывает необходимые параметры. Всего 6 лабораторных работ (ЛР). За каждую ЛР по 1 баллу	6

Итоговый контроль

Продолжительность проведения мероприятия промежуточной аттестации: **2 часа**

Условия проведения мероприятия: **в часы аудиторной работы**

Максимальный балл, выставяемый за мероприятие промежуточной аттестации: **40**

Проходной балл: **17**

Показатели оценивания	Баллы
Предлагается 40 заданий тестового характера. Каждое верно выполненное задание оценивается в 1 балл. Всего 40 баллов.	1