

Федеральное агентство по образованию РФ
Томский политехнический университет

УТВЕРЖДЕНА
Деканом ХТФ

**СДМ.Р.1 СПЕЦИАЛЬНЫЕ ГЛАВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ
ТУГОПЛАВКИХ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ И СИЛИКАТНЫХ
МАТЕРИАЛОВ**

Магистерская программа 550831 «Химическая технология тугоплавких
неметаллических и силикатных материалов» направления 550800
«Химическая технология и биотехнология»

Факультет Химико-технологический – ХТФ

Обеспечивающая кафедра – технологии силикатов и наноматериалов

Курс 5

Семестр 9

Учебный план набора 2008 г.

Распределение учебного времени

Лекции	36 часов (ауд.)
Практические занятия	18 часов (ауд.)
Всего аудиторных занятий	54 часа
Самостоятельная (внеаудиторная) работа	135 часа
Общая трудоемкость	189 часов
Экзамен в 9 семестре	

Томск 2008 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

1. Рабочая программа составлена на основе Образовательного стандарта высшего профессионального образования Томского политехнического университета по направлению 240100 «Химическая технология и биотехнология», магистерской программе 240131 (550831) «Химическая технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов».

РАССМОТРЕНА И ОДОБРЕНА на заседании кафедры технологии силикатов «1» июня 2007 г. протокол № ___

2. Разработчики: профессор кафедры технологии силикатов и наноматериалов _____ Верещагин В.И.
профессор кафедры технологии силикатов и наноматериалов _____ Т.А. Хабас

3. Зав. обеспечивающей кафедрой технологии силикатов

_____ В.И. Верещагин

4. Рабочая программа СОГЛАСОВАНА с факультетом, выпускающими кафедрами специальности; СООТВЕТСТВУЕТ действующему плану.

Зав. выпускающей кафедрой технологии силикатов ХТФ

_____ В.И. Верещагин

АННОТАЦИЯ

СДМ.Р.1 Специальные главы физической химии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов

240131 (550831) (м)

Кафедра технологии силикатов и наноматериалов ХТФ
профессор, д.т.н. Верещагин Владимир Иванович,
тел. (3822) 563169, e-mail: vver@tpu.ru,
профессор, д.т.н. Хабас Тамара Андреевна
тел. (3822) 563169, e-mail: habas@yandex.ru

Дисциплина «Специальные главы физической химии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» относится к дисциплинам специального цикла. Изучение данной дисциплины проходит на базе знаний, полученных магистрантами в процессе освоения дисциплин гуманитарного и социально-экономического цикла, естественнонаучного, общепрофессионального и ряда дисциплин специального циклов. Содержание дисциплины согласовано с материалами других дисциплин, таких как: «Общая и неорганическая химия», «Физическая химия», «Математика», «Минералогия и кристаллография», «Философия», «Физика», «Физическая химия ТНСМ»

Цель: формирование у обучающихся углубленных знаний и умений в области физической химии силикатных и тугоплавких неметаллических материалов.

Содержание: термодинамика твердофазных реакций; фазовые равновесия и диаграммы, закономерности твердофазовых процессов в оксидных, силикатных и других тугоплавких системах; механизмы твердофазовых превращений при синтезе керамических и стеклокристаллических материалов для различных областей техники, в том числе для медицины. Системы Me-O, Me-N, Me-C и другие многокомпонентные системы. Размерные эффекты в нанохимии. Нанокристаллы, реакционная способность, внутренняя энергия, структурные дефекты. Термодинамические особенности процессов с участием наночастиц.

Курс 5 (9сем. экзамен)

Всего 189 ч, в т.ч. Лк. - 36 ч, ПР.-18 ч., Ср – 135 ч.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ «СПЕЦИАЛЬНЫЕ ГЛАВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ ТУГОПЛАВКИХ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ И СИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ»

Целью изучения дисциплины «Специальные главы физической химии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» является подготовка магистров к изучению и физико-химическому анализу новых, перспективных материалов и систем.

Основной задачей дисциплины является получение научных знаний, определяющих методы и средства теоретического анализа и практического изучения физико-химических процессов в системах тугоплавких оксидных и других соединений.

Цели преподавания дисциплины

Цели преподавания дисциплины характеризуют знания и умения, которыми должен овладеть магистр и реализуются в требованиях, предъявляемых к нему.

Магистр должен знать:

- основные теоретические представления физикохимии и строения силикатов, оксидов и бескислородных тугоплавких неорганических веществ, включая структуру и свойства веществ в различных агрегатных состояниях, фазовые равновесия систем указанных веществ;
- о разработках ученых Сибирского отделения АН РФ в области физикохимии оксидных и силикатных материалов;
- о вкладе сотрудников кафедры технологии силикатов ТПУ в развитие исследований в области физической химии силикатов и тугоплавких соединений и разработку прогрессивных технологий создания новых видов материалов;

Магистр должен уметь:

- применять на практике представления о физико-технических свойствах соединений систем Me-O, Me-N, Me-C и других многокомпонентных систем для обоснованного выбора и проектирования новых керамических и других материалов;
- оценить размерные эффекты в нанохимии, нанокристаллы, реакционную способность, внутреннюю энергию, структурные дефекты, термодинамические особенности процессов с участием наночастиц;

Магистр должен иметь опыт:

- проведения расчетов по диаграммам состояния двух- и трехкомпонентных систем; прогнозирования вероятных соотношений фаз и структуры материалов, используя однокомпонентные, двухкомпонентные и трехкомпонентные системы;

- оценки структурных и физико-технических качества материалов для приборостроения, для строительных нужд используемых и разрабатываемых в Западной Сибири;

- экспериментального исследования основных физико-химических и технологических свойств кристаллических и аморфных материалов, в том числе нитридсодержащих и др. материалов, по методикам, разработанным учеными ТПУ и кафедры технологии силикатов.

-

1.2. Задачи изложения и изучения дисциплины

Изложение дисциплины направлено на совершенствование приёмов познавательной деятельности студента, развитие и формирование творческого подхода к решению профессиональных задач.

Для изучения данной дисциплины необходимо усвоение следующих разделов ранее изучаемых курсов:

1. Философия, многообразие форм материи: неисчерпаемость материи энергии, формы движения материи, методы познания.

2. Высшая математика, дифференциальное и интегральное исчисление, пределы.

3. Физика, строение атома, физические свойства веществ и их природа, физика твердого тела.

4. Общая и неорганическая химия, основные законы химии, строение вещества, периодичность свойств химических элементов, классификация химических соединений.

5. Физическая химия – все разделы курса.

6. Коллоидная химия – все разделы курса.

7. Аналитическая химия – все разделы курса.

8. Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов.

Задачи изложения и изучения дисциплины реализуются в следующих конкретных формах деятельности:

- **лекции**, нацеленные на получение информации и алгоритма действий в образовательном процессе, с использованием демонстрационных средств и раздаточного материала;

- для закрепления и углубления теоретических знаний, полученных на лекциях, запланировано проведение **практических** (аудиторных) занятий, выполнение индивидуальных заданий каждым студентом;

- **самостоятельная внеаудиторная работа**, направлена на закрепление навыков самостоятельного решения проблемных заданий с использованием обязательной и дополнительной литературы и реализуется в виде подготовки реферата;

- **текущий контроль** за деятельностью студентов осуществляется на практических занятиях в виде тестового контроля и отчета.

2. СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИН

-36 часов

2.1. Введение

Определение предмета курса. Его связь с силикатными технологиями. Перспективы создания тугоплавких неметаллических и композиционных материалов с комплексом улучшенных свойств. Достижения российских и зарубежных ученых в области теории и практики получения порошковых, керамических и композиционных материалов **(0,5 часа)**

2.2. Специфика дисперсных систем. Принципы классификации дисперсных систем. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Физико-химические свойства твердых тел в связи с их дисперсностью. Физико-химические свойства порошков, реакционная способность (активность). **(4 часа)**

2.3. Размерные эффекты в нанохимии. Нанокристаллы, реакционная способность, внутренняя энергия, структурные дефекты. Термодинамические особенности процессов с участием наночастиц. **(6 часов)**

2.4. Общие закономерности макрокинетики. Влияние массопереноса и теплообмена на скорость химической реакции. Методы изучения макрокинетики твердофазных процессов. **(2 часа)**

2.5. Физико-химические принципы создания композиционных материалов. Методы получения композиционных, в том числе металлокерамических, материалов. Керметы. Дисперсно-упрочнённые материалы. Стеклокристаллические покрытия медицинского назначения. Межфазное взаимодействие в композиционных материалах. Термодинамическая и кинетическая совместимость компонентов. Применение композиционных и керамических материалов в технике и медицине. **(6 часов)**

2.6. Системы Me-O, Me-N, Me-C и многокомпонентные системы, включающие эти соединения. Диаграммы состояния, методы получения тугоплавких соединений, перспективы применения в технике. **(7,5 часов)**

2.7. Физико-химические закономерности процессов, протекающих при термообработке смесей веществ, содержащих порошки оксидов и металлов в наноразмерном состоянии. Физико-химические аспекты получения керамических прекурсоров различными методами (золь-гель процессы, горение, СВС и др.). **(12 часов)**

3. СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОГО РАЗДЕЛА ДИСЦИПЛИНЫ

Общий объем (аудиторных) практических занятий по дисциплине составляет 18 часов.

1. Анализ диаграмм состояния (2 и 3-х компонентных систем, содержащих простые и сложные оксидные соединения, нитриды и карбиды), расчеты

соотношения фаз и прогнозирование состояния системы при различных температурах. (10 часов)

2. Термодинамический и кинетический анализ твердофазных процессов. (4 часа)

3. Рентгеноструктурные исследования оксидных и оксинитридных материалов. (4 часа)

3. ПРОГРАММА САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Организация самостоятельной познавательной деятельности магистранта способствует *развитию творческого мышления* и направлена на: *закрепление, углубление и расширение* знаний в области исследования физико-химических свойств и неметаллических материалов; *формирование, развитие и закрепление навыков* конспектирования, реферирования, обобщения и структуризации технической информации; *умение* осуществлять патентную проработку по конкретной теме профессиональной деятельности; *приобретение опыта* по оформлению технической документации в соответствии с установленными правилами.

Программой предусмотрены 135 часов самостоятельной (внеаудиторной) познавательной деятельности студента по данной дисциплине.

Самостоятельная (внеаудиторная) работа магистранта состоит в проработке лекционного материала, подготовке к практическим занятиям, в выполнении и написании реферата и включает следующие пункты:

- проработка курса лекций **18 часов**
- подготовка к теоретическому коллоквиуму по рекомендуемой литературе перед практическими занятиями - **(18 часов);**
- выполнение индивидуальных заданий **(39 часов)**
- сбор материала, подготовка и написание реферата, посвященного изучению свойств твердых тел – **(50 часов);**
- подготовка к экзамену **-(10 часов).**

Темы, вынесенные на самостоятельную работу (в виде реферата), соответствуют содержанию теоретического раздела, практических и семинарских занятий. Предполагается, что магистранты самостоятельно поработают с рекомендованной литературой, освоят основные теоретические положения и закрепят полученные знания при совместном обсуждении на консультациях с преподавателем.

Темы рефератов (примеры)

1. Физико-химические особенности синтеза $3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$ из шихт с нанопорошком алюминия.
2. Физико-химические закономерности процессов, протекающих при термообработке смесей веществ, содержащих порошки оксидов и металлов в наноразмерном состоянии.
3. Системы алюминий-кислород и цирконий-кислород ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{-ZrO}_2$).
4. Система $\text{K}_2\text{O-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$.
5. Система «Кремнезём».
6. Системы $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ и $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$
7. Характеристика системы состава CaO-SiO_2 и $\text{CaO-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$

5. ТЕКУЩИЙ И ИТОГОВЫЙ КОНТРОЛЬ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Текущий контроль усвоения магистрантами теоретического материала и оценка уровня практических навыков и умений, приобретаемых и усваиваемых каждым студентом при изучении дисциплины, включает сдачу коллоквиума по темам практически занятий.

Рубежный контроль предполагает выполнение и сдачу реферата.

Итоговый контроль осуществляется на экзамене с использованием билетов.

Рейтинговая система оценки знаний студентов (Рс) представляет собой одну из форм экспертной оценки знаний, умений, навыков и усердия в их приобретении и вводится дополнительно к существующей пятибалльной системе оценок, при этом учитываются успехи не только при сдаче экзамена, но и в текущей работе. Задачей рейтинга является повышение уровня подготовки студентов за счет стимулирования учебной деятельности, усиления мотивации в приобретении знаний, систематизации работы студентов и самоконтроля в процессе обучения.

Общий рейтинг работы студентов оценивается в сумме 1000 баллов и составляет:

Текущего рейтинга (РТ) – 750 баллов (max)

Итогового рейтинга (РИ) – 250 баллов (max)

Максимальная рейтинговая оценка (общий рейтинг ОР) дисциплины составляет 1000 баллов. Результаты текущего рейтинга (РТ) влияют на итоговую оценку. Если рейтинг семестра составляет:

а) более 850 баллов итог оценивается на «отлично»

б) 701 – 850 баллов – «хорошо»

в) 551 – 700 баллов – «удовлетворительно»

Если оценка экзамена менее 150 баллов, то экзамен считается не сданным, и студент теряет рейтинг семестра.

Ниже приведен макет рейтинг-листа

РЕЙТИНГ-ЛИСТ

по дисциплине «СПЕЦИАЛЬНЫЕ ГЛАВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ
ТУГОПЛАВКИХ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ И СИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ»

Девятый семестр

Плановый объем учебной нагрузки:

Лекций - 36 часа

Практических занятия - 18 часов

Виды выполняемых работ и их значение в баллах

1. Лекции:	18 лекции x 5 бал. = 90 бал.
3. практические занятия с предоставлением отчета о выполненном индивидуальном задании	3 x 80 бал. = 240 бал.
4. Коллоквиум	= 170 бал.
6. Подготовка реферата и доклад	= 250 бал.
7. Экзамен	= 250 бал.

ИТОГО: 1000 бал.

Контрольные точки, объемы работ и максимальное количество баллов к
указанному сроку

Вид работ	6-я неделя	12-я неделя	18-я неделя
1. Лекции	30	60	90
3. Практические занятия	80	160	240
3. Коллоквиум	-	170	170
5. Реферат	-	-	250
Итого	210	390	750

6. ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

6.1. Основная литература

1. Куколев Г.Б. Химия кремния и физическая химия силикатов. – М.: Высшая школа, 1966. – 463 с.
2. Бобкова Н.М. Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. – Минск: Высшая школа, 2007. – 301 с.
3. Горшков В.С., Савельев В.Г., Федоров А.Ф. Физическая химия силикатов и других тугоплавких соединений. – М.: Высшая школа, 1988. – 400 с.

4. Бобкова Н.М. Физическая химия тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. – Минск: Высшая школа, 1984. – 256 с.
5. Физическая химия силикатов./ под ред. Пащенко А.А.. – М.: Высшая школа, 1986. – 368 с.
6. Бобкова Н.М. Сборник задач по физической химии тугоплавких соединений. Учебное пособие. – Минск: Изд. «Университетское», 1990. – 175 с.
7. Ормонт Б.Ф. Введение в физическую химию и кристаллохимию полупроводников. – М.: Высшая школа, 1982.

Дополнительная литература

1. Хабас Т.А. нанопорошки металлов в технологии керамики. - Томск: Изд. Томского политехнического университета, 2008. - 228 с.
2. Гормаков А.Н. Материаловедение. - Томск: Изд. ТПУ, 2003.
3. Окадзаки К. Технология керамических диэлектриков. - М.: Энергия, 1976.
4. Стрелов К.К. Теоретические основы технологии огнеупорных материалов. -М.: Металлургия, 1985. - 480 с.
5. Кингери У.Д. Введение в керамику. – М.: Стройиздат, 1967. – 499 с.
6. Порошковая металлургия, спеченные и композиционные материалы. – М.: Металлургия, 1983. – 520 с.
7. Композиционные материалы.Справочник./Под ред. Карпиноса Д.М. – Киев: Наукова думка, 1985. – 592 с.
8. Гегузин Я.Е. Физика спекания. – М.: Наука, 1984. – 311 с.
9. Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. – Ленинград: Химия, 1982. – 320 с.
10. Керамические материалы/ Масленникова Г.И., Мамаладзе Р.А., Мидзута С., Коумото К. - М.: Стройиздат, 1991. – 320 с.
11. Чеботин В.Н. Физическая химия твердого тела. – М.: Химия, 1982. – 320 с.
- 12.Торопов Н.А., Барзаковский В.П., Лапин В.В. и др. Диаграммы состояния силикатных систем.Справочник. Вып.1– Л.: Наука, 1969., Вып.2. – Л.: 1972.
13. Горелик С.С., Скаков Ю.А., Расторгуев Л.Н. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. – М.: МИСИС, 2002.
- 14.Батырев В.В. Рентгеноспектральный микронзондовый анализ. – М.: Металлургия, 1982. – 151 с.
- 15.Миркин Л.И. Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов. – М.: Физматгиз, 1961. – 863 с.
16. Михеев В.И. Рентгенометрический определитель минералов. – М.: Гостеологиздат, 1957. – 868 с.
17. Михеев В.И. Рентгенометрический определитель минералов. Т.2. – М.: Недра, 1960. – 116 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ
к рабочей программе дисциплины
«Специальные главы физической химии ТНСМ »

**Материалы контрольных средств для организации текущего, рубежного
и итогового контроля результатов изучения дисциплины**

1.1 Банк теоретических данных для организации входного контроля

1. Конденсированные системы.
2. Кристаллическая решетка, как система упорядоченно расположенных атомов. Ближний порядок строения твердых веществ, координационное число координационные полиэдры.
3. Зависимость координационного числа от соотношения радиусов катионов и анионов.
4. Основные признаки твердого кристаллического состояния веществ. Структура простых оксидов.
5. Плотнейшие шаровые упаковки.
6. Строение оксидов: правила Полинга.
7. Виды химической связи в твердом теле. Энергия кристаллической решетки.
8. Ионная и ковалентная связь в кристаллах.
9. Электроотрицательность и характер связи.
10. Важнейшие структурные типы оксидных соединений.
11. Структура типа корунда.
12. Структура шпинелей.
13. Строение атома кремния. Химия кремния. Методы получения элементарного кремния.
14. Бескислородные соединения кремния.
15. Соединения кремния с кислородом. Силоксановая связь. Получение SiO_2 .
16. Системы с монотропным типом превращения.
17. Системы с энантиотропным полиморфным превращением.
18. Система SiO_2 в P-T координатах.
19. Полиморфные разновидности SiO_2 , образующиеся при высоких давлениях.
20. Кристаллизация аморфного SiO_2 : действие модифицирующих добавок.
21. Структурная классификация силикатов. Тетраэдр $[\text{SiO}_4]^{4-}$ как основной структурный элемент силикатов. Силикаты с изолированными группами тетраэдров.
22. Структурная классификация силикатов. Силикаты с полимеризацией тетраэдров $[\text{SiO}_4]$ в одном и двух направлениях (пироксены, амфиболы и слоистые силикаты).

23. Структурная классификация силикатов. Структура каркасных силикатов и алюмосиликатов (кремнезем, полевые шпаты).
24. Основные положения I и II главы кристаллохимии силикатов.
25. Диаграммы состояния щелочных силикатов.
26. Типы двухкомпонентных диаграмм состояния.
27. Система $Al_2O_3 - SiO_2$. Характеристика системы и ее фаз.
28. Система $Na_2O - SiO_2$. Характеристика диаграммы состояния. Практическое применение составов (растворимое стекло).
29. Система $K_2O - SiO_2$. Характеристика системы и диаграммы состояния. Применение.
30. Двухкомпонентные системы; принцип построения диаграмм, правило фаз Гиббса для двухкомпонентных систем, правило конноды, понятие эвтектической смеси, эвтектической точки, эвтектической линии.
31. Система $MgO - SiO_2$, характеристика диаграммы состояния и фаз системы, практическое применение фаз.
32. Система $CaO - SiO_2$, характеристика диаграммы состояния и фаз системы, области применения фаз системы.

1.2 Банк данных теоретических вопросов для организации текущего контроля (для контрольного опроса и для самоконтроля)

1. Нонвариантные состояния в однокомпонентных системах.
2. Полиморфные модификации ZrO_2
3. Приемы получения метастабильных фаз. Правило Оствальда.
4. Применение правила канноды при расчетах фазового равновесия в бинарных системах.
5. Применение правила рычага при расчетах фазового равновесия в бинарных системах.
6. Система $SiO_2 - H_2O$
7. Системы $Me - O$: ($Al - O$; $Si - O$; $Zr - O$), фазы системы
8. Системы $Me - N$: ($Al - N$; $Si - N$; $Zr - N$), фазы системы
9. Фазовые равновесия, соответствующие тройным инвариантным точкам тройных систем
10. Многокомпонентные системы ($n > 3$). Вероятность образования сложных фаз и инвариантных состояний.
11. Правило Рихтера. Пересчет многокомпонентных составов в трехкомпонентные.
12. Применение правила канноды в расчетах фазовых равновесий в тройных системах.
13. Применение правила рычага в расчетах фазовых равновесий в тройных системах
14. Параметры атомных структур. Ближний и дальний порядок
15. Параметры нанокристаллического состояния фаз
16. Параметры микрокристаллического состояния фаз
17. Характеристика макроструктур

18. Тройные фазы системы $\text{Na}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$
19. Тройные фазы системы $\text{K}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$
20. Тройные фазы системы $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$
21. Тройные фазы системы $\text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$

1.3 Банк данных теоретических вопросов для организации рубежного контроля

Темы индивидуальных заданий

1. Система $\text{Na}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$. Анализ диаграммы состояния, характеристика фаз, практическое применение фаз системы, расчеты в системе;
2. Система $\text{K}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$. Анализ диаграммы состояния, характеристика фаз, практическое использование фаз системы в стоматологической керамике, расчеты фазовых равновесий в системе;
3. Система кремнезема (SiO_2). Полиморфизм в системе, диаграмма состояния в $p - T$ координатах, практическое использование фазовых превращений в производстве материалов на основе кремнезема;
4. Системы $\text{FeO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ и $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$. Анализ диаграмм состояния, построение кривых плавкости, использование систем при рассмотрении влияния оксидов железа на поризацию керамзита;
5. Система $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$. Анализ диаграммы состояния, характеристика фаз системы, применение диаграммы в производстве цементного клинкера;
6. Система $\text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$. Анализ диаграммы состояния, характеристика фаз системы, проведение расчетов с использованием диаграммы в технологиях алюмосиликатной керамики;
7. Системы $\text{CaO} - \text{SiO}_2$ и $\text{CaO} - \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$. Анализ диаграмм состояния, использование расчетов в системах при получении силикатных материалов гидротермального твердения;
8. Системы $3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$ и $2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$. Физико-химические процессы гидратации минералов цементного клинкера и твердения продуктов гидратации;
9. Система $\text{Na}_2\text{O} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$. Анализ диаграммы состояния, характеристика фаз, физико-химические расчеты при разработке пеностеклокристаллических материалов из различных видов кремнеземистого сырья;
10. Системы $\text{MgO} - \text{SiO}_2$ и $\text{MgO} - \text{H}_2\text{O}$. Анализ диаграмм состояния, использование систем при подготовке магнезиального сырья и получении магнезиальных вяжущих;
11. Системы $\text{MgO} - \text{H}_2\text{O} - \text{CO}_2$ и $\text{CaO} - \text{H}_2\text{O} - \text{CO}_2$. Анализ диаграмм состояния всей системы и подсистем, физико-химические процессы растворения карбонатов кальция и магния в угольной кислоте;
12. Системы $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5$ и $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{O}$. Анализ диаграмм состояния, использование систем при разработке биоактивных керамических материалов и покрытий;

13. Система $\text{SiO}_2 - \text{H}_2\text{O}$. Физико-химические процессы твердения геля кремневой кислоты, физико-химические процессы получения безобжиговой кварцевой керамики;

14. Системы $\text{Zr} - \text{O}$, $\text{Zr} - \text{N}$, $\text{Zr} - \text{O} - \text{N}$. Физико-химические процессы получения оксинитридных керамических порошков сжиганием порошка циркония;

15. Система $\text{Si} - \text{Al} - \text{O} - \text{N}$. Физико-химические процессы получения сиалонов сжиганием смесей порошков кремния и алюминия на воздухе;

16. Системы $\text{Si} - \text{O} - \text{N}$ и $\text{Al} - \text{O} - \text{N}$. Физико-химические процессы получения сиалонов азотированием смесей кремния с оксидом алюминия;

17. Система $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{O}$. Анализ диаграммы состояния системы, золь-гель процессы получения гидрофосфатов кальция и биоактивных покрытий на их основе.

1.4 Банк данных для организации итогового контроля (при подготовке к сдаче экзамена)

1. Многокомпонентные системы оксидов. Выбор определяющей тройной системы, пересчет многокомпонентных систем в тройные по правилу Рихтера.
2. Правило фаз Гиббса применительно к однокомпонентным, бинарным и тройным системам, анализ граничных условий равновесного существования фаз в этих системах.
3. Структура простых и сложных оксидов, общие принципы, химические и размерные факторы, образование анионных комплексов.
4. Структура нитридов, особенности структур, отличия от структуры оксидов.
5. Зависимость свойств материала от характера структуры каждого уровня.
6. Сравнение плавкости и огнеупорности минералов: пирофиллита, силлиманита, каолинита и муллита с использованием диаграммы состояния $\text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$.
7. Система $\text{Na}_2\text{O} - \text{CaO} - \text{SiO}_2$, характеристика фаз системы, диаграмма состояния. Использование диаграммы в расчетах по стекломатериалам и волластонитовой керамики.
8. Система $\text{K}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$, характеристика фаз системы, диаграмма состояния, использование ее в расчетах состава стоматологического (лейцитового) фарфора.
9. Система $\text{Na}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$, характеристика фаз системы, диаграмма состояния, использование ее в расчетах барьерных смесей в

- электролизерах алюминия и создании пеноматериалов из алюмосиликатного сырья.
10. Система $\text{FeO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$, характеристика системы, диаграмма состояния, использование ее в расчетах материалов на основе легкоплавкого глинистого сырья.
 11. Система $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$, характеристика фаз системы, диаграмма состояния, расчеты поведения легкоплавкого глинистого сырья.
 12. Система $\text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$, характеристика фаз системы, диаграмма состояния системы, анализ применения фаз системы в технологии керамических и огнеупорных материалов.
 13. Системы: $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5$ и $\text{CaO} - \text{P}_2\text{O}_5 - \text{H}_2\text{O}$: синтез фосфатов и гидрофосфатов кальция и их использование в материалах для медицины.
 14. Однокомпонентная система ZrO_2 , полиморфизм ZrO_2 , система $\text{Zr} - \text{O}$, материалы на основе ZrO_2 .
 15. Система $\text{Zr} - \text{O} - \text{N}$, характеристика фаз системы, горение порошков металлического Zr на воздухе.
 16. Система $\text{Si} - \text{Al} - \text{O} - \text{N}$, характеристика фаз системы – сиалоны., физико-химические процессы получения сиалонов.
 17. Система $\text{CaO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$. Характеристика фаз системы, диаграмма состояния, анализ применения фаз системы в силикатных технологиях.
 18. Инвариантные состояния в тройных системах, тройные инвариантные точки на диаграммах состояния тройных систем, анализ равновесных процессов, соответствующих различным типам неинвариантных точек.
 19. Особенности структуры наноразмерных порошков и кристаллов, влияние нанодисперсного состава на активность порошков и свойства материалов.

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ГЛАВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ХИМИИ ТУГОПЛАВКИХ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ И СИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Рабочая программа дисциплины
Разработчики: Владимир Иванович Верещагин
Тамара Андреевна Хабас