

**Учебно-методическое объединение
по классическому университетскому образованию
Учебно-методический совет по химии
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова**

Проект

**Примерная основная образовательная программа
высшего профессионального образования**

**Направление подготовки «Химия»
Утверждено приказом Минобрнауки РФ
№ 337 от 17.09.2009 г.**

**Квалификация (степень) выпускника - магистр
Нормативный срок освоения 2 года
Форма обучения – очная
ФГОС ВПО утвержден приказом Минобрнауки
от 2010 г.**

2. Рекомендательный список специализированных магистерских программ

1. Неорганическая химия
2. Аналитическая химия.
3. Органическая химия.
4. Физическая химия.
5. Электрохимия
6. Высокмолекулярные соединения.
7. Химия элементоорганических соединений.
8. Химия функциональных наноматериалов (**нет программы**)
9. Биоорганическая химия
10. Коллоидная химия
11. Бионеорганическая химия
12. Нефтехимия
13. Фармацевтическая химия
14. Кинетика и катализ
15. Медицинская химия
16. Математическая и квантовая химия
17. Химия твердого тела
18. Химия окружающей среды, химическая экспертиза и экологическая безопасность

Список утвержден на заседании Президиума УМС по химии 1 февраля 2010 года, протокол № 29.

Вузы имеют право самостоятельно создавать другие специализированные магистерские программы.

3. Требования к результатам освоения основной образовательной программы магистратуры

Магистр по направлению «Химия» должен обладать компетенциями, дополнительными к компетенциям бакалавра, представленными в разделе 5 ФГОС подготовки магистров химии.

Приведенные компетенции могут дополняться учебными заведениями в ходе подготовки магистров химии с учетом введения дополнительных требований к выполнению ООП или спецификой содержания их подготовки.

**4. Примерный учебный план
по направлению подготовки 020100 «Химия»
Квалификация (степень) – магистр
Нормативный срок обучения – 2 года**

№№ п/п	Наименование циклов дисциплин и разделов	Трудоемкость		Распределение по семестрам				Экзамен Зачет	Коды компе- тенций (маг.)
		Общая		1	2	3	4		
		в зачетных единицах	в часах						
М.1	Общенаучный цикл	29	1044	+	+			2 экз. Зачеты	ОК-1 ОК-3 ОК-4 ОК-5
	Базовая часть	19	684	+	+			2 экз. Зачеты	
	1.Иностранный язык	5	180	+	+			Экз.	
	2.Философские проблемы химии	4	144	+	+			Зачет	
	3.Квантовая механика и квантовая химия	5	180	+	+			Экз.	
	4.Компьютерные технологии в образовании и науке	5	180	+	+			Зачет	
	Вариативная часть в т.ч. курсы по выбору студентов	10	360	+	+			Зачеты	
	Курсы вуза								
	Курсы по выбору студентов								
М.2	Цикл профессиональных (специальных) дисциплин	39	1404	+	+	+		2 экз. Зачеты	ОК-3 ОК-5 ОК-6 ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4 ПК-7 ПК-11 ПК-12
	Базовая часть	6	216	+				Зачет	
	Сборник программ «Актуальные задачи современной химии»	6	216	+				Зачет	
	Вариативная часть Специализированная магистерская программа*	33	1188	+	+	+		2 экз. Зачеты	
	Курсы вуза								
	Курсы по выбору студента								

М.3	Научно-исследовательская работа и практики	50	1800	+	+	+	+	Зачет	ОК-1 ОК-2 ОК-3
	Научно-исследовательская работа в семестре	6	216	+	+			зачет	ОК-5 ОК-6 ПК-3
	Предквалификационная практика	13	468			+		Оценка	ПК-4 ПК-5
	Педагогическая практика	3	108		+			Зачет	ПК-6 ПК-7
	Выполнение и подготовка выпускной работы (магистерской диссертации)	28	1008				+		ПК-8 ПК-9 ПК-10 ПК-11 ПК-12
М.4	Итоговая государственная аттестация (защита магистерской диссертации)	2					+	оценка	
	Общая трудоемкость основной образовательной программы	120	4320						

* Реализуется через авторские магистерские программы

5. Аннотации примерных программ дисциплин

Примерная программа дисциплины «Химия поверхности и наночастиц»

Рекомендуется для направления подготовки «Химия» как одна из базовых дисциплин сборника программ «Актуальные задачи современной химии» цикла «Профессиональные (специальные) дисциплины»

Квалификация (степень) - магистр.

1. Цели и задачи дисциплины

Дисциплина "Химия поверхности и наночастиц" является составной частью общего цикла дисциплин "Актуальные вопросы современной химии", относящегося к базовой части учебного цикла "Профессиональные (специальные) дисциплины".

Она базируется на основных разделах курсов физической и неорганической химии. Основной задачей данной дисциплины является рассмотрение особенностей высокодисперсных систем. Программа строится

по принципу «от простого к сложному», на базе фундаментальных знаний, полученных студентами при освоении физической химии. Рассматриваются структура, состав и функциональные свойства поверхности и наночастиц. Курс строится на современных представлениях о термодинамике поверхности и дисперсных систем. Дается определение дисперсного состояния вещества и классификация дисперсных систем по размерности, агрегатному состоянию и структуре. Обсуждаются особенности термодинамики и кинетики реакций на поверхности. Приводятся методы получения наночастиц как «снизу-вверх» путем агрегации, так и методом диспергирования «сверху-вниз». Излагаются основные научные принципы и методы синтеза наноматериалов различных классов твердых тел из раствора и газовой фазы. Рассмотрены методы получения коллоидных кристаллов. Анализируются возможности классических методов исследования размера, состава и структуры поверхности и наночастиц.

В результате освоения дисциплины студент должен;

знать основы современных представлений о химии поверхности и высокодисперсных систем, способы синтеза нанокристаллических материалов, особенности функциональных свойств, термической стабильности, реакционной способности и возможности их применения.

уметь самостоятельно ставить задачу исследования поверхности и высокодисперсных систем с целью определения состава, структуры и реакционной способности.

В ходе изучения дисциплины «Химия поверхности и наночастиц» студент приобретает (или закрепляет) следующие компетенции:

использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОК-6);

владеет основами теории фундаментальных разделов химии (прежде всего неорганической, аналитической, органической, физической, химии высокомолекулярных соединений, химии биологических объектов, химической технологии) (ПК-2);

способен применять основные законы химии при обсуждении полученных результатов, в том числе с привлечением информационных баз данных (ПК-3);

представляет основные химические, физические и технические аспекты химического промышленного производства с учетом сырьевых и энергетических затрат (ПК-5);

2. Программа дисциплины «Химия поверхности и наночастиц»

Предмет курса, основные объекты и разделы, фундаментальные аспекты и практические приложения. Дисперсное состояние вещества. Классификация дисперсных систем по размерности, агрегатному состоянию

и микроструктуре. Наноразмерные системы. Основные характеристики наночастиц и дисперсных систем. Размерный эффект.

Разделы дисциплины

1. Основы термодинамики поверхностных явлений.

Избыточные термодинамические функции. Поверхностное натяжение и свободная энергия поверхностей раздела фаз. Температурная зависимость поверхностного натяжения жидкости и критическая температура (по Менделееву). Связь поверхностного натяжения с объемными свойствами веществ. Термодинамическое уравнение Гиббса для поверхности раздела фаз в однокомпонентных системах. Состав поверхности, сегрегация в приповерхностных слоях. Поверхностная энергия твердых тел.

2. Капиллярные явления. Капиллярное давление, закон Лапласа. Зависимость давления пара и растворимости от кривизны поверхности; законы Кельвина и Гиббса–Оствальда. Изотермическая перегонка в дисперсных системах. Смачивание. Закон Юнга. Гидрофильность и гидрофобность твердых тел.

3. Поверхностно-активные вещества (ПАВ) - регуляторы свойств дисперсных систем

Адсорбция ПАВ на поверхности жидкости. Термодинамическое уравнение адсорбции ПАВ (Гиббс). Связь адсорбции со строением молекул ПАВ. Гидрофильно-липофильный баланс. Классификация ПАВ по молекулярному строению и по механизму их действия. Нерастворимые ПАВ. Двумерное состояние вещества; уравнение состояния. Адсорбция ПАВ на поверхности раздела несмешивающихся жидкостей. Правило уравнивания полярностей (Ребиндер). Адсорбция ПАВ из растворов на поверхности твердых тел. Модифицирующее действие ПАВ - гидрофилизация и гидрофобизация твердых поверхностей.

4. Получение наночастиц.

Физические методы синтеза. Получение с помощью молекулярных пучков. Плазменно-химический метод. Метод испарения-конденсации. Метод импульсного радиолиза.

Химические методы: восстановление из растворов, золь-гель переход, криотехнология. Темплатный синтез. Синтез в пористых средах, микроэмульсиях и мицеллах.

Образование кластеров молекул. Фрактальные и плотноупакованные кластеры. Типы химических реакций с участием кластеров. Подходы к квантово-химическому описанию кластеров. Зарождение и рост наночастиц в гомогенной среде и на поверхности твердого тела. Кооперативные явления в коллективе наночастиц; остwaldово созревание, агрегирование и агломерация. Коллоидные кристаллы.

5. Электроповерхностные явления.

Двойной электрический слой - (ДЭС) - образование, строение. Электроповерхностные явления, электрокапиллярность. Электрокинетические явления (электрофорез, электроосмос). Электрокинетический потенциал. Изоэлектрическое состояние. Зонная

диаграмма твердых тел вблизи поверхности. Обедненный слой. Транспорт носителей заряда через поверхности раздела. Гетероструктуры.

6. Модифицирование поверхности твердых тел.

Особенности поверхностных свойств твердых тел различной химической природы. Влияние химического состояния поверхности на физические и химические свойства твердых тел. Методы модифицирования поверхности: физическое (легирование, ионная имплантация, нанесение тонких пленок и покрытий) и химическое (изменение функционального покрова) модифицирование.

Химическое модифицирование поверхности. Требования к модификаторам. Якорная группа и стабильность поверхностно-модифицированных материалов. Привитый слой – важнейший элемент химически модифицированного материала. Строение привитых слоев. Распределение привитых молекул в слое. Двумерность, макромолекулярность и полифункциональность привитого слоя. Взаимное влияние привитых молекул.

Химическое модифицирование гидроксильированных носителей металлорганическими соединениями – путь синтеза гетерогенных металлокомплексных катализаторов.

Применение поверхностно-модифицированных материалов: селективные сорбенты, катализаторы, ионообменники, сенсоры, наполнители пластмасс, стабилизаторы и т. д.

7. Устойчивость дисперсных систем.

Седиментационная устойчивость. Диффузия дисперсных частиц. Зависимость коэффициента диффузии от размера частиц. Седиментационно-диффузионное равновесие в поле силы тяжести и в центробежном поле. Агрегативная устойчивость дисперсных систем (золей, эмульсий, пен). Основные методы регулирования устойчивости. Образование структурно-механического барьера по Ребиндеру как самый сильный фактор стабилизации дисперсных систем. Особенности устойчивости нанодисперсных систем.

8. Строение и химические свойства дисперсных систем.

Химические реакции наночастиц. Кинетика топохимических реакций в коллективе наночастиц. Явления в области контакта наночастиц твердых реагентов. Механизм термолитиза наночастиц. Взаимодействие наночастиц с макромолекулами и полимерными средами. Взаимодействие углеродных нанотрубок с газами. Механохимические реакции в коллективе наночастиц.

9. Методы анализа поверхности и наночастиц.

Особенности анализа высокодисперсных систем, локальность. Физико-химическая диагностика наночастиц. Принципы морфологической характеристики наночастиц методами электронной, автоионной, туннельной и атомно-силовой микроскопии. Строение наночастиц различной природы (фазовые, мицеллярные, везикулы). Определение состава и структуры отдельной наночастицы; электронная микроскопия высокого разрешения, электронно-зондовые методы анализа. Методы колебательной

спектроскопии. Методы с использованием синхротронного излучения. Эллипсометрия.

10. Наночастицы как ингредиенты функциональных материалов; нанокompозиты и наноблочные конструкционные материалы. Магнитные материалы, ячейки памяти. Термоэлектрические преобразователи. Оптоэлектрические преобразователи.

Принципы использования наночастиц в медицине. Наночастицы как поллютанты и мигранты в окружающей среде. Химия атмосферных наночастиц. Катализаторы и сорбенты на основе ультрадисперсных веществ: специфика их получения и функционирования.

Авторы программы:

Главный н.сотр., д.х.н. А.М.Гаськов (химфак МГУ им. М.В.Ломоносова)

Член-корр. РАН, профессор И.В.Мелихов (химфак МГУ им. М.В. Ломоносова)

Доцент Н.И.Иванова (химфак МГУ им. М.В. Ломоносова)

3. Объем дисциплины и распределение трудоемкости по видам учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы (72 академических часа).

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		1	2
Общая трудоемкость дисциплины	72	72	-
Аудиторные занятия	40	40	-
Лекции	40	40	-
Самостоятельная работа	32	32	-
Контроль знаний студентов (в часах)			
Виды промежуточного контроля: Контрольные работы (лекционные)	2	2	-
Виды итогового контроля: Экзамен (или зачет)	1	1	

4. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Разделы дисциплины	Лекции
1	Основы термодинамики поверхностных явлений	+
2	Капиллярные явления	+
3	Поверхностно-активные вещества (пав) - регуляторы свойств дисперсных систем	+

4	Синтез дисперсных систем	+
5	Электроповерхностные явления	+
6	Химическое модифицирование поверхности твердых тел	+
7	Устойчивость дисперсных систем	+
8	Строение и химические свойства наночастиц	+
9	Методы анализа поверхности и наночастиц	+
10	Прикладная химия наночастиц	+

5. Учебно-методическое и информационное обеспечение

Учебники и учебные пособия:

Щукин Е.Д., Перцов А.В., Амелина Е.А. Коллоидная химия. М. Высшая школа, 2007.

Ролдугин В.И. Физикохимия поверхности. М. «Интеллект». 2008.

Лисичкин Г.В., Фадеев А.Ю., Сердан А.А.. Химия привитых поверхностных соединений. М. Физматлит. 2003.

Помогайло А.Д., Розенберг А.С., Уфлянд И.Е. Наночастицы металлов в полимерах. М.Химия. 2000.

Ребиндер П. А. Поверхностные явления в дисперсных системах. М.: Наука. 1979.

Адамсон А. Физическая химия поверхностей. М.: Мир. 1979

Петров Ю. И. Физика малых частиц. М.: Наука. 1982.

Гусев А. И., Ремпель А.А. Нанокристаллические материалы. М.Физматлит. 2000.

Модифицированные кремнеземы в сорбции, катализе и хроматографии. /Под ред. Г.В.Лисичкина/. М.: Химия. 1986.

Алесковский В. Б. Химия твердых веществ. М.: Высшая школа. 1978.

Зенгуил Э. Физика поверхности. М.: Мир. 1990.

Робертс М., Макки Ч. Химия поверхности металл–газ. М.: Мир. 1981.

Бехштедт Ф., Эндерлайн Р. Поверхности и границы раздела полупроводников. М.: Мир. 1990.

Вудраф Д., Делчар Т. Современные методы исследования поверхности. М.: Мир. 1989.

Программа

«Химия и кристаллохимия интерметаллических соединений»

Рекомендуется для направления подготовки «Химия» как авторская программа вариативной части (курсы вуза) цикла «Профессиональные (специальные) дисциплины» подготовки магистров химии

Квалификация (степень) - магистр.

Аннотация программы

Модуль 1. Основные понятия химии интерметаллических соединений (ИМС).

Диаграммы состояния металлических систем и определение понятия «интерметаллические соединения» (ИМС). Фазы постоянного и переменного состава, область гомогенности. Дальтонида и бертоллиды. Общие принципы образования металлических структур: принцип пространственного заполнения, принцип симметрии, принцип ассоциаций.

Модуль 2. Кристаллохимия интерметаллических соединений и факторы, определяющие их состав и структуру.

Плотнейшие упаковки шаров, октаэдрические и тетраэдрические пустоты, координационные многогранники. Основные структурные типы металлов: ГЦК, ОЦК, ГПУ. Иные структурные типы металлов (β -Sn, α -, β -, γ -Mn, β -U). Фазовые переходы между структурными типами металлов.

Электрохимический фактор (разность электроотрицательностей). Фазы Цинтля (группы соединений, образуемых элементами, находящимися вблизи границы между металлами и неметаллами в периодической системе). Валентные соединения: нормальные валентные соединения, общие валентные соединения (поликатионные и полианионные соединения); нормальные тетраэдрические и дефектные тетраэдрические структуры; частично ионные структуры.

Размерный фактор. Отношение атомных радиусов, межатомные расстояния, средний концентрационно-взвешенный радиус, коэффициент заполнения пространства. Соединения определяющиеся размерным фактором: Фазы Лавеса и их гомологический ряд.

Электронная концентрация (отношение числа валентных электронов к числу атомов). Зонные модели. Квантовая теория электронных соединений. Электронные соединения: фазы Юм-Розери; соединения типа раствора внедрения; электронное строение фаз внедрения. Электронные соединения между переходными металлами и их зонное строение.

Основные структурные типы интерметаллических соединений: фазы со структурным типом CsCl; фазы Лавеса ($MgCu_2$, $MgZn_2$ и $MgNi_2$); фазы типа Cr_3Si , фазы состава A_2B со структурными типами Ti_2Ni , $MoSi_2$ $CuAl_2$; упорядоченные структуры с плотной упаковкой состава AB_3 ($AuCu_3$, $TiNi_3$, $MgCd_3$, $PuAl_3$, $TiCu_3$, $TiAl_3$); фазы состава AB_5 (структурные типы UNi_5 и $CaCu_5$); Франк-Касперовские фазы (σ -, P -, R - и μ -фазы), полиэдры Каспера. Условия устойчивости различных структурных типов.

Классификация интерметаллических соединений по факторам, определяющим их состав и структуру: электронные соединения (фазы Юм-Розери, растворы внедрения, соединения между переходными металлами); размерные соединения: фазы Лавеса; σ -, P -, R - и μ -фазы.

Предсказание новых интерметаллических соединений: метод Савицкого-Грибули, метод Вильярса-Джирджиса-Халингера.

Модуль 3. Методы получения интерметаллических соединений и их взаимодействие друг с другом.

Получение ИМС плавлением в электродуговой печи; направленная кристаллизация, механохимия, плавление в индукционной печи.

Образование ИМС кристаллизацией из расплава (конгруентное образование), образование ИМС по перитектической реакции, образование ИМС в результате упорядочения твердого раствора (соединения Курнакова), образование ИМС по перитектоидной реакции.

Образование интерметаллидами непрерывного ряда твердых растворов, эвтектическое взаимодействие ИМС, перитектическое взаимодействие. Факторы, определяющие характер взаимодействия ИМС. Критерий Воздвиженского. Правило сингулярной триангуляции в системах с образованием интерметаллических соединений.

Модуль 4. Физические свойства интерметаллических соединений.

Магнитные свойства ИМС. Типы магнетизма: диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики, антиферромагнетики, ферримагнетики. Структурные типы, обладающие магнитными свойствами: фазы Гейслера, фазы со структурным типом CaCu_5 , AlB_2 и NiAs .

Сверхпроводимость. Параметры сверхпроводимости: температура сверхпроводящего перехода, критическое магнитное поле, критическая плотность тока. Мягкие и жесткие сверхпроводники. Сверхпроводящие структуры: соединения со структурой Cr_3Si (A15), со структурой типа NaCl (B1), фазы Шевреля (халькогениды). Кондо-эффект.

Другие свойства: жаростойкость и жаропрочность, коррозионостойкость. Использование ИМС для создания дисперсионно-упрочненных материалов.

Авторы:

Доцент Ю.Д. Серопегин (химфак МГУ им. М.В. Ломоносова)

Ст. преподаватель, к.х.н. Е.Г. Кабанова (химфак МГУ им. М.В. Ломоносова)

Программа

«Супрамолекулярная неорганическая химия»

Рекомендуется для направления подготовки «Химия» как авторская программа вариативной части (курсы вуза) цикла «Профессиональные (специальные) дисциплины» подготовки магистров химии

Квалификация (степень) - магистр.

Аннотация программы

1. Основные понятия

Задачи супрамолекулярной химии, междисциплинарность. Определения. Субстраты, рецепторы, распознавание. Нековалентные взаимодействия гость-хозяин. Хелатный и макроциклический эффекты.

Самосборка, темплатный синтез. Предорганизация. Основные типы супрамолекулярных ансамблей. Новые направления и перспективы.

2. Межмолекулярные взаимодействия

Типы межмолекулярных взаимодействий, их природа и относительная энергия. Электростатические силы, ион-дипольные взаимодействия. Водородная связь: природа, орбитальное рассмотрение, условия образования. Гидрофобный эффект. Ван-дер-ваальсовы силы. Типы, условия проявления и энергия дипольных-дипольных взаимодействий. Стэкинг-взаимодействие.

3. Химия супрамолекулярных неорганических ансамблей

Определения. Классификация по Мюллеру–Ройтеру. Принцип комплементарности. Основные ансамбли разной размерности: цеолиты, клатраты, глины, дихалькогениды d-металлов, конденсированные фазы Шевреля. Топотактические реакции. Дизайн в неорганической супрамолекулярной химии. Строительные блоки, масштабирование. Вторичные строительные блоки, иерархические структуры. Использование взаимодействия гость-хозяин, их взаимная подстройка.

4. Металл-органические решетки и гибридные архитектуры

Металл-органические каркасы (MOF). Определения. Линкеры, политопные лиганды. Общие принципы формирования MOF. Адсорбция молекул и обмен катионов в MOF. Органо-неорганические гибриды: определения, неорганические и органические составляющие. Общие подходы к построению и структура гибридных органо-неорганических ансамблей. Гибриды типа «ядро-оболочка». Металл-органические нанотрубки. Наноразмерные гибриды и гигантские кластеры.

Автор:

Профессор А.В.Шевельков (химфак МГУ им.М.В.Ломоносова)

Программа

“Химические и фазовые равновесия в многокомпонентных системах”

Рекомендуется для направления подготовки «Химия» как авторская программа вариативной части (курсы по выбору студентов) цикла «Профессиональные (специальные) дисциплины» подготовки магистров химии

Квалификация (степень) - магистр.

Аннотация программы

Задачи физико-химического анализа как метода химического исследования. Диаграмма состояния и диаграмма «состав-свойство». Состояние и термодинамические условия равновесия в гомогенных и

гетерогенных системах. Правило фаз Гиббса. Зависимость энергии Гиббса фазы от состава.

Методы исследования диаграмм состояния. Построение диаграмм по кривым нагревания и охлаждения. Применение методов металлографии. Идентификация фаз и определение фазового состава системы физико-химическими методами.

Двухкомпонентные системы. Основные типы диаграмм состояния двухкомпонентных систем. Трехкомпонентные системы. Изотермические и политермические разрезы. Вертикальные сечения диаграммы. Триангуляция.

Четверные и многокомпонентные системы. Способы изображения состава четверной системы. Тетраэдрическая диаграмма с простой эвтектикой. Построение диаграммы Левенгерца. Диаграмма Йенеке. Изотермические диаграммы растворимости. Элементы топологии многокомпонентных систем.

Кинетические методы построения диаграмм фазовых равновесий.

Теоретические методы построения фазовых диаграмм многокомпонентных систем.

Метод термодинамического расчета диаграмм состояния. Построение зависимостей термодинамических свойств фаз от состава и температуры. Основные возможности программного пакета *Thermo-Calc*.

Авторы:

Профессор С.Ф. Дунаев (химфак МГУ им.М.В.Ломоносова)

Профессор Л.Л. Мешков (химфак МГУ им.М.В.Ломоносова)

6. Список разработчиков и экспертов

Разработчики:

химический факультет
МГУ имени
М.В.Ломоносова

декан факультета,
Председатель УМС по химии
академик РАН, профессор

Лунин В.В.

химический факультет
МГУ имени
М.В.Ломоносова

профессор

Кузьменко Н.Е.

химический факультет
МГУ имени
М.В.Ломоносова

ст.н.сотр
Зам. Председателя УМС
по химии

Шевельков В.Ф.

Эксперт:

Санкт-Петербургский ГУ

профессор

Чежина Н.В.