

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Уральский государственный университет им. А.М. Горького»

Факультет химический

Кафедра неорганической химии

МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Программа дисциплины
(Стандарт СД-ОПД)

Екатеринбург
2008

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель ИОНЦ «_____»

_____ Черепанов В.А.

«_____» ноября 2008 г

Программа дисциплины «Материалы для водородной энергетики» составлена в соответствии с требованиями федерального компонента к обязательному минимуму содержания и уровню подготовки:

бакалавра по направлению 510500 «Химия»

по циклу спецдисциплин государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования.

Семестр - 8

Общая трудоемкость дисциплины 58 часов, в том числе:

Лекций 36 часов

Самостоятельная работа 22 часа

Контрольные мероприятия:

Рефераты _____ 3 _____

Коллоквиумы _____ - _____

Контрольные работы _____

Другие _____ - _____

Авторы:

Анимица И.Е., к.х.н., доцент кафедры неорганической химии УрГУ

Кочетова Н.А., к.х.н., доцент кафедры неорганической химии УрГУ

Нейман А.Я., д.х.н., профессор кафедры неорганической химии УрГУ

Рекомендовано к печати протоколом заседания

Экспертно-конкурсной комиссии ИОНЦ «Нанотехнологии и перспективные материалы»

от _____ № _____.

Согласовано:

Зав. кафедрой неорганической химии _____ Нейман А.Я.

«_____» ноября 2008 г.

© Уральский государственный университет

© Анимица И.Е., Кочетова Н.А., Нейман А.Я., 2008

СТРУКТУРА ПРОГРАММЫ

I. Введение

1. *Цель дисциплины*

Целью курса «Материалы для водородной энергетики» является ознакомление с концепцией водородной энергетики и ее структурой, основная детализация курса направлена на проблемы материаловедческого характера, а именно, использование различных материалов для получения, хранения водорода, его потребления в топливных элементах для получения энергии, основной акцент сделан на использование материалов в наноразмерном состоянии.

2. *Задачи дисциплины*

Научить студентов самостоятельно прогнозировать возможность формирования целевых свойств, исходя из знаний строения и структурных особенностей соединения. Показать единство методологических подходов, используемых современной наукой, для описания и анализа транспортных свойств твердых тел ионной и электронной природы. Сформировать основные представления о принципах работы различных электрохимических устройств.

3. *Место дисциплины в системе высшего профессионального образования*

(какие дисциплины используются в качестве основы для данной и в каких находит применение эта дисциплина)

В основе данного курса лежат как прикладные, так и фундаментальные вопросы неорганической, органической, физической химии и химии твердого тела.

Требования к уровню освоения содержания курса (приобретаемые компетенции, знания, умения, навыки).

В результате освоения курса студенты приобретают знания о физико-химических основах формирования целевых свойств современных функциональных материалов: твердых электролитов и смешанных проводников, протонных проводников, катализаторов, керметов.

4. Методическая новизна курса (новые методики, формы работы, авторские приемы в преподавании)

В лекционном курсе впервые обобщены и систематизированы знания по различным материалам, используемых для нужд водородной энергетики, в том числе в наноразмерном состоянии.

II. Содержание курса

Введение

1. КОНЦЕПЦИЯ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

1.1. Историческая справка

1.2. Основные причины, которые привели к необходимости поиска новых экологически чистых энергоносителей

1.2.1. Энергетическая безопасность

1.2.2. Экология

1.2.3. Социальный аспект

1.3. Коммерциализация водородной экономики

1.4. Национальные водородные программы

2. ПОЛУЧЕНИЕ ВОДОРОДА

2.1. Основные физико-химические свойства водорода

2.2. Производство водорода и структура его потребления

2.3. Методы получения водорода

2.3.1. Электролиз воды

2.3.2. Паровая конверсия метана

2.3.3. Парциальное окисление метана

2.3.4. Газификация угля

2.3.5. Альтернативные методы получения водорода

2.3.6. Получение водорода в твердотельных электрохимических устройствах

3. ХРАНЕНИЕ ВОДОРОДА. ВОДОРОДАККУМУЛИРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ

3.1. Адсорбционные методы хранения водорода

3.1.1. Углеродные нановолокна

3.1.2. Углеродные нанотрубки

3.1.3. Кристаллические микропористые металлоорганические каркасы

3.2. Химические методы хранения водорода

3.3.1. Материалы для хранения водорода

3.2.2. Металлогидриды как среда хранения водорода

4. ТОПЛИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

4.1. Перспективы и проблемы развития топливных элементов

4.2. Основные принципы работы топливных элементов

4.3. Типы топливных элементов

4.4. Мембранно-электродные блоки топливных элементов

5. ПРОТОННЫЕ ЭЛЕКТРОЛИТЫ

5.1. Общие сведения о протонных проводниках

5.1.2. Классификации протонных проводников

5.1.2. Механизмы протонного транспорта

5.2. Высокотемпературные протонные проводники

5.2.1. История открытия высокотемпературной протонной проводимости

5.2.2. Механизм миграции протонов в высокотемпературных протонных проводниках

5.2.3. Транспортные характеристики высокотемпературных протонных проводников с примесным разупорядочением структурным разупорядочением кислородной подрешетки

5.2.4. Высокотемпературные протонные проводники со структурным разупорядочением кислородной подрешетки

5.2.4.1. Внедрение воды в структурно разупорядоченные ниобаты и танталаты щелочноземельных металлов

5.2.4.2. Электрические свойства

5.2.4.3. Состояние кислородно-водородных группировок в гидратированных кислород- дефицитных сложных оксидах

5.3. Низкотемпературные протонные электролиты

5.3.1. Суперпротонные электролиты

5.3.1.1. Композитный эффект (общие положения)

5.3.1.2. Протонные композитные электролиты $(1-x)\text{CsHSO}_4-x\text{SiO}_2$

5.3.1.3. Влияние природы высокодисперсного оксида на проводимость композитов

5.3.1.4. Мезопористые композиты

5.3.2. Твердые полимерные электролиты

5.3.2.1. Мембраны на основе сульфированных полимеров

5.3.2.2. Композитные материалы на основе полимерных электролитов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Темы рефератов по курсу «Материалы для водородной энергетики»

1. Применение высокотемпературных протонных электролитов в электрохимических устройствах.
2. Применение оксидных материалов в наноразмерном состоянии для нужд водородной энергетики.
3. Применение металлов и интерметаллидов для нужд водородной энергетики.

Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы

1. Способы получения высокотемпературных протонных электролитов, солевых, полимерных систем
2. Приготовление композитов и нано-композитов.
3. Способы образования протонированных структур для различных классов протоников.
4. Реализация концепции водородной энергетики в России.

Примерный перечень вопросов к экзамену (зачету)

Билет №1

1. Концепция водородной энергетики. Причины и необходимость развития концепции водородной энергетики. Энергетическая безопасность. Экологический кризис. Социальный аспект.

2. Твердые протонные электролиты на основе композитных полимерных материалы. Общая характеристика. Физико-химические свойства.

Билет №2

1. Структура водородной энергетики.

2. Твердые протонообменные полимерные электролиты. Механизмы протонного транспорта. Примеры. Коммерческие мембраны. Устройства на их основе.

Билет №3

1. Коммерциализация водородной экономики.

2. Мезопористые композиты, методы получения. Структура, свойства, применение.

Билет №4

1. Национальные водородные программы.

2. Протонные композитные электролиты. Методы получения, характеристика солевых систем и дисперсных добавок. Свойства и применение.

III. Распределение часов курса по темам и видам работ

№ п/п	Тема, раздел	Учебный план, часов			
		Аудиторные занятия		Самостоя- тельная работа	Итого по темам
		лекции	практи- ческие		
1.	Концепция водородной энергетики. Причины и необходимость развития концепции водородной энергетики. Энергетическая безопасность. Экологический кризис. Социальный аспект. Структура водородной энергетики. Коммерциализация водородной экономики. Национальные водородные программы.	6		2	8
2.	Получение водорода. Основные физико-химические свойства водорода. Производство водорода и структура его потребления. Методы получения водорода. Электролиз воды. Получение водорода из природных органических топлив. Получения водорода в твердотельных электрохимических устройствах. Другие методы получения водорода.	6		2	8
3.	Хранение водорода. Водород-аккумулирующие материалы. Адсорбционные методы хранения водорода Углеродные нановолокна. Углеродные нанотрубки. Кристаллические микропористые металл-органические каркасы. Химические методы хранения водорода. Общие сведения о материалы для химического метода хранения водорода. Металлогидриды как среда хранения водорода. Реферат	6		4	10

4.	Топливные элементы. Мировой рынок топливных элементов. Типы топливных элементов. Области применения ТЭ. Основные принципы работы ТЭ. Материалы для ТЭ.	2			2
5.	Протонные электролиты Общие сведения о протонных электролитах Классификации протонных проводников Механизмы протонного транспорта	2		4	6
6.	Высокотемпературные протонные проводники Механизм миграции протонов в высокотемпературных протонных проводниках Транспортные характеристики высокотемпературных протонных проводников с примесным разупорядочением Транспортные характеристики высокотемпературных протонных проводников со структурным разупорядочением. Реферат	6		4	10
7.	Низкотемпературные протонные электролиты. Суперпротонные электролиты. Композитный эффект. Протонные композитные электролиты. Мезопористые композиты. Твердые полимерные электролиты. Композитные материалы на основе полимерных электролитов.	6		4	10
8.	Заключение. Реферат	2		2	4
	<i>Всего</i>	36		22	58

IV. Форма итогового контроля

Экзамен

V. Учебно-методическое обеспечение курса

1. Рекомендуемая литература

1. Бокштейн Б.С., Ярославцев А.Б. Диффузия атомов и ионов в твердых телах. М. МИСИС. 2005.- 362 с.
2. Уч. Пособие «Водородная энергетика будущего и металлы платиновой группы в странах СНГ». М., МИРЭА, 2004, стр.48-65.
3. Рос.хим.ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И.Менделеева) 2006, т.L, №6.
4. Водородная энергетика будущего и металлы платиновой группы в странах СНГ. Учебное пособие для студентов кафедры «Информатизация журналистики». Составители В.В. Шинкаренко, А.А. Евдокимов, В.О. Квитковский. М., МИРЭА, 2004.
5. Платиновые металлы и водородная энергетика в странах СНГ. Москва. МИРЭА. 2004. с.105-121.
6. Энергия будущего. Бестселлер для избранных, или учебное пособия по водородной энергетике для подшефных школ МИРЭА. Москва, АСМИ. 2005
7. Г.С.Захарова, В.Л. Волков, В.В.Ивановская, А.Л.Ивановский. Нанотрубки и родственные наноструктуры оксидов металлов. Екатеринбург: УрО РАН. 2005. 240 с.
8. Сергеев Г.Б. Нанохимия. – М.: Изд-во МГУ, 2003. – 288 с.
9. Гусев А.И. Нанометриалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М: ФИЗМТЛИТ, 2005. – 416 с.
10. Андриевский Р.А., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 192 с.
11. Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии. – М.: Техносфера, 2005. –336 с.

VI. Ресурсное обеспечение (если требуется) проектор и ноутбук для мультимедийной презентации лекционного курса.