

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖЕНО
Проректор по учебной работе
_____ К
(подпись)
23.06.2015
(дата утверждения)



Регистрационный № УД- 2491 /уч.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВОДОРОДНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Учебная программа учреждения высшего образования

по учебной дисциплине для специальности

1-31 05 03 Химия высоких энергий

Минск

2015 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта

ОСРБ 1 – 31 05 01 - 2008

(название образовательного стандарта),

Утвержден и введен в действие постановлением МО РБ

от 18.06 2008 № 50

(дата утверждения, регистрационный номер)

СОСТАВИТЕЛЬ:

А.А.Савицкий, доцент, к.х.н., доцент

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой физической химии Белорусского государственного университета

(протокол № _____ от _____)

Научно – методическим советом БГУ (протокол № ____ от _____)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная дисциплина специализации «Физико-химические основы водородной энергетики» (всего 34 часов, из них лекции -20 часов, семинарские занятия -10 часов) предназначена для студентов 5-го курса химического факультета по специальности 1- 31 05 01-химия, специализация 1- 31 05 01-01«Химия (научно-производственная деятельность)» и читается в 9 семестре (форма отчетности – экзамен).

Цель курса – раскрыть физический смысл и принципы прямого преобразования химической энергии в электрическую, научить студентов видеть области применения электрохимических преобразователей, их принципиальные возможности при решении конкретных научных и технологических проблем.

В результате изучения дисциплины обучаемый должен

знать: основные тенденции развития энергетики будущего, принципы конструирования и использования электрохимических ячеек для холодного окисления водорода, способы получения, транспортировки и хранения водорода;

уметь: анализировать научную и техническую информацию по проблемам водородной энергетики, проводить расчеты физикохимических параметров различных электрохимических устройств (топливных элементов, электролизеров, сенсоров), конструировать макетные варианты различных исследовательских электрохимических систем.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Введение.

Тенденции и проблемы энергетики в XXI веке. Шестой технологический уклад. Глобальный научно-технологический переворот XXI столетия.

2. Электроэнергетическая система будущего.

Место водородной энергетики в общем производстве энергии. Стратегия перехода к водородной энергетике. Себестоимость производства электроэнергии. Схема электроэнергетической системы будущего.

3. Возобновляемые источники энергии.

Первичные источники энергии. Солнечная и ветроэнергетика. Новые типы электрохимических накопителей. Редокс батареи различного типа. Ионисторы. Возобновляемые источники энергии. Не возобновляемые источники энергии. Традиционные источники энергии. Нетрадиционные источники энергии.

4. Структура топливного баланса.

Эмпирический закон Хубберта. Расчетный сценарий добычи нефти и не возобновляемых источников энергии на период до 2050 года. Альтернативные виды топлива. Методы его получения. Синтез-газ. Биогаз. Метанол. Диметиловый эфир. Моторное топливо (бензин, дизельное топливо). Лэндфилл-газ. Биоэтанол. Биодизель. Синтетическое топливо. Синтетическое топливо (технология Фишера-Тропша). Гидрат метана. Водород как эффективный энергоноситель. Методы получения, накопления, хранения и транспортировки водорода. Аммиак, как источник и хранилище водорода.

5. Атомно-водородная энергетика.

Ресурсная база ядерной энергетики. Высокотемпературная атомная энергетика. Реакторы ВТГР. Взаимопроникновение водородных и атомных технологий. Атомно-водородная энергетика. Технологии электрохимического преобразования энергии и распределительной генерации.

6. Топливные элементы.

Энергоустановки на ТЭ (топливных элементах). Основные области применения энергоустановок на ТЭ. Системы «электролизер- ЭХГ (электрохимический генератор)». Термодинамические аспекты гальванического элемента - ТЭ. Электрохимическая кинетика ТЭ. Проблемы тепломассопереноса в ТЭ. Аспекты электрокатализа (NEMCA-эффект). Типы топливных элементов. Планарные и трубчатые конструкции ТЭ. Биполярные пластины и принципы их конструирования.

Электроды и электродные материалы для ТЭ. Использование нанотехнологий при создании ТЭ. Твердотельные накопители водорода (сплавы АВ5, боргидрид натрия, гидриды легких металлов, фуллерены, нанотрубки).

Электролиты, применяемые в ТЭ (кислотные, щелочные, расплавно-карбонатные). Твердые электролиты (высокотемпературные оксидные, низкотемпературные протонообменные материалы, ПОМ типа Нафион).

7. Новые энергетические проекты.

От водородной энергетики к водородной экономике. Водородные автострады и заправочные. Международный водородный клуб. Молодежный водородный клуб. Водородный всеобуч (МИРЭА). Журналы «Водородный всеобуч» и «Евролидер». Научно-инновационный конкурс «Новая энергия молодых». Информационное агентство «Auto-H₂». Сетевой журнал «Водородная экономика». Клубная газета «Водородоворот».

Учебно-методическая карта дисциплины «Физикохимические основы водородной энергетики»

| Номер раздела, темы, занятия | Название раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов | Количество аудиторных часов | | | | Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.) | Литература | Формы контроля знаний |
|------------------------------|---|-----------------------------|---------------|----------------------|--------------------------------|--|-------------|------------------------|
| | | лекции | (семинарские) | лабораторные занятия | контролируемая самостоятельная | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | Электроэнергетическая система будущего. | 2 | | | | | /1/ | |
| 1.1 | Введение. Тенденции и проблемы энергетики в XXI веке. Шестой технологический уклад. Глобальный научно-технологический переворот XXI столетия. Место водородной энергетики в общем производстве энергии. Стратегия перехода к водородной энергетике. Себестоимость производства электроэнергии. Схема | 2 | | | | | /1/, /3/ | Самостоятельная работа |

| | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|--|---|--------------------------|------------|------------------------|
| | электроэнергетической системы будущего. | | | | | | | |
| 2 | Возобновляемые источники энергии. | 2 | 2 | | 2 | | /1/ /3/ | |
| 2.1 | Первичные источники энергии. Солнечная и ветроэнергетика. Новые типы электрохимических накопителей. Редокс батареи различного типа. Ионисторы. Возобновляемые источники энергии. Не возобновляемые источники энергии. Традиционные источники энергии. Нетрадиционные источники энергии. | 2 | | | | | | Самостоятельная работа |
| 3 | Структура топливного баланса. | 4 | 2 | | | Компьютерная презентация | /3/ | |
| 3.1 | Эмпирический закон Хубберта. Расчетный сценарий добычи нефти и не возобновляемых источников энергии на период до 2050 года. Альтернативные виды топлива. Методы его получения. Синтез-газ. Биогаз. Метанол. Диметиловый эфир. | 2 | | | | | /1/ /4/ | коллоквиум |

| | | | | | | | | |
|-----|--|---|---|--|---|-----|-------------|------------------------|
| | Моторное топливо (бензин, дизельное топливо). Лэндфилл-газ. Биоэтанол. Биодизель. Синтетическое топливо. Синтетическое топливо (технология Фишера- Тропша). Гидрат метана. | | | | | | | |
| 3.2 | Водород как эффективный энергоноситель. Методы получения, накопления, хранения и транспортировки водорода. Аммиак, как источник и хранилище водорода. | 2 | 2 | | | | | кр |
| 4 | Атомно-водородная энергетика. | 2 | | | 2 | | /4/ | Самостоятельная работа |
| 4.1 | Ресурсная база ядерной энергетики. Высокотемпературная атомная энергетика. Реакторы ВТГР. Взаимопроникновение водородных и атомных технологий. Атомно-водородная энергетика. Технологии электрохимического преобразования энергии и распределительной генерации. | 2 | | | | УМК | /2/, /3/ | кр |
| 5 | Топливные элементы. | 8 | 6 | | | | | |

| | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|--|--|-----|--|----------------|
| | | | | | | | | |
| 5.1 | <p>Энергоустановки на ТЭ (топливных элементах). Основные области применения энергоустановок на ТЭ. Системы «электролизер- ЭХГ(электрохимический генератор)». Термодинамические аспекты гальванического элемента - ТЭ.</p> <p>Электрохимическая кинетика ТЭ.</p> <p>Проблемы тепломассопереноса в ТЭ.</p> <p>Аспекты электрокатализа (NEMCA-эффект).</p> | 2 | 2 | | | УМК | | реферат |
| 5.2 | <p>Типы топливных элементов. Планарные и трубчатые конструкции ТЭ. Биполярные пластины и принципы их конструирования.</p> | 2 | | | | | | КОЛЛОКВИ УМ |
| 5.3 | <p>Электроды и электродные материалы для ТЭ. Использование нанотехнологий при создании ТЭ. Твердотельные накопители водорода (сплавы АВ5, боргидрид натрия, гидриды легких металлов, фуллерены, нанотрубки).</p> | 2 | 2 | | | | | |
| 5.4 | <p>Электролиты, применяемые в ТЭ</p> | 2 | 2 | | | | | |

| | | | | | | | | |
|----------|---|---|--|--|--|-----|--|---------|
| | (кислотные, щелочные, расплавно-карбонатные). Твердые электролиты (высокотемпературные оксидные, низкотемпературные протонообменные материалы, ПОМ типа Нафюн). | | | | | | | |
| 6 | Новые энергетические проекты. | 2 | | | | | | |
| 6.1 | От водородной энергетики к водородной экономике. Водородные автострады и заправочные. Международный водородный клуб. Молодежный водородный клуб. Водородный всеобуч (МИРЭА). Журналы «Водородный всеобуч» и «Евролидер». Научно-инновационный конкурс «Новая энергия молодых». Информационное агентство «Auto-H2». Сетевой журнал «Водородная экономика». Клубная газета «Водородоворот». | 2 | | | | УМК | | экзамен |

ИНФОРМАЦИОННАЯ ЧАСТЬ

Темы семинарских занятий

1. Термодинамика гальванического элемента.
2. Основные понятия электрохимической кинетики.
3. Электролиты и электроды для топливных элементов.
4. Применение достижений нанотехнологии в водородной энергетике.
5. Современные и перспективные методы накопления электрической энергии.

Список литературы

Основная литература:

1. Фильштих В. Топливные элементы. – М.: Мир, 1968.
2. Базаров И.П. Термодинамика. – М.: Высшая школа, 1991.
3. Шпильрайн Э.Э. Введение в водородную энергетiku. – Издание : Книга по требованию.

Дополнительная литература:

1. Феттер К. Электрохимическая кинетика. – М.:Химия, 1967.
2. Варшавский И.Л. Энергоаккумулирующие вещества и некоторые принципы их использования для транспорта, энергетики и промышленности. М.: Наука, 1970.
3. Кузык Б.Н., Яковец Ю.В. Россия: стратегия перехода к водородной энергетике. – М.: Институт экономических стратегий, 2007.

ПРОТОКОЛ

СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

| | | | |
|---|------------------------------|--|--|
| Название дисциплины, с которой требуется согласование | Название кафедры | Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине | Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)* |
| Аналитическая химия | Кафедра аналитической химии | | Утвердить |
| Неорганическая химия | Кафедра неорганической химии | | |
| | | | |
| | | | |

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ

К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
 НА _____ / _____ УЧЕБНЫЙ ГОД

| № п/п | Дополнения и изменения | Основание |
|-------|------------------------|-----------|
| | | |

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
физической химии (протокол № _____ от _____ 201__ г.)

Заведующий кафедрой

д.х.н., профессор

(степень, звание)

(подпись)

В.В. Паньков

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

д.х.н., профессор

(степень, звание)

(подпись)

Д.В. Свиридов

(И.О.Фамилия)