

Фотолиз: метод накопления энергии солнечного света

1. Актуальность

В настоящее время проблема поиска эффективных альтернативных источников энергии является одной из лидирующих в мировом научном сообществе. Наиболее перспективными и коммерциализируемыми решениями можно считать работы в области водородной энергетики. В частности, доминируют подходы, связанные с разработкой топливных элементов, а также фотолизных систем, совместно решающих проблему получения и использования высокоэффективного водородного топлива.

Реакция разложения воды на водород и кислород под действием солнечного света давно привлекает внимание исследователей, поскольку водород является удобным топливом, вода – доступным и дешёвым реагентом, а Солнце – экологически чистым и бесплатным источником энергии.

Некоторые примеры устройств для разложения воды:

1. Фотостимулированный электролиз. Установка 2-стадийного преобразования солнечной энергии в химическую. Солнечная батарея генерирует электрическую энергию, которая подаётся на стандартные электроды для обеспечения необходимого потенциала для разложения воды.

2. Устройство Фудзисимы и Хонды. В качестве материала фотоанода используется диоксид титана. При освещении фотоанода на нём выделялся кислород, а на катоде водород.

3. Устройство с использованием полупроводникового модифицированного электрода.

2. Условия задачи

Учащимся предлагается разработать и создать прототип электрохимического устройства с активным элементом из полупроводникового материала (монокристаллического кремния с модифицированной нанопористой поверхностью), трансформирующего солнечную энергию в электрическую (фотоэффект), и опробовать его работоспособность. Также в рамках кейса учащимся предстоит ознакомиться со свойствами полупроводниковых материалов, физикой фотоэффекта, электрохимическими реакциями и альтернативной энергетикой.

3. Техническое задание

Создание прототипа предполагает активное проведение учащимися всех этапов опытно-конструкторской разработки:

- постановка задачи;
- формирование технического задания;
- разработка концепции, чернового и детального проекта;
- сборка, отладка и испытание прототипа;
- анализ недостатков и отказов;
- написание отчёта и рекомендаций по улучшению конструкции и внедрению.

Московская предпрофессиональная олимпиада школьников
Заключительный этап
Кейсовые задачи
Технологическое направление. Технологический профиль

Разработанные прототипы исполнительных устройств могут быть предложены для дальнейшего совершенствования и доведения до опытных моделей с целью производства дешёвого водородного топлива.

Учащимся будут выданы готовые фотоэлектроды из нанопористого кремния в форме пластины, фотоэлектрод на основе диоксида титана и солнечная панель. Геометрические размеры электродов будут отличаться. Учащиеся должны:

- 1) освоить способы формирования фотоэлектродов;
- 2) провести моделирование геометрических характеристик фотоэлектрода;
- 3) предложить и спроектировать форму, размер установки;
- 4) рассчитать количество водорода, которое может производить предложенная ими конструкция в час;
- 5) рассчитать объём производства водорода в зависимости от географической широты и климатических условий расположения данного устройства;
- 6) рассчитать коэффициент полезного действия предложенной структуры;
- 7) выбрать наиболее оптимальное из предложенных решений;
- 8) собрать прототип разработанного ранее устройства и проверить его рабочие характеристики.

Доступное для использования оборудование:

1. Штатив лабораторный.
2. Металлические электроды.
3. Соединительные провода-крокодильи.
4. Набор инструментов (отвёртка, пассатижи, ключи).
5. Кварцевая трубка-тройник.
6. Мультиметр электронный.
7. Лампа накаливания.
8. Материал для создания каркаса установки.

Необходима оценка экспериментально проверенной эффективности предложенной конструкции в сравнении с полученными ранее теоретическими расчётами.

Требования:

- Демонстрация работоспособности разработанного прототипа устройства.
- Наличие в отчёте записей о постановке задачи, техническом задании и эскиза прототипа.

Ограничения

- Реализация решений должна быть рентабельной.
- Мировая конкурентоспособность предлагаемых технологических решений.

Московская предпрофессиональная олимпиада школьников
Заключительный этап
Кейсовые задачи
Технологическое направление. Технологический профиль

4. Критерии оценивания выполнения задания

Декомпозиция технологического маршрута	0 – нет понимания и навыков; 1 – знает основные этапы технологии, но затрудняется обосновать; 2 – может обосновать актуальность, привести примеры подобных устройств, обосновать плюсы и минусы используемой технологии в сравнении с аналогами; 3 – может объяснить физику и химию процесса, обосновать актуальность, привести примеры подобных устройств, обосновать плюсы и минусы используемой технологии в сравнении с аналогами
Умение работать с материалами и управлять технологическими режимами	0 – нет понимания и навыков; 1 – имеет поверхностные знания о материалах и их свойствах; 2 – знает свойства полупроводниковых материалов, различия между полупроводниками, металлами и диэлектриками. Понимает, что такое фотоэффект; 3 – знает свойства полупроводниковых материалов, различия между полупроводниками, металлами и диэлектриками. Понимает, что такое фотоэффект. Может перечислить критерии выбора материала и привести примеры реальных материалов и структур
Умение практически реализовывать технологию	0 – нет понимания и навыков; 1 – имеет представление о том, как должна выглядеть установка, из каких частей она состоит, как она теоретически должна быть собрана в единую систему; 2 – умеет моделировать, конструировать. Может создать эскиз; 3 – умеет моделировать, конструировать, паять, может сам изготовить прототип
Умение осуществлять контроль качества	0 – нет понимания и навыков; 1 – умеет рассчитывать теоретический КПД; 2 – умеет измерять КПД установки, рассчитывать теоретический КПД; 3 – умеет измерять КПД установки, рассчитывать теоретический КПД. Умеет рассчитывать производительность установки