

Государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования Московской области  
«Университет «Дубна»

Факультет естественных и инженерных наук

Кафедра нанотехнологий и новых материалов

### Курсовая работа

«Синтез оксида меди и йодида меди  
для формирования буферных слоев для ГОНП»

Выполнила:  
студентка группы  
1241 Штейн Алина Львовна  
Научный руководитель:  
Конс.ст.преп.  
Плешкова Н.А  
Консультант:  
асп.Зеленяк Т.Ю

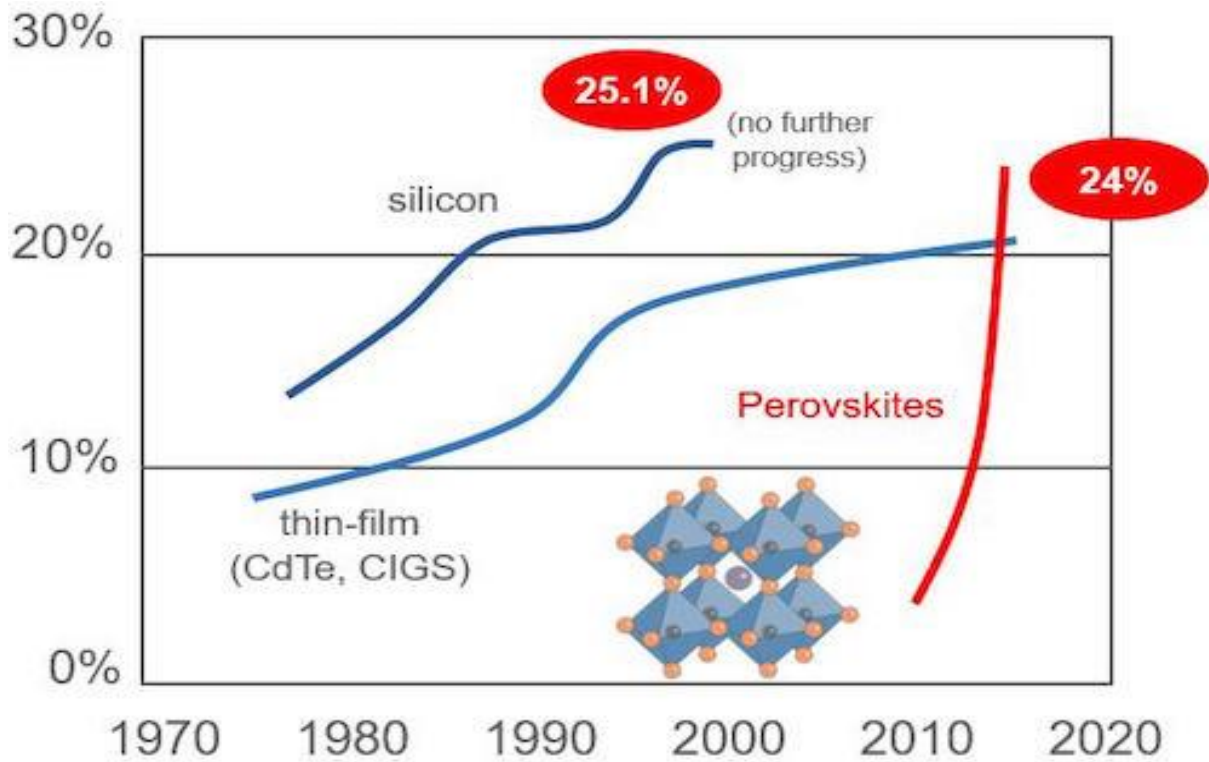
Дубна 2018

# Актуальность

- По мере истощения мировых запасов невозобновляемого топлива (нефти, угля и газа), ученые все активнее работают над альтернативными источниками энергии. И если еще десяток лет назад сырьевые индустриальные гиганты не воспринимали солнечную энергетику как серьезного конкурента, то сейчас над совершенствованием материалов для солнечных батарей работают во всем мире. В настоящее время активно исследуются солнечные элементы на основе гибридных органо-неорганических перовскитов.



Рис.1.Солнечные ячейки



**Рис.2.Эффективность перовскитных солнечных батарей**

# Цели и задачи

- Цель работы: изучить синтез оксида меди и йодида меди для формирования буферных слоев для перовскитных солнечных ячеек.
- Задачи работы:
- Рассмотреть гибридную органо-неорганическую перовскитную структуру;
- Изучить методы синтеза оксида меди и йодида меди для формирования буферных слоев для перовскитных солнечных ячеек.

# Минерал перовскит и перовскитоподобные структуры

- Перовскит — сравнительно редкий для поверхности Земли [минерал](#), [Формула](#):  $ABX_3$

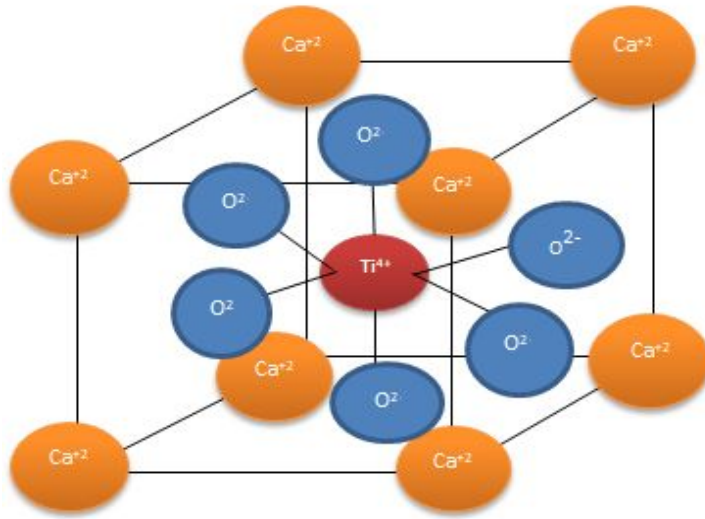


Рис.3. Кристаллическая структура титаната кальция

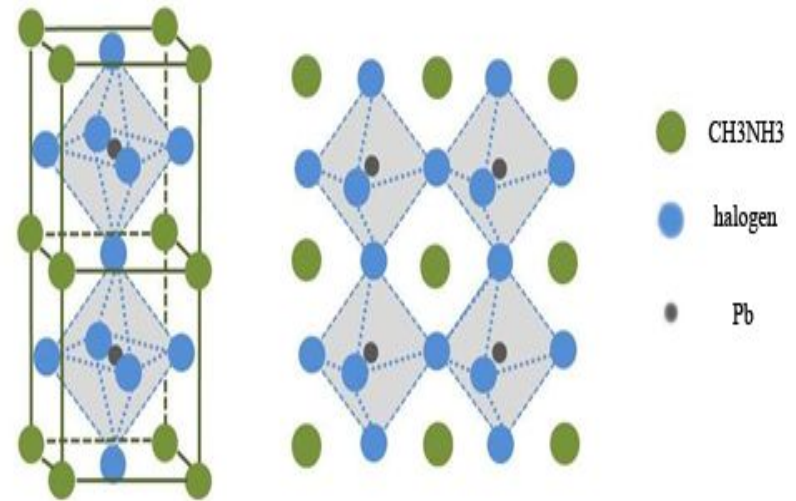


Рис.4. Кристаллическая структура перовскита  $ABX_3$

В фотовольтаике наибольшее применение нашли перовскитные материалы с общей формулой  $CH_3NH_3PbX_3$  (где X —  $Br^-$ ,  $Cl^-$ ,  $I^-$ )

# Используемые буферные слои для переноса носителей зарядов



**p-слой** – HTM - hole transport material (материал, служащий основой для переноса дырок).

Существуют органические и неорганические p-слой: PЗНТ, ДЕН, NiO, CuCsN, CuI, CsSnI<sub>3</sub>, CuO и другие.

**n-слой** (материал служащий основой для переноса электронов).  
ZnO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>

Рис.5. Структура ГОНП ФЭП

# Причины создания буферного слоя из оксида и йодида меди

- В основе выбора оксида и йодида меди лежат их физико-химические свойства
- Йодид меди(I), как и большинство бинарных соединений с галогенами, является неорганическим полимером. Йодид меди(I) имеет богатую фазовую диаграмму, а это значит, что он существует в нескольких кристаллических формах

- Оксид меди - полупроводник. Он является промежуточным проводником, где электричество может течь свободно, и изолятор, где электроны сильно связаны с их атомами и не текут свободно.
- теоретическая эффективность преобразования солнечной энергии в электрическую энергию для  $\text{Cu}_2\text{O}$  составляет 9-12%



# Преимущества

- Главным преимуществом перовскитов является то, что они могут быть изготовлены из обычных металлов и промышленных химических веществ, а не из дорогих исходных металлов, используемых в других заменителях солнечных ячеек на основе кремния.

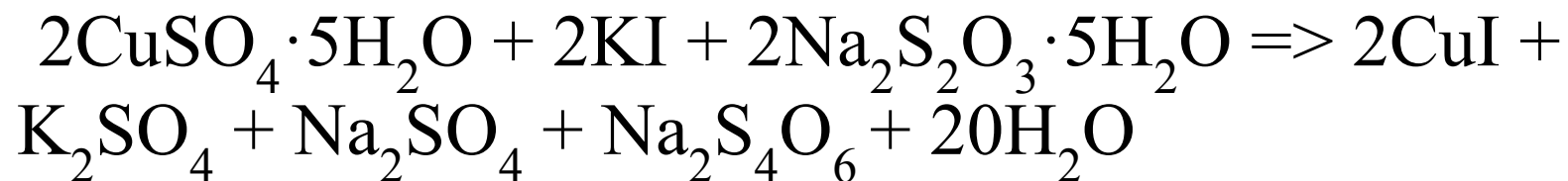
- Еще одним важным достоинством перовскитов является их стабильность. Даже в условиях непрерывного освещения преобразование тока уменьшается всего на 10 % от первоначального. Специалисты предполагают, что в ближайшие десять лет эффективность солнечных батарей на основе перовскитов достигнет 50 %

# Получение оксида меди ( I )

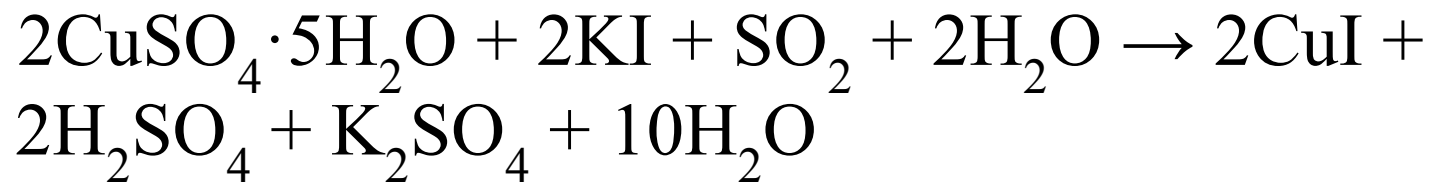
- $4\text{Cu} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{Cu}_2\text{O} \quad (200^\circ\text{C})$
- $2\text{Cu} + \text{N}_2\text{O} \rightarrow \text{Cu}_2\text{O} + \text{N}_2 \quad (600^\circ\text{C})$
- $4\text{Cu} + 2\text{NO} \rightarrow 2\text{Cu}_2\text{O} + \text{N}_2 \quad (600^\circ\text{C})$
- $\text{Cu} + \text{CuO} \rightarrow \text{Cu}_2\text{O} \quad (1000-1200^\circ\text{C})$
- $4\text{Cu} \rightarrow 2\text{Cu}_2\text{O} + \text{O}_2 \quad (1026-1100^\circ\text{C})$
- $2\text{Cu}_2\text{S} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Cu}_2\text{O} + 2\text{SO}_2 \quad (1200-1300^\circ\text{C})$
- $4\text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{N}_2\text{H}_4 \cdot \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Cu}_2\text{O} + \text{N}_2 + 7\text{H}_2\text{O} \quad (100^\circ\text{C})$
- $2\text{CuI} + 2\text{KOH} \text{ конц.} \rightarrow \text{Cu}_2\text{O} \downarrow + 2\text{KI} + \text{H}_2\text{O}$
- $2\text{H}[\text{CuCl}_2] + 4\text{NaOH} \rightarrow \text{Cu}_2\text{O} \downarrow + 4\text{NaCl} + 3\text{H}_2\text{O}$

# Получение йодида меди ( I )

- Способ 1.



- Способ 2.



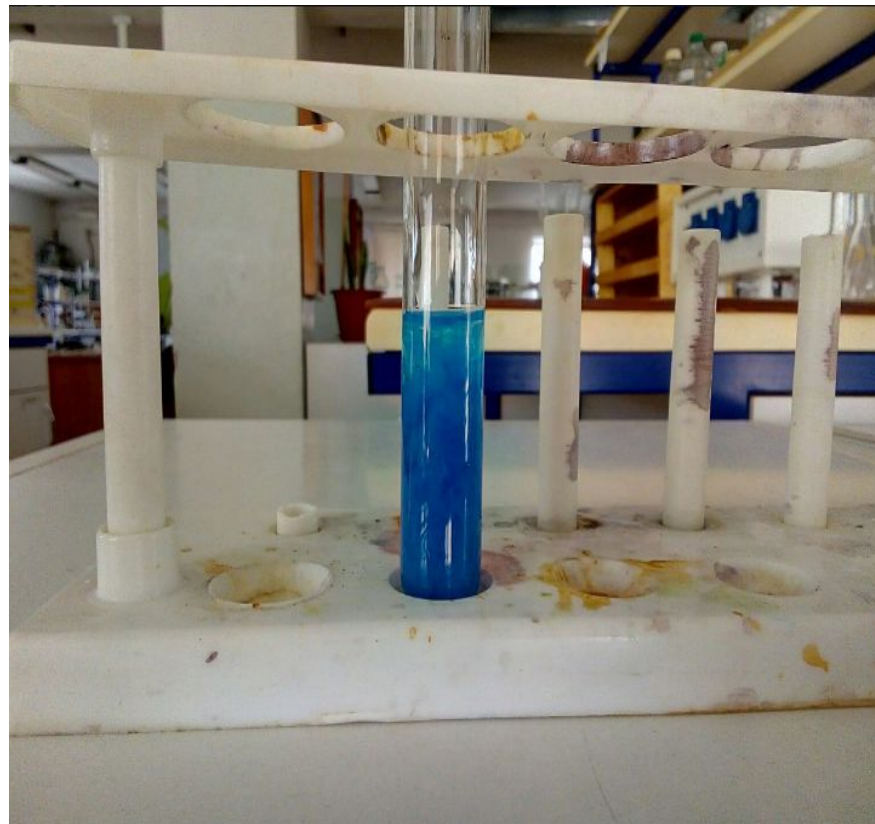
# Экспериментальная часть

- Получение оксида меди I .

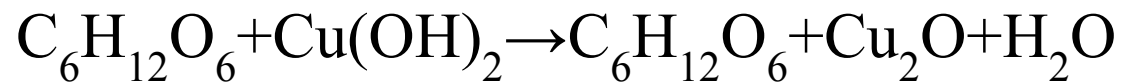


**Рис.6.Глюкоза (слева глюкоза, справа приготовленный раствор глюкозы)**

- Далее был приготовлен раствор  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ .  
$$\text{CuSO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4$$



**Рис.7. Раствор  $\text{Cu}(\text{OH})_2$**



**Рис.8. Полученный раствор до начала нагревания**



**Рис.9. Полученный раствор  $\text{Cu}_2\text{O}$  (после нагревания)**

# Заключение