

Problem 1

Estudiar, explicar, discutir (Funcionamiento, síntesis, ventajas, desventajas, rendimientos, etc) e ilustrar en detalle, lo que son: Las celdas solares Graetzel (Celdas solares electroquímicas).

Solution: Las celdas solares Graetzel o celdas sensibilizadas por colorante (DSSC, por sus siglas en inglés) son dispositivos de conversión de energía lumínica a energía eléctrica a partir de la promoción o excitación de electrones de un electrolito (colorante fotosensible) que se halla en contacto con una placa semiconductora que comúnmente resulta ser Dióxido de Titanio (TiO_2).

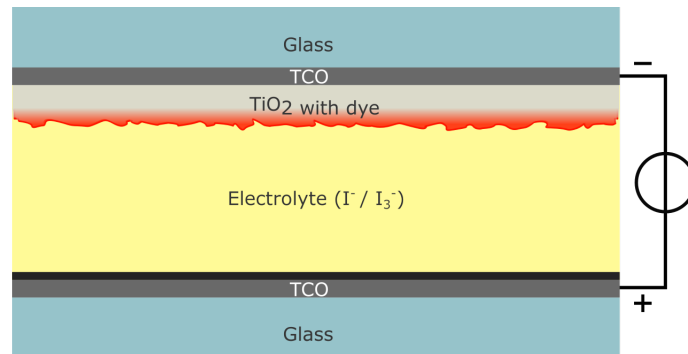


Figura 1: Diagrama de una celda Graetzel. Imagen tomada de: [Link](#)

Para entender el funcionamiento de esta celdas solares se parte de la interacción entre el electrolito (S^+) y la radiación solar ($h\nu$) incidente, al darse esta interacción el electrolito pasa a un estado excitado (S^*), como en la siguiente relación:



Después las moléculas excitadas del electrolito (S^*) se oxida, inyectando electrones a la banda de conducción del semiconductor (dióxido de Titanio). Los electrones se difunden por la red cristalina del dióxido de titanio hasta encontrar el sustrato conductor por donde acceden al circuito externo.



Posteriormente las moléculas del electrolito oxidado (S^+) se regeneran al recibir electrones del Ion Yoduro en el electrolito.



Por ultimo el, ion yoduro se regenera mediante la reducción del ion tri yoduro:



Lo anterior es posible gracias a las diferencias entre los niveles energéticos de los componentes de la celda, como se puede ver en la figura 2

Los materiales que son utilizados en la construcción de este tipo de celdas solares son elegidos con base a sus propiedades tanto eléctricas así como cristalográficas, por ejemplo se hace uso de materiales

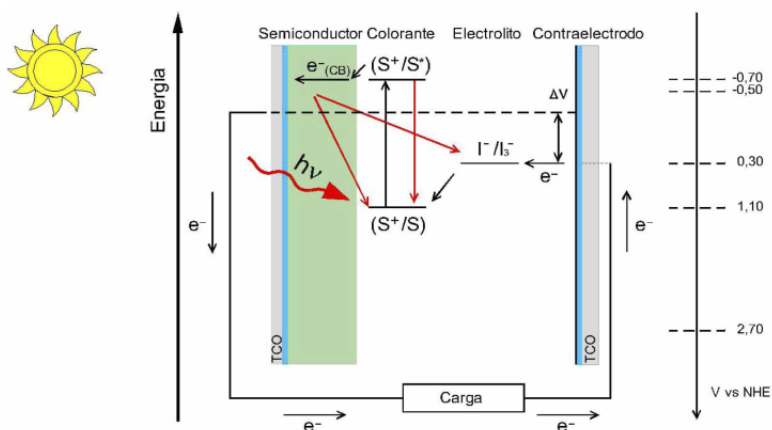


Figura 2: Diagrama de una celda Graetzel. Imagen tomada de:[1]

TCO para asegurar dos cosas la primera es que la mayor parte del espectro visible entre al sistema y por consiguiente entre en contacto con el electrolito para su posterior excitación y oxidación, la segunda es que este material funcione como un espejo para la radiación infrarroja y evitar daños al circuito así como el desgaste del electrolito [2]. La placa semiconductora de TiO_2 a parte de ser de poseer las bondades de un semiconductor es un material poroso lo cual propicia que el electrolito quede absorbido en su superficie lo cual facilita el paso de los electrones a su banda de valencia, además el TiO_2 es barato, abundante e inofensivo para el medio ambiente. Por parte del electrolito se hace uso de uno que sea fotosensible y que facilite la regeneración del mismo en el caso de la explicación del funcionamiento en este trabajo se hizo referencia al electrolito (I^-/I_3^-).

Ya por ultimo se tiene que hacer mención de dos cosas la primera es que en comparación con las celdas solares de Silicio(Si) las DSSC presentan eficiencias de conversión de energía bajas sin embargo su desempeño bajo intensidades de luz baja combinado con su bajo costo de producción las convierte en una excelente opción para aplicaciones en interiores.[3]

Problem 2

Estudiar, explicar, discutir(Síntesis, ventajas, desventajas, rendimientos, etc) e ilustrar en detalle lo que son las celdas solares dopadas con puntos cuánticos diversos.

Solution:

Las celdas solares sensibilizadas por puntos cuánticos(QDSSC por sus siglas en ingles), pertenecen al conjunto de celdas solares de tercera generación al igual que las DSSC además de ser dispositivos de conversión lumínica a energía eléctrica.

En las celdas solares de puntos cuánticos (QDs) los materiales mas usados son semiconductores como por ejemplo: CdS, CdSe, CdTe, CuInS_2 , Cu_2S , PbS, PbSe, InP, InAs, Ag_2S , Bi_2S_3 y Sb_2S_3 .

Los QDs son materiales semiconductores que, cuando el tamaño de la partícula es del radio de Bohr del material, presenta confinamiento cuántico. Por lo tanto, pueden ajustar tanto la absorción como la emisión dependiendo del tamaño del punto cuántico. Debido a esto, pueden usarse en varias aplicaciones, incluidas las celdas solares .

Las celdas solares sensibilizadas por puntos cuánticos tienen diferentes formas de fabricación, tanto para la preparación del electrodo revestido de semiconductor como para la capa sensibilizada con QDs. De las técnicas de fabricación destacan el método de adsorción y reacción sucesiva de capas iónicas (SILAR, por sus siglas en inglés), la electroforésis el baño químico. La mayor ventaja que tiene las celdas solares sensibilizadas por puntos cuánticos (QDSSC, por sus siglas en inglés) frente a las celdas solares de primera generación y las de segunda generación, es que estas últimas son bastante costosas y se restringen por el límite de Shockley Queisser a 32.9 % de eficiencia[4]. En cambio en las celdas solares sensibilizadas con puntos cuánticos, el crecimiento en diferentes tamaños de los puntos cuánticos hace posible variar la brecha prohibida de los materiales. Esto permite absorber un mayor rango del espectro solar y sobrepasar el límite teórico de eficiencia de las celdas solares de primera y segunda generación.

La arquitectura de dispositivo típica de una celda solar de QDs de CdS insertados en TiO_2 se muestra en la figura 3 basada en la configuración de una celda solar sensibilizada por tinte.

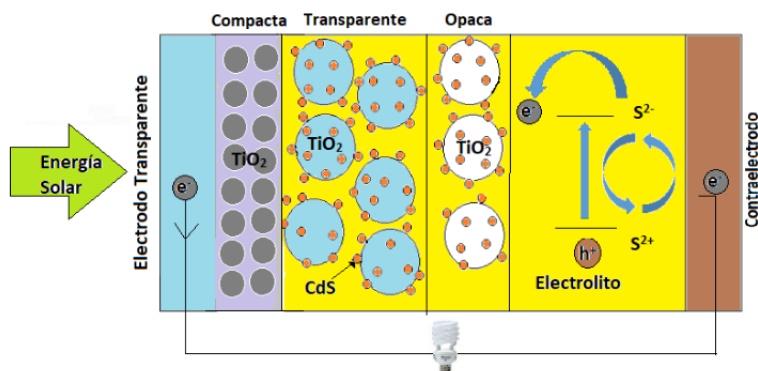


Figura 3: Esquema de la arquitectura del dispositivo de una celda solar de QDSSC de unión con electrolito REDOX. *Imagen tomada de:* [5]

Las QDSSC se componen un semiconductor de brecha prohibida ancha mesoporoso (generalmente TiO_2), más allá del TiO_2 se encuentra una que está sensibilizado con nanocristales de semiconductores (comúnmente QDs) con una brecha energética más pequeña, una solución de electrolito reducción-oxidación (redox) y un contra electrodo. Tras la excitación, los electrones se inyectan desde los nano cristales semiconductores a la banda de conducción del TiO_2 seguido de la difusión al contacto de frente mientras los huecos se transfieren al electrolito para la regeneración en el contra-electrodo.

Referencias

- [1] Marco Alfaro, Ignacio Alfaro, and Rodrigo Guerra. Solución y análisis del modelo de södergren para celdas solares tipo grätzel usando la función solver de excel. *Educación química*, 30(4):16–33, 2019.
- [2] Nicolás Di Lalla, Raúl Tarulla, and Cristian Lucio Arrieta. Propiedades del SnO_2 : F como película reflectante de radiación infrarroja. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 4, 2000.
- [3] Jiawei Gong, K Sumathy, Qiquan Qiao, and Zhengping Zhou. Review on dye-sensitized solar cells (dsscs): Advanced techniques and research trends. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68: 234–246, 2017.
- [4] Yunlu Xu, Tao Gong, and Jeremy N Munday. The generalized shockley-queisser limit for nanostructured solar cells. *Scientific reports*, 5:13536, 2015.
- [5] José Salvador Cabrera Robles et al. Fabricación y optimización de celdas solares sensibilizadas por puntos cuánticos. 2019.