

A1 La electricidad a partir de células solares – Construir una célula de colorante

1 La construcción de una célula solar de colorante

1.6 Preguntas

- a) Expliquen las razones de las diferencias de potencia de las distintas células.

Respuesta: Cada colorante presenta el máximo de absorción según las diferentes longitudes de onda. Pero también la longitud de onda que radia cada fuente de luz posee su propia composición espectral específica. Por esa razón funcionarán mejor aquellos colorantes cuya absorción esté mejor adaptada al espectro de la luz irradiada. Si por ejemplo se proyecta luz roja sobre un colorante rojo, la luz se refleja y no es absorbida. Pero si sobre ese colorante rojo incide una luz verde, esta será absorbida por completo y, en el caso de la célula de colorante, se transformará, casi en su totalidad, en energía eléctrica. Otros factores que influyen en el rendimiento son la concentración del colorante y la concentración del electrolito (aquí, tintura de yodo). Una concentración excesivamente baja significa en todo caso una menor producción de energía eléctrica.

- b) Una pequeña recapitulación de los principios básicos de la teoría de la electricidad: expliquen por qué la potencia calculada en base a la tensión de circuito abierto y la corriente de cortocircuito no corresponde a la potencia real teniendo la carga de un consumidor.

Respuesta: Para que una fuente de alimentación transmita la potencia máxima a un consumidor (carga), es necesario que la resistencia interna de la fuente de alimentación y la resistencia de carga tengan la misma magnitud. Si no se da esa circunstancia, tampoco se alcanzará la potencia máxima. Si por ejemplo medimos la tensión de circuito abierto de la célula solar, veremos que la resistencia de carga es enorme (10 MOhm), mientras que la corriente que fluye tiende a cero. La tensión de circuito abierto medida es por tanto más alta que la tensión registrada cuando la potencia es óptima. Si medimos la corriente de cortocircuito, la resistencia de carga es extremadamente pequeña en comparación con la resistencia interna de la célula solar, es decir, casi toda la tensión se pierde en la resistencia interna, la tensión útil es muy pequeña. En términos de condiciones óptimas de carga de servicio, la tensión de circuito abierto y la corriente de cortocircuito son por tanto demasiado elevadas, no pudiéndose obtener la potencia calculada a partir de esos dos parámetros. Pero la potencia calculada a partir de la corriente de cortocircuito y la tensión de circuito abierto es una referencia que permite establecer comparaciones con el rendimiento de otras células solares calculadas del mismo modo. Para determinar la potencia real es necesario llevar a cabo una serie de mediciones de corriente-tensión bajo resistencia de carga variable (v. experimento A 5, experimento parcial 6).

- c) En caso de que ya hayan tratado en clase el tema de la fotosíntesis: comparen los procesos que tienen lugar en la célula Graetzel con los de la fotosíntesis en las plantas.

Respuesta: El rasgo común de ambos procesos es la absorción de energía de radiación de la luz; la diferencia radica en el “aprovechamiento” de la energía luminosa. Célula solar: transformación de energía de radiación en energía eléctrica (energía solar) Fotosíntesis: transformación de energía de radiación en energía química (ATP o síntesis de glucosa por reacción de agua con dióxido de carbono). A pesar de que la energía luminosa provoca la transferencia de electrones entre átomos y moléculas en el caso de la célula Graetzel, se trata de reacciones químicas y no de generación de electricidad, ya que no se establece un circuito eléctrico exterior útil.

2 La potencia de la célula de Graetzel a diferentes intensidades de luz

2.6 Preguntas

- a) Escojan la mejor fuente de luz para generar electricidad con una célula Graetzel y expliquen por qué.

Respuesta: Las tres fuentes de luz a disposición son: luz solar indirecta (difusa) en interiores (aquí llamada “luz natural indirecta”), luz solar directa al aire libre y con el cielo despejado y la luz de una fuente luminosa artificial (retroproyector o foco con bombilla halógena). La luz natural indirecta no solo es menos brillante que la luz solar directa (¡hasta por un factor de 10 000!), sino que también presenta otra composición espectral que la de la luz solar directa, debido a que los cristales de las ventanas actúan como filtro, así como a la absorción y reflexión ejercida por las paredes.

La luz natural indirecta, por tanto, generalmente aportará una menor producción de energía eléctrica que la luz solar directa. La fuente luminosa artificial será mejor que la luz natural indirecta, en función de la luminosidad.

Pero reduciendo la distancia es posible en todo caso incrementar la intensidad de iluminación de forma que la producción de energía eléctrica sea mucho mayor que con la luz natural indirecta que penetra por la ventana. En resumen: si la célula de colorante está muy alejada de la fuente de luz artificial o la luz natural indirecta es demasiado débil, la intensidad de iluminación que incide sobre la célula solar será tan baja que apenas fluirá electricidad.

Otro factor a tener en cuenta es si el colorante es el adecuado para el espectro de la fuente de luz. Las lámparas halógenas son por lo general bastante adecuadas; las lámparas fluorescentes, más bien poco. Dado que la luz solar directa posee una máxima luminosidad e irradia todo el espectro de luz, por regla general será también esta la que proporcione los mejores resultados.

- b) Expliquen la influencia de la claridad de la luz solar en el crecimiento de las plantas. Al hacerlo, tengan en cuenta los cambios en la intensidad de la iluminación por la luz solar en el ritmo diurno y anual.

Respuesta: Para que una planta pueda crecer, sus células necesitan energía. Las plantas obtienen esa energía absorbiendo la luz solar con ayuda del colorante llamado clorofila y produciendo azúcar –que contiene más energía que las sustancias de partida– a partir de dióxido de carbono y agua. Las células de la planta pueden a continuación transformar ese azúcar en sustancias de crecimiento como celulosa, proteínas, etc., a través de sucesivas reacciones químicas (¡en función de la temperatura!). Siempre y cuando haya suficiente agua y calor disponible y las plantas toleren altas temperaturas e intensidades de luz, es válida la regla: cuanto mayor es la radiación luminosa (duración y luminosidad), mayor es el crecimiento. Por esa razón, las mejores condiciones para el crecimiento de las plantas se dan durante el día y en verano.

3 Una mayor tensión debido a varias células de Graetzel

3.6 Preguntas

- a) Expliquen para qué aplicaciones en la vida cotidiana pueden imaginar se podría utilizar la célula de Graetzel.

Respuesta: Se podrán emplear células de Graetzel en todos aquellos sitios donde también se puedan utilizar células solares de semiconductores convencionales de Si, CdTe, CIS, etc. En la actualidad, las células sensibilizadas por colorante todavía tienen el inconveniente de que su rendimiento es bajo (apenas el 3% en células de gran superficie).

Una ventaja de las células Graetzel son sus bajos costes de material y fabricación, así como sus materiales relativamente ecológicos. Otra ventaja es que en comparación, por ejemplo, con las células de silicio, suministran más electricidad en condiciones de luz difusa y débil. Es decir, para aplicaciones de un solo uso (artículos desechables) ya serían en la actualidad más adecuadas que, p. ej., las células de silicio. Si se logra aumentar su vida útil, su aplicación sería útil en grandes superficies, p. ej., fachadas de edificios. Su menor rendimiento se vería compensado entonces por una mayor superficie. En ese caso serían rentables a pesar su menor rendimiento, siempre que su coste fuera alrededor de una cuarta o quinta parte del coste de las células solares de semiconductores.

- b) Describan qué modificarían en la célula de Graetzel para mejorar la duración de la vida útil y la potencia de la célula.

Respuesta: La sensibilidad espectral de la célula se puede optimizar a través de la elección de otros colorantes o la combinación de varios colorantes. El problema principal es la vida útil, su duración, condicionada por la decoloración y la oxidación de los colorantes. La labor principal consiste en desarrollar colorantes más estables. Lo más probable es que esto solo se consiga con colorantes sintéticos. Además, también se podría intentar encontrar un electrolito que fuese menos sensible a los cambios de temperatura (eso precisamente se está investigando en la actualidad). Otra propuesta de mejora es optimizar los contactos para la toma de corriente en la célula.