

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

## 1 La construcción de una célula solar de colorante

La construcción de una célula de colorante no es difícil, aunque hay que trabajar minuciosamente.

### 1.1 Aparatos y materiales

- lápiz, blando (6B)
- 1 multímetro digital
- electrodo de vidrio para la célula de colorante (SnO, transparente)
- electrodo de vidrio para la célula de colorante (TiO<sub>2</sub>, blanca)
- infusión de hibisco (preparado por el profesor o la profesora)
- tintura de yodo (solución de yodo/yoduro de potasio)
- 2 pinzas (para papeles)
- 1 juego de cable de medición banana/cocodrilo, en rojo y negro, respectivamente
- si hace falta, jugos de fruta (los mejores son los de color rojo oscuro como, p. ej., de mora, frambuesa, cereza, grosella o saúco)
- proyector de láminas, marcador, rotulador o algo similar.
- 1 tapa enroscable (para vaso de 100 ml)
- si hace falta, una lámpara de escritorio (lámpara halógena, 20W)
- jeringuilla (inyección cónica), 5 ml (como pipeta)

**Atención:** Al acabar el experimento, los materiales deben ser devueltos o eliminados siguiendo las instrucciones del profesor.

### 1.2 Advertencias de seguridad

Los materiales sólo pueden utilizarse según las instrucciones del experimento o las que dé el profesor o la profesora. El té no es para consumo humano. Hay que evitar que la tintura de yodo entre en contacto con la piel (el yodo no es especialmente peligroso, pero hay personas que son alérgicas al yodo).

### 1.3 Realización del experimento

Por lo general, el experimento primero se realiza como se describe a continuación, con infusión de hibisco. Aclaren con el profesor o la profesora si esto vale para todos los grupos o si en seguida van a probar otros colorantes en forma de jugos de frutas.

#### 1.3.1 Teñir los electrodos negativos con colorante natural

- Ordenen los materiales sobre sus mesas.
- Comiencen el experimento con la solución concentrada de colorante de hibisco de la infusión.

El profesor o la profesora les dará la infusión de hibisco.

- Utilicen como electrodo negativo (el “fotoelectrodo”) la placa de vidrio recubierta de una capa (blanca) de óxido de titanio.
- Llenen con la jeringuilla aprox. 6 ml de infusión en la tapa enroscable.
- Coloquen esta placa de vidrio en la tapa que tiene un poco de infusión, de forma que esté cubierta toda la superficie. Esperen aprox. cinco minutos. Mientras que esperan pueden ya empezar con el punto 1.3.2.
- Saquen la placa y sequen suavemente la superficie con un pañuelo de papel. El óxido de titanio que antes era blanco ahora debería haberse teñido de rojo púrpura o violeta.

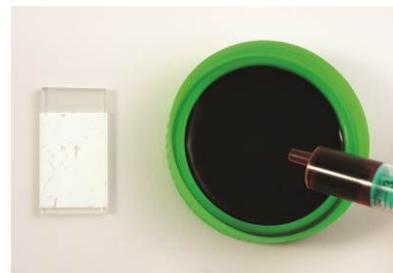


Fig. 1: La placa recubierta de óxido de titanio blanco se coloca en la infusión de hibisco.

### 1.3.2 Recubrir el electrodo positivo

- Como electrodo positivo se utiliza la placa de vidrio transparente con una capa conductora eléctrica de óxido de estaño transparente.
- Primero determinen con el multímetro que la capa de óxido de estaño en el electrodo positivo sea conductora (“electrodo de signo contrario”).
- Coloquen el conmutador del multímetro en medición de resistencia ( $\Omega$ ) en el intervalo de 200 Ohm y pongan con cuidado las dos puntas aprox. a 1 cm de distancia entre sí sobre la placa de vidrio. Si el medidor indica una resistencia muy baja (aprox. 30 Ohm) es que han encontrado el lado conductor.
- Ahora rayen el lado conductor de forma uniforme con un lápiz blando, hasta que la placa de vidrio quede pintada de gris.
- Marquen con un rotulador el lado con grafito con un símbolo de “+”.

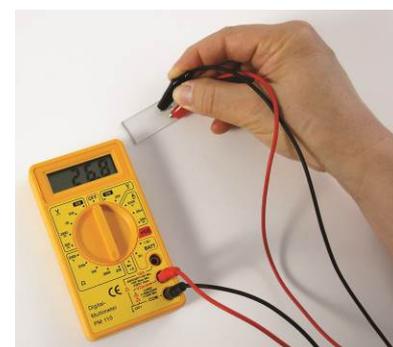


Fig. 2: En la placa de vidrio transparente se determina el lado conductor midiendo la resistencia.

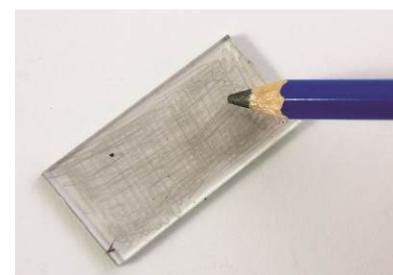


Fig. 3: El lado conductor se raya con un lápiz blando.

### 1.3.3 La construcción de la célula

- Coloquen el electrodo de vidrio con la capa blanca de óxido de titanio sobre un pañuelo de papel.
- Pidan al profesor o a la profesora que eche una gota de tintura de yodo (solución de yodo/yoduro de potasio) como electrólito sobre la capa de colorante y óxido de titanio. (eventualmente, secar con papel las gotas de la tintura de yodo derramadas).
- Ahora coloquen el electrodo positivo con la capa de grafito (“+”) hacia arriba sobre la mesa.
- Después coloquen encima el electrodo negativo con la capa de óxido de titanio y colorante hacia abajo.
- Tengan en cuenta que a la izquierda y a la derecha en dirección longitudinal sobresale una parte de la placa de vidrio para sacar la corriente.
- Fijen las dos placas de vidrio con dos pinzas.

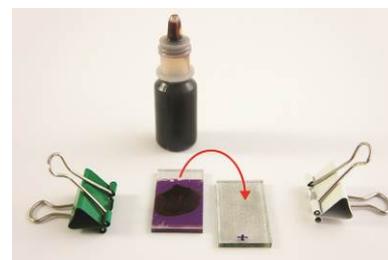


Fig. 4: Tras poner la gota de electrólito sobre la capa teñida los dos electrodos de vidrio se colocan ligeramente desfasados uno sobre el otro.

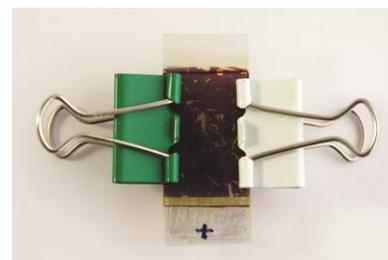


Fig. 5: La célula solar después de construirla con las pinzas.

### 1.3.4 Determinar la potencia eléctrica

- Coloquen la célula de Graetzel con el lado del colorante (el fotoelectrodo) hacia arriba sobre la mesa y conecten el multímetro con las pinzas de cocodrilo al polo positivo y al negativo de la célula.
- Procuren que la luz solar o un foco de luz artificial intenso incidan directamente en la célula.
- Seleccionen en el multímetro el intervalo 2.000 mV o 2.000  $\mu$ A.



Fig. 6: Determinar la tensión en vacío bajo una lámpara halógena.

## 1.4 Observación

- Determinen el valor máximo de la tensión en vacío (en V) y la intensidad de cortocircuito (en mA).
- Comparen sus valores con los de los demás grupos.

## 1.5 Evaluación

La potencia  $P$  se calcula a partir de los valores de medición de la tensión  $U$  y la intensidad  $I$ .

Potencia  $P =$  Tensión  $U \cdot$  Intensidad  $I$

Ejemplo para 0,3 V y 0,2 mA  $\Rightarrow P = 0,3 \text{ V} \cdot 0,2 \text{ mA} = 0,06 \text{ mW}$

Tengan en cuenta que la potencia derivada de la tensión en vacío (sin consumidores o carga útil) y la corriente de cortocircuito no corresponde a la potencia máxima real teniendo la carga de un consumidor.

Elaboren una tabla siguiendo el ejemplo que figura a continuación y apunten allí los valores medidos en su célula para la tensión y la intensidad y los valores de los grupos vecinos. A continuación, calculen la potencia:

célula núm.	tensión en V	intensidad en mA	potencia en mW

## 1.6 Preguntas

- Expliquen las razones de las diferencias de potencia de las distintas células.
- Una pequeña recapitulación de los principios básicos de la teoría de la electricidad:  
Expliquen por qué la potencia calculada en base a la tensión en vacío y la corriente de cortocircuito no corresponde a la potencia real teniendo la carga de un consumidor.
- 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.

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

### 2.1 Aparatos y materiales

- 1 multímetro digital
- 1 célula de Graetzel acabada
- 1 regla
- 1 juego de cable de medición banana/cocodrilo, en rojo y negro, respectivamente
- diferentes fuentes de luz

**Atención:** Al acabar el experimento, los materiales deben ser devueltos o eliminados siguiendo las instrucciones del profesor.

### 2.2 Advertencias de seguridad

Los materiales sólo pueden utilizarse según las instrucciones del experimento o las que dé el profesor o la profesora.

### 2.3 Realización del experimento

- Coloquen su célula a la misma distancia de diferentes fuentes de luz (luz diurna, foco de luz, luz del sol directa).
- Determinen los valores máximos de la tensión y la intensidad y calculen la potencia de la célula.

### 2.4 Observación

Calculen los valores máximos de la tensión (en V) y la intensidad (en mA) de la célula en las diferentes fuentes de luz.

### 2.5 Evaluación

Apunten los valores que han medido para la tensión y la intensidad de la célula indicando la fuente de luz en una tabla siguiendo el siguiente ejemplo y calculen la potencia:

fFuente de luz	tensión en V	intensidad en mA	potencia en mW

### 2.6 Preguntas

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

### 3 Una mayor tensión debido a varias células de Graetzel

Para poder combinar varias células todos los grupos tienen que colaborar juntos.

#### 3.1 Aparatos y materiales

- 1 multímetro digital
- 1 juego de cable de medición banana/cocodrilo, en rojo y negro, respectivamente
- células de Graetzel acabadas
- 4 cables conectores de cocodrilo
- lámpara de escritorio (lámpara halógena, 20W)

**Atención:** Al acabar el experimento, los materiales deben ser devueltos o eliminados siguiendo las instrucciones del profesor.

#### 3.2 Advertencias de seguridad

Los materiales sólo pueden utilizarse según las instrucciones del experimento o las que dé el profesor o la profesora.

#### 3.3 Realización del experimento

Un aparato eléctrico que necesita una intensidad de 0,6 V y una corriente de 0,1 mA ha de ser accionado con células de Graetzel.

- ¿Cuántas células individuales se necesitan para ello?
- ¿Qué fuente de luz hay que utilizar?

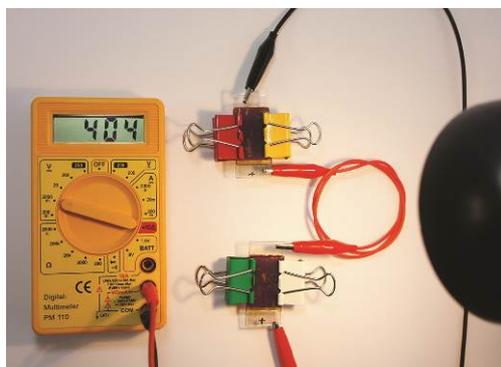


Fig. 7: El cableado en una conexión en serie de dos células.

Para realizar este experimento tienen que trabajar con los demás grupos para aprovechar todas las células que hayan construido.

Averigüen cómo hay que conectar las diferentes células (conexión en serie o en paralelo) para obtener una tensión de al menos 1,2 V.

### 3.4 Observación

Determinen con qué conexión y con cuántas células se obtiene la tensión mínima de 1,2 V.

Apunten los valores que han medido para la tensión y la intensidad en una tabla según el siguiente ejemplo:

fuelle de luz	cantidad de células	conexión	tensión en V	intensidad en mA
		conexión en serie		
		conexión en paralelo		

### 3.5 Evaluación

- Describan cómo se comportan la tensión y la corriente en una conexión en paralelo o en serie de las células.
- Compárenlo con el comportamiento de las conexiones en paralelo y en serie que aprendieron en la clase de Física.

### 3.6 Preguntas

- Expliquen para qué aplicaciones en la vida cotidiana se pueden imaginar que se utilice la célula de Graetzel.
- Describan qué modificarían en la célula de Graetzel para mejorar la duración de la vida útil y la potencia de la célula.