

A3 Los limones y otras pilas – La electricidad a partir de la energía química

1 ¿Funciona bien la “pila de frutas y verduras”?

Seguramente ya habrán visto que alguien introduce dos electrodos metálicos en un limón y con ello logra que se encienda una lamparita. Prueben ustedes mismos cómo funciona una pila de fruta o verdura y qué se necesita para ello.

1.1 Aparatos y materiales

- 1 multímetro digital
- 1 hélice doble para el motor solar pequeño
- 1 pepino u otra verdura
- 1 LED rojo (caja transparente), 1,7 V
- 2 clavos de cobre (como electrodos)
- 1 juego de cable de medición banana/cocodrilo, en rojo y negro, respectivamente
- 1 motor solar pequeño, armadura de tipo campana, 0,1 V/2 mA
- 6 cables conectores de cocodrilo
- 1 limón u otra fruta
- 2 clavos de zinc (como electrodos)

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.

1.3 Realización del experimento

- Inserten un clavo de cobre y otro de zinc en la fruta o verdura, p. ej., en el pepino.
- Inserten la hélice en el motor y conéctenlo.
¿Se prende el motor?
- Comprueben lo mismo con el LED (¡prueben con las dos polaridades!)

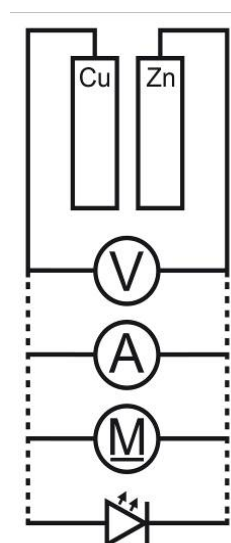


Fig. 1: Esquema eléctrico para las mediciones en una célula electroquímica (la “pila”).

- Midan la tensión eléctrica entre los dos clavos de metal usando el multímetro. Elijan un intervalo de medición razonable. (¿Dónde se obtiene la mejor resolución, en 2000 mV o en 20 V?)
- Midan la intensidad entre los dos clavos de metal usando el multímetro. Elijan un intervalo de medición razonable. (¿Dónde se obtiene la mejor resolución, en 2.000 μ A o en 20 mA?)
- Determinen qué electrodo (el de zinc o el de cobre) constituye el polo positivo o negativo de la pila de fruta.

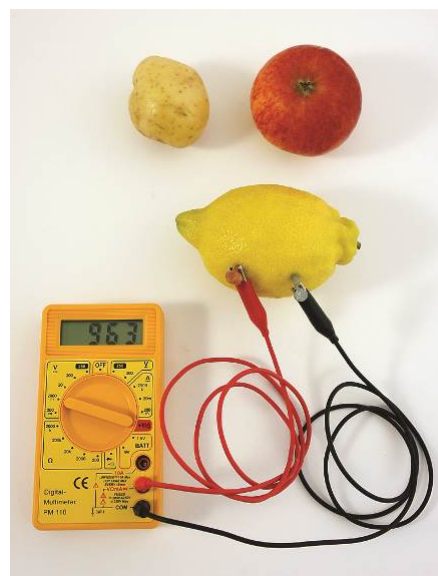


Fig. 2: La medición de la tensión en una pila de fruta.

- Ahora tomen dos pedazos de fruta o verdura, inserten en cada una un clavo de cobre y otro de zinc, respectivamente, y ahora conecten las dos “pilas” en serie (con los cables de conexión del cobre al zinc).

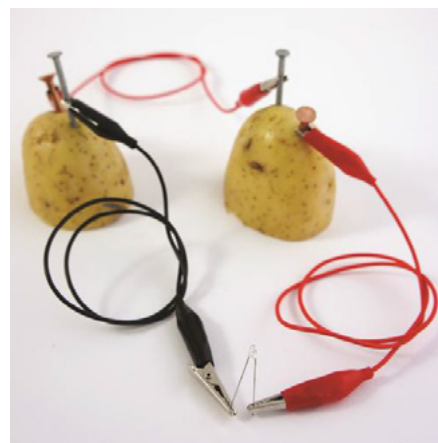


Fig. 3: El LED en dos pilas de verdura conectadas en serie.

- Ahora prueben con el motor y el LED y midan la tensión.

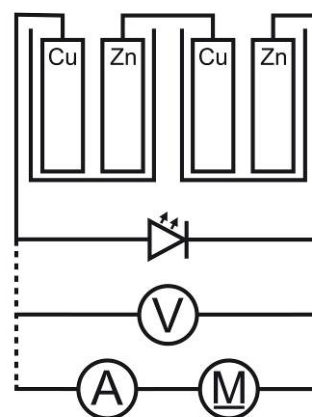


Fig. 4: El esquema de conexión para las mediciones en la conexión en serie con dos células electroquímicas.

1.4 Observación

Apunten sus observaciones en las distintas fases del experimento.

1.5 Evaluación

Resuman sus resultados de la siguiente manera:

- a) El motor con la hélice se pone en marcha cuando ...
- b) El diodo LED se prende cuando ...
- c) El multímetro indica ...

1.6 Preguntas

En su opinión: ¿La corriente realmente sale del limón o cuál es la causa verdadera?

2 La “pila de limones”: ¿Qué sirve para qué fin?

Con estos ensayos pueden esclarecer qué elementos se requieren para fabricar la “pila de limones” y para qué sirven.

2.1 Aparatos y materiales

- 1 multímetro digital
- 1 pepino, papa u otra verdura
- 2 clavos de cobre (como electrodos)
- 1 juego de cable de medición banana/cocodrilo, en rojo y negro, respectivamente
- 1 clavo (de acero, “hierro”)
- 2 clavos de zinc (como electrodos)
- 1 limón u otra fruta

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

- Vayan cambiando sistemáticamente la “pila de fruta o verdura”, combinando clavos de distintos materiales (Cu con Cu, Zn con hierro, Zn con Zn).
- Fijen un cable de medición con la pinza de cocodrilo en cada clavo y el otro extremo del cable al multímetro. Observen y apunten los valores de tensión obtenidos.
- ¿Qué pasa si sacan un clavo de la fruta o la verdura?
- ¿Qué pasa si combinan los mismos metales entre sí?
- Reflexionen: ¿Con qué otra fruta o verdura podrían sustituir la que usaron antes? ¡Hagan la prueba!

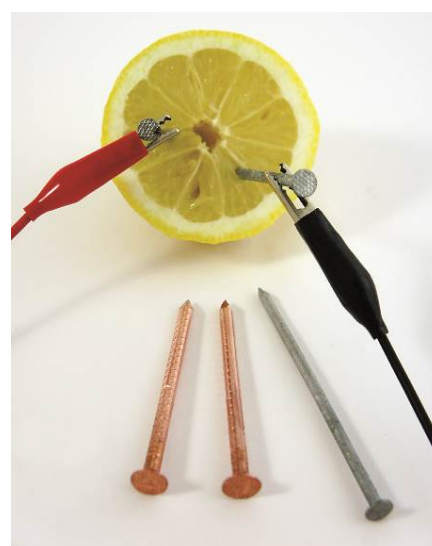


Fig. 5: La medición de diferentes combinaciones de metales.

2.4 Observación

Escriban sus observaciones de forma resumida. ¿Cambia la tensión en función de la fruta o la verdura en la que introducen el clavo?

2.5 Evaluación

¡Verifiquen sus resultados!

Coloquen en un orden lógico los tres metales utilizados en el experimento en función de las tensiones medidas. Empiecen para ello con el clavo de cobre.

¿De qué depende básicamente la magnitud de la tensión de una pila ?

2.6 Preguntas

- a) Expliquen qué tiene que ver este experimento con la serie de tensión de los metales.
- b) Reflexionen sobre qué podrían usar en vez de fruta o verdura para formar un circuito eléctrico.
- c) Digan qué tienen en común las frutas o las verduras. ¿Cómo se podría sustituir ese elemento común?

3 La “pila de limones” sin limones

Como ya saben, los limones, el pepino, la papa, la naranja, etc. sirven para cerrar el circuito eléctrico entre los diferentes clavos metálicos. Ahora deberían examinar qué pueden utilizar en vez de la fruta o la verdura para establecer la conexión. Seguramente sospecharán que el agua juega un papel importante, porque cuanto más jugosa la fruta o la verdura, mejor funcionarán las “pilas”.

3.1 Aparatos y materiales

- 2 vasos de plástico, 100 ml
- 1 clip para plantas (para sujetar el motor)
- 1 multímetro digital
- gafas protectoras para cada alumno
- 1 hélice doble para el motor solar pequeño
- 1 motor solar pequeño, armadura de tipo campana, 0,1 V/2 mA (¡tienen que intercambiárselo entre los grupos!)
- sal de mesa
- 6 cables conectores de cocodrilo
- 1 clavo de cobre (como electrodos)
- agua
- 1 juego de cable de medición banana/ cocodrilo, en rojo y negro, respectivamente
- 1 clavo de zinc (como electrodos)
- ácido cítrico

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.

- En el puesto de trabajo no debe haber materiales que puedan dañarse con agua.
- ¡Pónganse las gafas protectoras durante todo el experimento! En caso de que a pesar de ello por una salpicadura les entre ácido cítrico en los ojos o sobre la piel, ¡enjuáguese inmediatamente con agua limpia!

3.3 Realización del experimento

- ¡Pónganse las gafas protectoras!
- Vayan variando la “pila de limones” sistemáticamente, sustituyendo la fruta o la verdura por un vaso en el que haya uno de los siguientes líquidos:
 - sólo agua de la llave (enjuagar antes del vaso)
 - agua de la llave en la que han disuelto un poco de ácido cítrico.
 - agua de la llave, en la que han disuelto una cucharita de sal de mesa.
- Llenen tres cuartas partes del vaso con uno de esos líquidos.

- Coloquen el clavo de cobre y el de zinc (¡sin que entren en contacto entre sí!).
- Anoten los valores de la tensión para los diferentes electrólitos (el agua limpia, el ácido, la salmuera) en una pequeña tabla.

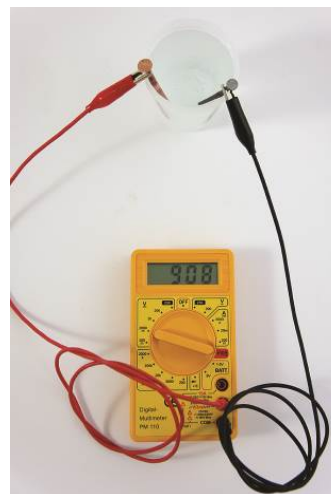


Fig. 6: La medición de los valores obtenidos.

- Examinen qué pasa si conectan el motor en paralelo con el voltímetro en el circuito eléctrico. Atención: Si trabajan solos pueden utilizar el clip para plantas para sujetar el motor (véase la imagen).

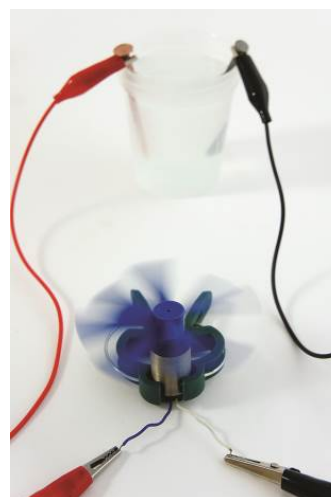


Fig. 7: El experimento con el motor.

3.4 Observaciones

Escriban sus observaciones de forma resumida.

3.5 Evaluación

- ¿Pueden medir una tensión entre los clavos metálicos con agua de la llave?
- Describan lo que sucedió al sustituir el agua por salmuera o una solución con ácido cítrico. ¿Qué valores obtuvieron para la tensión?
- Expliquen las consecuencias que tiene para la tensión si hubiera un consumidor en el circuito eléctrico.

3.6 Preguntas

- Muchas personas creen que se requiere ácido para poder generar electricidad con una célula electroquímica. Expliquen por qué también funciona con una sal como la sal de mesa.
- La solución mayormente acuosa en el interior de cada pila o acumulador se denomina electrólito. Expliquen lo que tiene que tener un electrólito para que pueda funcionar.

4 Una pila que soporta mucha carga

En una pila compuesta de dos metales se disuelve lentamente el metal menos noble formando una sal. Al mismo tiempo, el metal más noble tiene que poder separarse de la solución de su sal. En este caso se puede conseguir una mayor “potencia”, lo que muestran los siguientes experimentos:

4.1 Aparatos y materiales

- 1 vasos de plástico, 100 ml
- 1 multímetro digital
- 1 hélice doble para el motor solar pequeño
- 1 cuchara de café
- 1 sal de mesa
- 1 clavo de cobre (como electrodos)
- sulfato de cobre
- 1 juego de cable de medición banana/cocodrilo, en rojo y negro, respectivamente
- 1 clavo (de acero, “hierro”)
- 1 clip para plantas (para sujetar el motor)
- gafas protectoras para cada alumno
- 1 motor solar pequeño, armadura de tipo campana, 0,1 V/2 mA (¡tienen que intercambiárselo entre los grupos!)
- 6 cables conectores de cocodrilo
- agua
- 1 clavo de zinc (como electrodos)

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

4.2 Advertencias de seguridad

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

- En el puesto de trabajo no debe haber materiales que puedan dañarse con agua.
- ¡Pónganse las gafas protectoras durante todo el experimento! Eviten que el sulfato de cobre entre en contacto con la piel. En caso de que a pesar de ello por una salpicadura les entre sulfato de cobre en los ojos o sobre la piel, ¡enjuáguese inmediatamente con agua limpia!

4.3 Realización del experimento

- ¡Pónganse las gafas protectoras!
- Llenen la mitad de un vaso con agua y disuelvan en él una “punta del mango de la cuchara de café” de sulfato de cobre revolviendo ligeramente.
- Coloquen un clavo de cobre y uno de otro metal en la solución y determinen la tensión usando el multímetro.
- Ahora conecten el motor. Quizás tengan que mover un poco los clavos para que el motor arranque.
- Ahora conecten el multímetro y el motor en serie con los dos clavos y midan la intensidad.

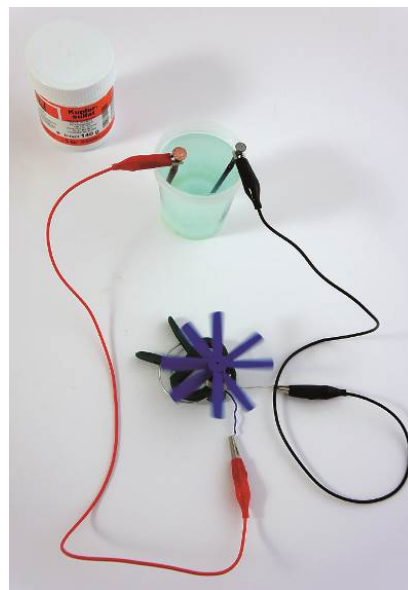


Fig. 1: El experimento con el motor.

4.4 Observaciones

Escriban sus observaciones de forma resumida.

4.5 Evaluación

- ¿Qué valores pudieron medir para la tensión y la corriente?
- ¿Qué potencia tiene la pila calculándola a partir de la tensión y la intensidad medidas?
- ¿La potencia obtenida es mayor que en los experimentos parciales 1 y 3?
- ¿Qué cambios pueden observar en el clavo del metal menos noble? De forma claramente visible, algo se deposita. ¡Expliquen en qué podría consistir esa deposición electrofítica!
- Reflexionen sobre si esa precipitación es buena o mala para la potencia de la pila y apunten sus suposiciones.

4.6 Preguntas

- ¿Tienen una idea de cómo evitar la deposición en el metal menos noble?
- En realidad, en una pila debería disolverse el metal menos noble, por lo que en el electrodo menos noble no tendría que producirse una deposición. ¿Pueden imaginarse cómo se puede utilizar en la práctica la deposición electrofítica en el metal menos noble?

5 ¿Un revestimiento de cobre como por arte de magia?

Los metales nobles se separan de sus soluciones salinas cuando se sumergen metales menos nobles en la solución. En el siguiente experimento se muestra cómo queda. El metal más noble en los siguientes experimentos es siempre el cobre (o sulfato de cobre a partir de la sal del cobre).

5.1 Aparatos y materiales

- papel de aluminio
- 1 vaso de plástico, 100 ml
- 1 cuchara de café
- sulfato de cobre
- 1 moneda de latón o de níquel
- 1 clavo (de acero, “hierro”)
- gafas protectoras para cada alumno
- agua
- ácido cítrico

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

5.2 Advertencias de seguridad

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

- En el puesto de trabajo no debe haber materiales que puedan dañarse con agua.
- ¡Pónganse las gafas protectoras durante todo el experimento! Eviten que el sulfato de cobre entre en contacto con la piel. En caso de que a pesar de ello por una salpicadura les entre sulfato de cobre o ácido cítrico en los ojos o sobre la piel, ¡enjuáguese inmediatamente con agua limpia!

5.3 Realización del experimento

- ¡Pónganse las gafas protectoras!
- Llenen medio vaso de agua y disuelvan en él una “punta del mango de la cuchara de café” de sulfato de cobre y añadan tanto ácido cítrico hasta que la solución sea transparente.
- Coloquen un pedacito de papel de aluminio en el suelo del vaso y pongan encima una moneda de latón o de níquel sobre el aluminio. Atención: La moneda tiene que tocar bien el papel de aluminio.
- En caso de que no puedan observar nada en los siguientes 10 a 45 minutos dejen el experimento así durante toda la noche y realicen la evaluación al día siguiente.
- Tras finalizar el experimento, si hace falta, unos días más tarde, tienen que seguir las instrucciones del profesor o la profesora respecto a cómo eliminar la solución de sulfato de cobre.

5.4 Observación

Escriban sus observaciones de forma resumida.

5.5 Evaluación

- a) Expliquen por qué se ha separado evidentemente cobre de la moneda.
- b) ¡Expliquen el papel que juega el aluminio en este proceso!

5.6 Preguntas

- a) Expliquen el efecto que tiene el ácido cítrico en nuestro experimento.
(Un consejo: ¿por qué la solución de sulfato de cobre sólo queda transparente después de añadir el ácido cítrico?)
- b) Si tienen conexión a internet investiguen qué importancia tiene el recubrimiento de metales en la técnica.

6 Una pila profesional de zinc y cobre

A fin de evitar que una parte de la sal de cobre en cortocircuito se deposite en el metal menos noble, hay que separar ambos metales y las soluciones que los rodean. A pesar de ello ambos líquidos deben dejar pasar la corriente eléctrica y tienen que estar conectados de forma que se mantenga la conductividad. Con este fin imitaremos un experimento desarrollado por el químico Daniell hace más de 150 años. Por ello una pila o acumulador fabricada con cobre y zinc también es denominada “pila Daniell”.

6.1 Aparatos y materiales

- 1 pila, 9 V
- 1 vaso de plástico, 100 ml
- 1 multímetro digital
- 1 hélice doble para el motor solar pequeño
- 2 bandas elásticas
- sal de mesa, caja
- 1 clavo de cobre (como electrodos)
- 1 juego de cable de medición banana/cocodrilo, en rojo y negro, respectivamente
- 1 pañuelo de papel, un papel de cocina o higiénico
- 1 fuente o recipiente de plástico
- gafas protectoras para cada alumno
- 1 motor solar pequeño, armadura de tipo campana, 0,1 V/2 mA
- 2 cables conectores de cocodrilo
- agua
- 1 clavo de zinc (como electrodos)

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

6.2 Advertencias de seguridad

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

- En el puesto de trabajo no debe haber materiales que puedan dañarse con agua.
- ¡No hagan un cortocircuito con la pila de ningún modo! ¡Hay peligro de explosión y de incendio!

6.3 Realización del experimento

- Preparen los dos clavos de metal y corten un pedazo del pañuelo de papel que tenga la anchura correspondiente al largo de los clavos.



Fig. 9: Cómo envolver los electrodos en un pañuelo de papel.

- Pongan alrededor de uno de los dos clavos el pañuelo de papel, coloquen el segundo clavo en la dirección contraria y envuelvan ambos clavos con el resto de la tira de papel. Ahora sólo se ven las cabezas de los clavos en los dos extremos. (¡Los clavos no deben tocarse, tienen que estar bien separados por el papel!)
- ¡Fijen el “paquete de electrodos” con 2 bandas elásticas!



Fig. 10: El paquete de electrodos listo, mojado con la solución de salmuera.

- Ahora llenen tres cuartas partes de un vaso con agua y disuelvan una punta de la cuchara de sal de mesa revolviendo continuamente.
- Coloquen el “paquete de electrodos” en el recipiente de plástico y mójenlo con la solución de salmuera. Ahora vuelvan a retirar el “paquete de electrodos” del recipiente.
- Ahora conecten el multímetro y midan la tensión.
- Conecten las dos cabezas de los clavos con un cable de cocodrilo, respectivamente, y los otros extremos de los cables con los bornes del motor.
- Midan la tensión tras conectar el motor.
- Ahora carguen el “paquete de electrodos” durante aprox. 5 minutos conectando la pila de 9 V (el polo positivo al cobre, el negativo al zinc).
- ¿Observan un cambio de color alrededor del cable de cobre?
- Cuando desconecten la pila de 9 V del “paquete de electrodos” cargado, vuelvan a conectarlo con el motor.
- ¡Midan aquí nuevamente la tensión!

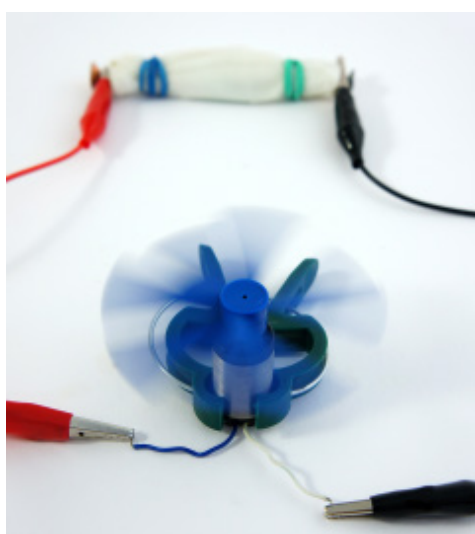


Fig. 11: El accionamiento del motor eléctrico con nuestra “pila Daniell”.



Fig. 2: Cómo cargar el paquete de electrodos.

6.4 Observación

Escriban sus observaciones de forma resumida. ¿Cuánto ha cambiado la tensión al conectar el motor?

6.5 Evaluación

- a) Expliquen qué función tiene el pañuelo de papel en este experimento.
- b) ¡Expliquen por qué eso hace que la potencia de la pila sea por lo general mayor que en los experimentos parciales 1, 3 y 4!

6.6 Preguntas

- a) Si tienen conexión a internet, ¡busquen de qué se compone la membrana de separación en las pilas y los acumuladores modernos! Transfieran los resultados a los de la pila de limones en el experimento parcial 1.
- b) Escriban las ecuaciones de las reacciones para los dos electrodos y para todo el proceso. Primero escriban una ecuación con palabras y luego intenten ponerla más concretamente en una fórmula.