

De interés

EL PREMIO NOBEL EN QUÍMICA 2019

9 de octubre 2019

La Real Academia Sueca de Ciencias ha decidido conceder el Premio Nobel en Química 2019 a John B. Goodenough, M. Stanley Whittingham y Akira Yoshino "por el desarrollo de las baterías de ion litio".



John B. Goodenough
Nacido en 1922, Jena,
Germany. Universidad
de Texas, Austin, TX,
USA

M. Stanley Whittingham
Nacido en 1941, United
Kingdom. Universidad
de Binghamton, Univer-
sidad de New York, New
York, NY, USA

Akira Yoshino
Nacido en 1948, Suita,
Japan
Corporacion Asahi Kasei,
Tokyo, Japan, Univer-
sidad Meijo, Nagoya,
Japan

INFORMACIÓN DE PRENSA

Crearon un mundo recargable

El Premio Nobel en Química 2019 premia el desarrollo de la batería de ion-litio. Esta poderosa batería, liviana y recargable, es usada actualmente desde en teléfonos móviles hasta laptops y vehículos eléctricos. También puede almacenar cantidades significativas de energía proveniente de energía solar o del viento, haciendo posible una sociedad independiente de los combustibles fósiles.

Las baterías de iones de litio se utilizan a nivel mundial para alimentar los dispositivos electrónicos portátiles que utilizamos para comunicarnos, trabajar, estudiar, escuchar música y buscar conocimiento. También han permitido el desarrollo de automóviles eléctricos de largo alcance y el almacenamiento de energía de fuentes renovables, como la energía solar y eólica.

La base de la batería de iones de litio se sentó durante la crisis del petróleo en la década de 1970. **Stanley Whittingham** trabajó en el desarrollo de métodos que podrían conducir a tecnologías de energía libre de combustibles fósiles. Comenzó a investigar superconductores y descubrió un material extremadamente rico en energía, que utilizó para crear un cátodo innovador en una batería de litio. Este fue hecho de disulfuro de titanio que, a nivel molecular, tiene espacios que pueden albergar, intercalar, iones litio.

El ánodo de la batería estaba hecho parcialmente de litio metálico, que tiene una gran tendencia a liberar electrones. Esto dio como resultado una batería que literalmente tenía un gran potencial, un poco más de dos voltios. Sin embargo, el litio metálico es reactivo y la batería era demasiado explosiva para ser viable.

John Goodenough predijo que el cátodo tendría un potencial aún mayor si se hiciera usando un óxido metálico en lugar de un sulfuro metálico. Después de una búsqueda sistemática, en 1980 demostró que el óxido de cobalto con iones litio intercalados puede producir hasta cuatro voltios. Este fue un avance importante y conduciría a baterías mucho más potentes.

Con el cátodo de Goodenough como base, **Akira Yoshino** creó la primera batería de iones litio comercialmente viable en 1985. En lugar de usar el reactivo litio en el ánodo, usó coque de petróleo, un material de carbono que, como el óxido de cobalto del cátodo, puede intercalar iones litio .

El resultado fue una batería ligera y resistente que podía cargarse cientos de veces antes de que su rendimiento se deteriorara. La ventaja de las baterías de iones litio es que no se basan en reacciones químicas que descomponen los electrodos, sino en iones litio que fluyen de un lado a otro entre el ánodo y el cátodo.

Las baterías de iones litio han revolucionado nuestras vidas desde que ingresaron al mercado en 1991. Han sentado las bases de una sociedad inalámbrica, libre de combustibles fósiles, y son de gran beneficio para la humanidad.

INFORMACIÓN GENERAL

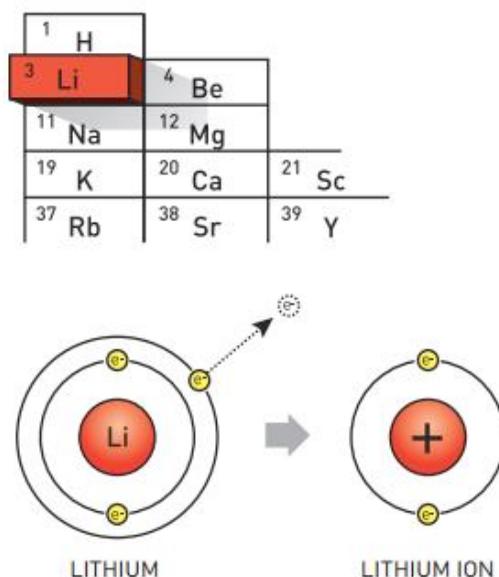
Desarrollaron la batería más poderosa del mundo

El Premio Nobel de Química 2019 se otorgó a John B. Goodenough, M. Stanley Whittingham y Akira Yoshino por sus contribuciones al desarrollo de la batería de iones litio. Esta batería recargable sentó las bases

de la electrónica inalámbrica, como teléfonos móviles y computadoras portátiles. También hace

posible un mundo libre de combustibles fósiles, ya que se utiliza para todo, desde alimentar automóviles eléctricos hasta almacenar energía de fuentes renovables.

Un elemento rara vez desempeña un papel central en un drama, pero la historia del Premio Nobel 2019 en química tiene un claro protagonista: el litio, un elemento antiguo que se creó durante los primeros minutos del Big Bang. La humanidad lo reconoció en 1817, cuando los químicos suecos Johan August Arfwedson y Jöns Jacob Berzelius lo purificaron de una muestra mineral de la mina Utö, en el archipiélago de Estocolmo. Berzelius nombró el nuevo elemento basado en la palabra griega para piedra, *litos*. A pesar de su pesado nombre, es el elemento sólido más liviano, por lo que apenas lo notamos en los teléfonos móviles que ahora llevamos.



El litio es un metal. Tiene solo un electrón en su capa externa de electrones, que tiene una fuerte tendencia a dejar el litio por otro átomo. Cuando esto sucede, se forma un ion litio cargado positivamente y más estable.

Para ser completamente correctos, los químicos suecos en realidad no encontraron litio metálico puro, sino iones de litio en forma de sal. El litio puro ha activado muchas alarmas de incendio, especialmente en la historia que se contará aquí; es un elemento inestable que debe almacenarse en aceite para que no reaccione con el aire.

La debilidad del litio, su reactividad, es también su fortaleza. A principios

de la década de 1970, Stanley Whittingham utilizó la enorme tendencia del litio a liberar su electrón externo cuando desarrolló la primera batería funcional de litio. En 1980, John Goodenough duplicó el potencial de la batería creando las condiciones adecuadas para una batería mucho más potente y útil. En 1985, Akira Yoshino logró eliminar el litio puro de la batería, basándola en su totalidad en iones de litio, que son más seguros que el litio puro. Esto hizo que la batería funcionara en la práctica. Las baterías de iones litio han traído el mayor beneficio para la humanidad, ya que han permitido el desarrollo de computadoras portátiles, teléfonos móviles, vehículos eléctricos y el almacenamiento de energía generada por energía solar y eólica.

Ahora retrocederemos cincuenta años en el tiempo, hasta el comienzo de la historia altamente cargada de la batería de iones litio.

La niebla del petróleo revitaliza la investigación sobre baterías

A mediados del siglo XX, el número de automóviles a gasolina en el mundo aumentó significativamente, y sus gases de escape empeoraron el smog dañino que se encuentra en las grandes ciudades. Esto, combinado con la creciente comprensión de que el petróleo es un recurso finito, sonó una alarma tanto para los fabricantes de vehículos como para las compañías petroleras. Ellos necesitaban invertir en vehículos eléctricos y fuentes alternativas de energía para que sus negocios sobrevivieran.

Los vehículos eléctricos y las fuentes alternativas de energía requieren baterías potentes que puedan almacenar grandes cantidades de energía. En realidad, solo había dos tipos de baterías recargables en el mercado en ese momento: la pesada batería de plomo que había sido inventada en 1859 (y que todavía se usa como batería de arranque en automóviles de gasolina) y la batería de níquel-cadmio que se desarrolló en la primera mitad del siglo XX.

Las petroleras invierten en nuevas tecnologías

La amenaza del agotamiento del petróleo dio como resultado que un gigante petrolero, Exxon, decidiera diversificar sus actividades. En una de las mayores inversiones en investigación básica reclutaron a algunos de los investigadores más importantes de la época en el campo de la energía, dándoles la libertad de hacer más o menos lo que quisieran, siempre que no se tratara de petróleo.

Stanley Whittingham fue uno de los que se mudaron a Exxon en 1972. Vino de la Universidad de Stanford, donde su investigación había incluido materiales sólidos con espacios del tamaño de un átomo, en los que se podían ubicar iones. Este fenómeno se llama intercalación. Las propiedades de los materiales cambian cuando los iones quedan atrapados dentro de ellos. En Exxon, Stanley Whittingham y sus colegas comen-

zaron a investigar materiales superconductores, incluido el disulfuro de tantalio, que pueden intercalar iones. Ellos añadieron iones al disulfuro de tantalio y estudiaron cómo se veía afectada su conductividad.

Whittingham descubre un material extremadamente denso en energía

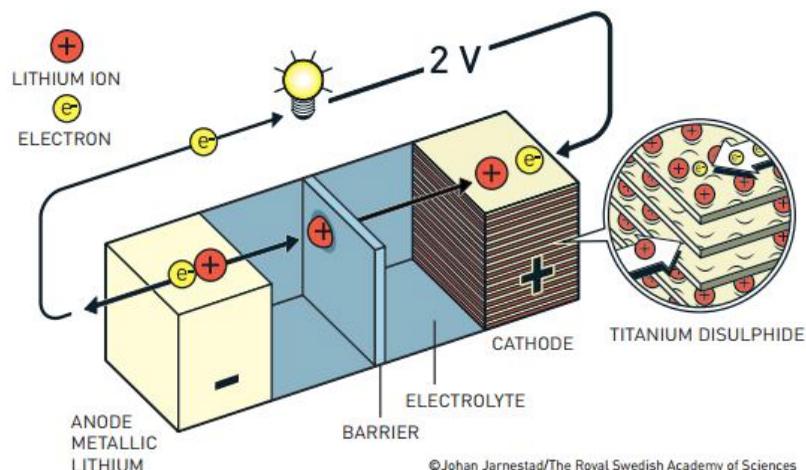
Como suele ser el caso en la ciencia, este experimento condujo a un descubrimiento inesperado y valioso. Resultó que los iones de potasio afectaban la conductividad del disulfuro de tantalio, y cuando Stanley Whittingham comenzó a estudiar el material en detalle, observó que tenía una muy alta densidad de energía. Las interacciones que surgieron entre los iones de potasio y el disulfuro de tantalio fueron sorprendentemente ricas en energía y, cuando midió el voltaje del material, fue un par de voltios. Esto era mejor que muchas de las baterías de esa época. Stanley Whittingham se dio cuenta rápidamente de que era hora de cambiar de rumbo, avanzando hacia el desarrollo de nuevas tecnologías que pudieran almacenar energía para los vehículos eléctricos del futuro. Sin embargo, el tantalio es uno de los elementos más pesados y el mercado no necesitaba cargarse con baterías más pesadas, por lo que reemplazó el tantalio con titanio, un elemento que tiene propiedades similares pero es mucho más ligero.

Litio en el electrodo negativo

¿No se supone que el litio ocupa un lugar de honor en esta historia? Bueno, aquí es donde entra el litio en la narración: como el electrodo negativo de la innovadora batería de Stanley Whittingham. El litio no era una elección al azar: en una batería, los electrones deben fluir desde el electrodo negativo (el ánodo) al positivo, el cátodo. Por lo tanto, el ánodo debe contener un material que abandone fácilmente sus electrones y, de todos los elementos, el litio es el que más tendencia tiene a liberar electrones.

El resultado fue una batería de litio recargable que funcionaba a temperatura ambiente y, literalmente, tenía gran potencial. Stanley Whittingham viajó a la sede de Exxon en Nueva York para hablar sobre el proyecto. La reunión duró unos quince minutos, y el grupo de gestión posteriormente tomó una

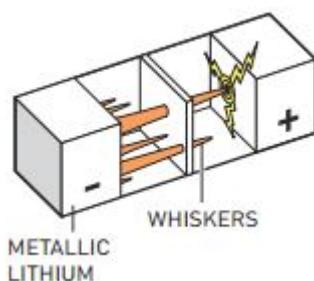
rápida decisión: desarrollarían una batería comercialmente viable utilizando el descubrimiento de Whittingham.



Las primeras baterías recargables tenían materiales sólidos en los electrodos, que se rompían al reaccionar químicamente con el electrolito. Esto destruía las baterías. La ventaja de la batería de litio de Whittingham era que los iones de litio se almacenaban en espacios en el disulfuro de titanio en el cátodo. Cuando se usaba la batería, los iones litio fluían del litio en el ánodo al disulfuro de titanio en el cátodo. Cuando se cargaba la batería, los iones litio fluían de vuelta.

La batería explota y el precio del petróleo cae

Desafortunadamente, el grupo que comenzaría a producir la batería sufrió algunos contratiempos. Cuando la nueva batería de litio era repetidamente cargada, delgados bigotes de litio crecían del electrodo de litio. Cuando llegaban al otro electrodo, la batería sufría un cortocircuito que podría haber provocado una explosión.



Los bigotes de litio se forman cuando una batería con litio puro en el ánodo se carga. Estos pueden provocar un cortocircuito en la batería y provocar incendios incluso explosiones.

La brigada del fuego tuvo que apagar varios incendios y finalmente amenazó con hacer que el laboratorio pagara por los productos químicos especiales utilizados para extinguir los incendios de litio.

Para hacer la batería más segura, se agregó aluminio al electrodo de litio metálico y el electrolito entre los electrodos fue cambiado. Stanley Whittingham anunció su descubrimiento en 1976 y la batería comenzó a producirse a pequeña escala para un relojero suizo que quería usarlo en relojes con energía solar.

El siguiente objetivo era ampliar la batería de litio recargable para poder alimentar un automóvil. Sin embargo, el precio del petróleo cayó dramáticamente a principios de la década de 1980 y Exxon necesitaba hacer recortes. El desarrollo del trabajo se suspendió y la tecnología de la batería de Whittingham se licenció a tres diferentes empresas en tres partes diferentes del mundo. Sin embargo, esto no significaba que el desarrollo se detuviera. Cuando Exxon se rindió, John Goodenough se hizo cargo.

La crisis del petróleo hace que Goodenough se interese en las baterías

Cuando era niño, John Goodenough tuvo problemas importantes para aprender a leer, que fue una de las razones por las que se sintió atraído por las matemáticas y, finalmente, después de la Segunda Guerra Mundial, también por la física. Trabajó durante muchos años en el Laboratorio Lincoln en el Instituto de Tecnología de Massachusetts, MIT. Mientras estuvo allí, contribuyó al desarrollo de la memoria de acceso aleatorio (RAM), que sigue siendo un componente fundamental de la informática.

John Goodenough, como tantas otras personas en la década de 1970, se vio afectado por la crisis del petróleo y quería contribuir al desarrollo de fuentes alternativas de energía. Sin embargo, el Laboratorio Lincoln era financiado por la Fuerza Aérea de los Estados Unidos y no permitía todo tipo de investigación, por lo que cuando le ofrecieron un puesto como profesor de química inorgánica en la Universidad de Oxford en Gran Bretaña, aprovechó la oportunidad y entró en el importante mundo de investigación energética.

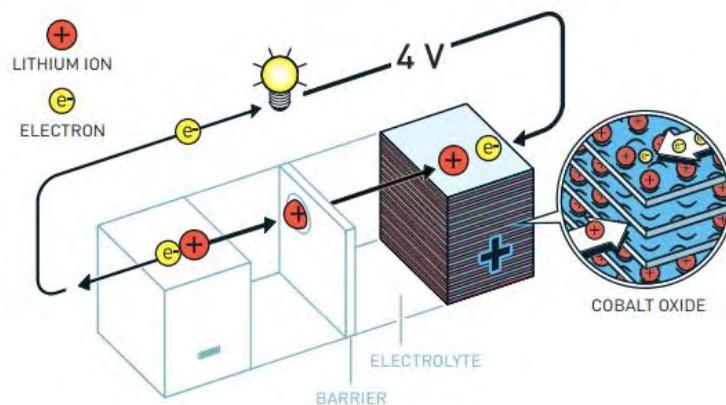
Altos voltajes cuando los iones de litio se esconden en óxido de cobalto

John Goodenough sabía sobre la revolucionaria batería de Whittingham, pero su conocimiento especializado del interior de la materia le dijo que su cátodo podría tener un mayor potencial si se construyera utilizando un óxido de metal en lugar de un sulfuro de metal. A algunas personas de su grupo de investigación se les encargó encontrar un óxido metálico que produjera un alto voltaje cuando intercalaba iones de litio, pero que no colapsara cuando se eliminaran los iones.

Esta búsqueda sistemática fue más exitosa de lo que John Goodenough se había atrevido a esperar. La batería de Whittingham generaba más de

dos voltios, pero Goodenough descubrió que la batería con litio-óxido de cobalto en el cátodo era casi el doble de potente, a cuatro voltios.

Una clave para este éxito fue la constatación de John Goodenough de que las baterías no tenían que fabricarse en su estado cargado, como se había hecho anteriormente. En cambio, podrían ser cargadas después. En 1980, publicó el descubrimiento de este nuevo material de cátodo de alta densidad energética que, a pesar de su bajo peso dio como resultado baterías potentes de alta capacidad. Este fue un paso decisivo hacia la revolución inalámbrica.



Goodenough comenzó a usar óxido de cobalto en el cátodo de la batería de litio. Esto casi duplicó el potencial de la batería y la hizo mucho más poderosa.

Las compañías japonesas quieren baterías livianas para la nueva electrónica

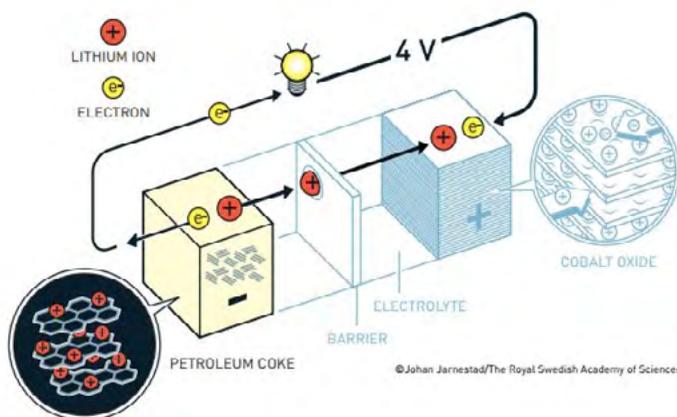
Sin embargo, en Occidente, a medida que el petróleo se volvió más barato, palideció el interés en inversiones en tecnología de energía alternativa y desarrollo de vehículos eléctricos. Las cosas eran diferentes en Japón; las compañías electrónicas estaban desesperadas por baterías livianas y recargables que pudieran alimentar productos electrónicos innovadores, tales como cámaras de video, teléfonos inalámbricos y computadoras. Una persona que vio esta necesidad fue Akira Yoshino de la Corporación Asahi Kasei. O como él lo expresó: «Simplemente olfateé la dirección en que se movían las tendencias. Se podría decir que tuve un buen olfato».

Yoshino construye la primera batería de iones de litio comercialmente viable

Cuando Akira Yoshino decidió desarrollar una batería recargable funcional, tenía como cátodo el de litio-óxido de cobalto de Goodenough y trató de usar varios materiales a base de carbono como el ánodo. Los in-

investigadores habían demostrado previamente que los iones litio podrían intercalarse en las capas moleculares del grafito, pero el electrolito de la batería descomponía el grafito. El momento Eureka! de Akira Yoshino llegó cuando intentó utilizar coque de petróleo, un subproducto de la industria petrolera. Cuando cargó el coque de petróleo con electrones, los iones de litio fueron absorbidos por el material. Entonces, cuando encendió la batería, los electrones y los iones litio fluyeron hacia el óxido de cobalto en el cátodo, que tiene un potencial mucho mayor.

La batería desarrollada por Akira Yoshino es estable, liviana, tiene una gran capacidad y produce unos notables cuatro voltios. La mayor ventaja de la batería de iones litio es que los iones están intercalados en los electrodos. La mayoría de las otras baterías se basan en reacciones químicas en las que los electrodos cambian lenta pero seguramente. Cuando se carga o usa una batería de iones litio, los iones fluyen entre los electrodos sin reaccionar con su entorno. Esto significa que la batería tiene una larga vida y se puede cargar cientos de veces antes de que su rendimiento se deteriore.



Akira Yoshino desarrolló la primera batería de iones litio comercialmente viable. Utilizó el litio-óxido de cobalto de Goodenough en el cátodo y en el ánodo usó un material de carbono, coque de petróleo, que también puede intercalar iones litio. La funcionalidad de la batería no está basada en una reacción química perjudicial. En cambio, los iones litio fluyen de un lado a otro entre los electrodos, lo que da a la batería una larga duración.

Otra gran ventaja es que la batería no tiene litio puro. En 1986, cuando Akira Yoshino estaba probando la seguridad de la batería, ejerció precaución y usó una instalación diseñada para probar dispositivos explosivos. Dejó caer un gran trozo de hierro sobre la batería, pero no pasó nada. Sin embargo, al repetir el experimento con una batería que contenía litio puro, hubo una violenta explosión.

Pasar las pruebas de seguridad fue fundamental para el futuro de la batería. Akira Yoshino dice que esto fue «el momento en que nació la

batería de iones litio».

La batería de iones litio: necesaria para una sociedad libre de combustibles fósiles

En 1991, una importante empresa de electrónica japonesa comenzó a vender las primeras baterías de iones litio, liderando una revolución en la electrónica. Los teléfonos móviles se redujeron, las computadoras se volvieron portátiles y fueron desarrollados los reproductores de MP3 y tabletas.

Posteriormente, los investigadores de todo el mundo han buscado en la tabla periódica a la cacería de baterías aún mejores, pero nadie ha logrado inventar algo que venza la alta capacidad y voltaje de la batería de iones litio. Sin embargo, esta batería ha sido cambiada y mejorada; entre otras cosas, John Goodenough ha reemplazado el óxido de cobalto con fosfato de hierro, lo que hace que la batería sea más ecológica.

Como casi todo lo demás, la producción de baterías de iones litio tiene un impacto en el medio ambiente, pero también hay enormes beneficios ambientales. La batería ha permitido el desarrollo de tecnologías de energía más limpia y vehículos eléctricos, contribuyendo así a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y partículas.

A través de su trabajo, John Goodenough, Stanley Whittingham y Akira Yoshino han creado las condiciones adecuadas para una sociedad inalámbrica y libre de combustibles fósiles, y por lo tanto han traído un mayor beneficio para la humanidad.

LECTURAS ADICIONALES

Información adicional sobre los premios de este año, incluyendo información científica en inglés, está disponible en el sitio de la Real Academia Sueca de Ciencias, www.kva.se, y en www.nobelprize.org, donde se pueden ver videos de las conferencias de prensa, las conferencias Nobel y más información.

Science Editors: Claes Gustafsson, Gunnar von Heijne, Olof Ramström, the Nobel Committee for Chemistry

Text: Ann Fernholm

Translator: Clare Barnes Illustrations: ©Johan Jarnestad/The Royal Swedish Academy of Sciences

Editor: Sara Gustafsson

©The Royal Swedish Academy of Sciences

Traducción al español de Luz Lastres Flores