



óvta meg a lepattozástól a kristályos részeket a lítiumionok sokszoros felvétele és leadása közben, és már 0,5 V-nál nagy mennyiségű Li-ionot tudott adszorbeálni. Ezt az anódot kombinálta a Goodenough-féle  $\text{Li}_x\text{CoO}_2$ -katóddal, az elektrolit pedig propilénkarbonátban oldott  $\text{LiClO}_4$  volt. Szeparátorként polietilént vagy polipropilént alkalmazott. Mivel ez az elem fémlítiumot már nem tartalmazott, sokkal biztonságosabb elem volt. Ez az 1985-ben szabadalmaztatott, 4,1 V-os elem 1991-ben került kereskedelmi forgalomba annyi változtatással, hogy az elektrolitot a kevésbé veszélyes  $\text{LiPF}_6$ -ra cserélték. Ez volt az első Li-ion-elem.

Yoshino Nobel-díjjal való elismerése eltér talán az eddigi összes díjazott esetétől. Manapság meg különösen érdekes, mert az esélyeket tudományometriai paraméterek (hivatkozások, publikációk) alapján évek óta megjósolják, egész jó eredménnyel. Yoshinónak rendkívül szerény a publikációs listája. Az is ritkaság, hogy egy kutató 57 éves korában szerezzen PhD-fokozatot. A másik két díjazottal sokszor lehetett találkozni tudományos konferenciákon, Yoshinóval gyakorlatilag nem. Hogy ne tévedjek, végignézettem sok kiadványt az elektrokémiai társaságok konferenciáiról az elmúlt 40 évből, és nem találtam a résztvevők között. Sőt olyan összefoglaló cikkeket sem találtam a nevét, amelyek a Li-elemek történetével foglalkoznak (például [4]). A kevés angol nyelvű publikáció között találtam egy *Angewandte Chemie*-cikket [5]. A háromoldalas közleményben, amelynek címe: „The birth of lithium-ion battery”, egy oldal foglalkozik a lítiumelem születésével, amelynél ő bábáskodott. Összesen nyolc idézetet tartalmaz a munka. Az ő három szabadalmát 1985-ből, Goodenoughot kétszer idézi (ebben is van japán társszerző: K. Mizushima), a többi is mind olyan cikk, amelyben japánok a szerzők. Whittingham és még rengeteg további kutató mintha nem is létezett volna. Ami még meglepő, hogy azokat sem idézi, akik már sokkal korábban foglalkoztak fémionok interkalációjával grafitban. Például Rüdorff már 60 évvel ezelőtt publikálta ilyen irányú eredményeit [6]. Hasonlóképp nem említi az általa is alkalmazott oldószereket kifejlesztő kutatókat [7]. (Harris témavezetője Charles C. Tobias, azaz Tóbiás Károly volt.) Látnivaló, hogy Yoshino nem igazán érdeklődött olyan kérdések iránt, hogy milyen interkalá-

ciós vegyületek képződnek vagy mi a vezetés mechanizmusa, tehát a tudomány alapkérdései – miért és hogyan? – fel sem merültek a kutatásai során. Ő összerakott egy működő elemet, és japán szabadalmat kért a következő leírással az új akkumulátorról: „Nemvízes akkumulátor, amelyben egy lítiumionot tartalmazó átmenetifém-oxid a pozitív és egy széntartalmú anyag a negatív elektród.” Amit még leírt, az a biztonsági teszt volt. Ez abból állt, hogy egy vasdarabot dobott egy lítiumelemre, illetve az új lítiumion-elemre. Míg az előbbi kigyulladt, az utóbbi nem. Azt írta, hogy ez nagy megkönnyebbülés volt, és ez volt az a pillanat, amikor a lítiumion-akkumulátor megszületett. Még hátra volt némi fejlesztői munka, de a Sony 1991-ben, majd a Asahi Kasei és a Toshiba 1992-ben megjelent a piacon a lítiumion-akkumulátorok első példányai. Ezeknek az elemeknek az energiasűrűsége duplája volt az addig használt nikkell-kadmium vagy nikkell-fémhidrid elemeknek, ily módon jelentős méret- és súlycsökkentést lehetett elérni, 4 V-os feszültségük miatt egy darab is elég volt egy mobiltelefon áramforrásának. A keresletet követte a termelés, ma már évente több milliárd Li-ion-elem készül. Az autópár újabb szereplőként lépett fel. Például a Panasonic és a Tesla közötti szerződés 2 milliárd akkumulátorról szól 4 éves időtartamra. (A Panasonic az 1918-ban alapított Matsushita Electric Industrial Co. nemzetközi védjegye, illetve 2008-tól ez az új neve. 2010-ben megvették a Sanyót. A cég bevétele évi több mint 25 billió forint. Magyarország költségvetésének bevételi oldala kb. 8 billió forint.) Magyarországon a Li-ion-akkumulátorok gyártása 2000-ben kezdődött, amikor a Sanyo gyárat épített Dorogon. Ez csak 2006-ig tartott; ekkor Kínába helyezték át a termelést. 2017-től a gödi Samsung gyárt lítiumion-akkumulátorokat.

#### IRODALOM

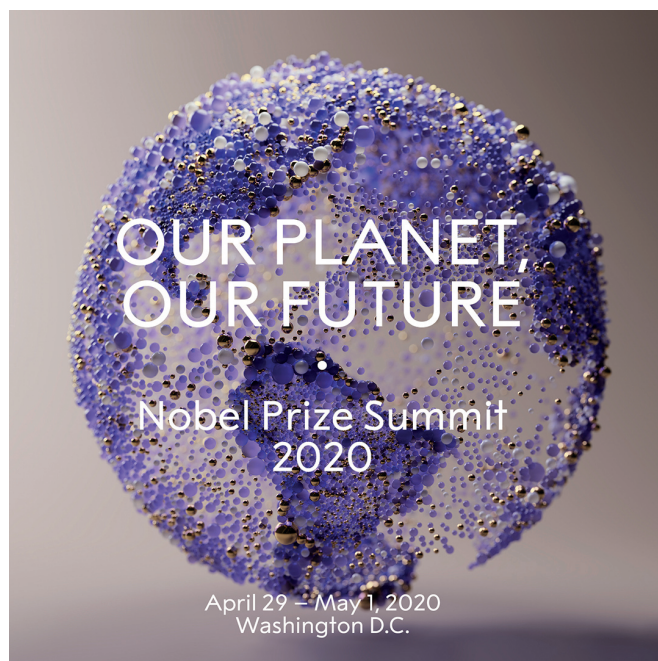
- [1] <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2019/advanced-information/>
- [2] Inzelt Gy., Vegykonyhájában szintén megteszi. Akadémiai Kiadó, Budapest, 2006.
- [3] P. Miller, Johnson Matthey Technology Review (2015) 59, 4–13.
- [4] B. Scrosati, Journal of Solid State Electrochemistry (2011) 15, 1623–1630.
- [5] A. Yoshino, Angewandte Chemie International Edition (2012) 51, 5798–5800.
- [6] W. Rüdorff, Advances in Inorganic Chemistry and Radiochemistry (1959) 223–266.
- [7] W. S. Harris, Electrochemical Studies in Cyclic Esters; PhD thesis, University of California, Berkeley, 1958.

## Az első Nobel-csúcs

A Nobel-díjasok tavaszi csúcstalálkozóján elsősorban az éghajlatváltozásról és a biodiverzitás csökkenéséről, az egyenlőtlenség fokozódásáról, az új technológiák miatt bekövetkező gyors társadalmi változásokról lesz szó. A Nobel-díjasok mellett más neves tudósok, politikusok, üzletemberek, művészek és fiatal vezetők is részt vesznek a tanácskozáson.

A fiatalok ma azt mondják: hallgass a tudományra – jelentetse ki Johan Rockström, a konferencia szervezésében részt vállaló Potsdami Éghajlatkutató Intézet és a Stockholmi Reziliencia Központ vezetője. A tudomány pedig azt mondja: a következő évtizedben nagy gazdasági átalakulásra van szükség, hogy megváltottassuk pusztító trajektóriáink menetét. Jelenleg a Föld létfenntartó rendszerének stabilitását veszélyeztetjük.

Az esemény honlapja: <https://www.nobelprize.org/events/nobel-prize-summit/washington-2020/>.



April 29 – May 1, 2020  
Washington D.C.