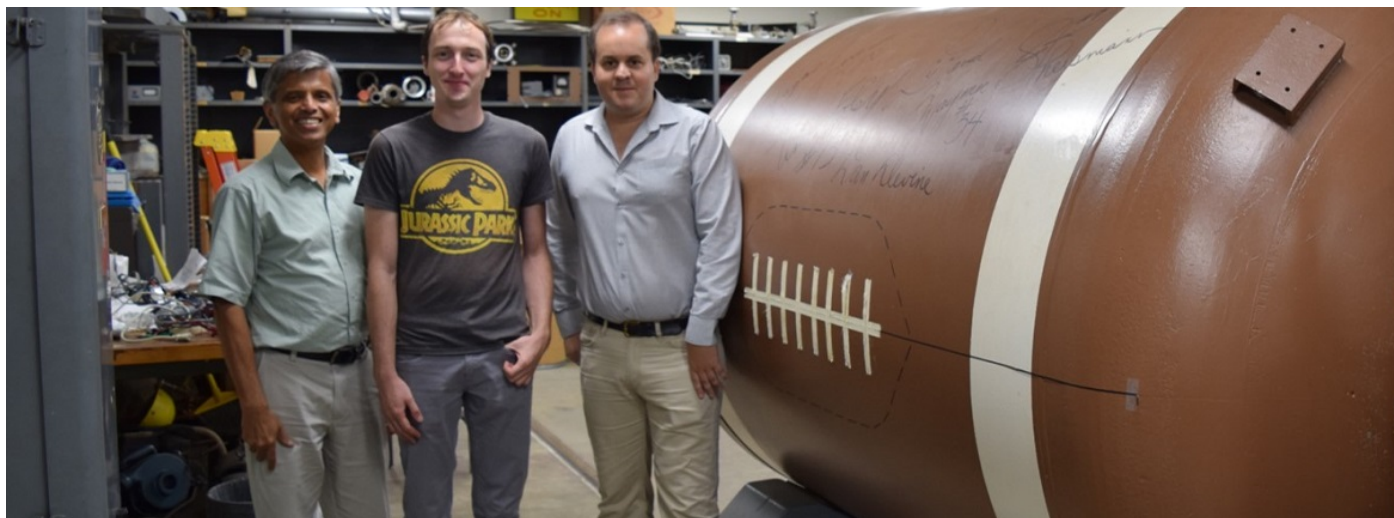




Úttörő módszerek és eredmények az MTA–SZTE Lendület Fotoelektrokémiai Kutatócsoportban

2018. február 07.

Hét hónap alatt négy cikk az Amerikai Kémiai Társaság három szaklapjában. Ez a mérlege az MTA–SZTE Lendület Fotoelektrokémiai Kutatócsoport vezetője, Janáky Csaba, a Szegedi Tudományegyetem adjunktusa, a tanítványának számító doktorjelölt, Samu Gergely és amerikai partnereik együttműködésének. A két szegedi kutatót a kiemelkedő publikációs siker háttéréről kérdeztük.



Cikk nyomtatás

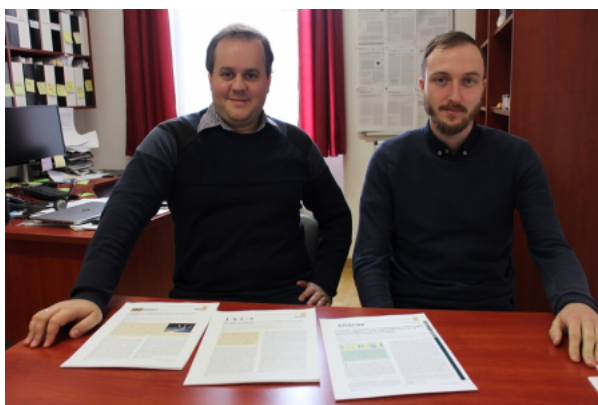


Link küldés

Tetszik 0

Tweet

Újabb publikációs csokorral büszkélkedhet az SZTE TTK Bolyai épületében kialakított laboratóriumokban dolgozó, Janáky Csaba által vezetett MTA–SZTE Lendület Fotoelektrokémiai Kutatócsoport (http://www2.sci.u-szeged.hu/physchem/MTA_PERG/news.html). A Google Tudós adatai szerint 2017-ben 303 idézettséget elérő SZTE-kutató és tanítványa, a tavaly 48 idézettségig jutó Samu Gergely fél év alatt három rangos szakmai folyóiratban jelentetett meg – amerikai szerzőtársakkal együtt – közös cikket és a negyedik közlemény is hamarosan napvilágot lát.



A perovszkitok titkai

– *Mi a közös az Amerikai Kémiai Társaság 3 folyóiratában megjelent publikációkban?*

Janáky Csaba, a Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Kar Kémiai Intézet Fizikai Kémiai és Anyagtudományi Tanszékének adjunktusa, az MTA–SZTE Lendület Fotoelektrokémiai Kutatócsoportjának vezetője: – Mind a négy cikket közösen írtuk *Samu Gergellyel*, továbbá az amerikai University of Notre Dame rangos professzorával, *Prashant V. Kamattal* és doktoranduszával. A cikkek szerzőinek listája most is megmutatja, melyik csapat dolgozott többet a munkamegosztásban. Amikor Prashant V. Kamat az utolsó szerző, ott ő és csapata, ahol én vagyok a névsor végén ott az MTA–SZTE Lendület Fotoelektrokémiai Kutatócsoport tett többet az eredményért. Közös ezekben a cikkekben, hogy igazi csapatmunka eredményei.

Samu Gergely doktorjelölt, az MTA–SZTE Lendület Fotoelektrokémiai Kutatócsoport és az ELI–ALPS munkatársa: – Egy olyan anyagcsaláddal foglalkozunk ezekben a cikkekben, melyeket korábban nem vizsgáltunk. Ez az anyagcsalád az optikailag aktív perovszkitok...

– *Mit kell tudni ezekről az orosz Lev Perovszki által felfedezett anyagokról?*

J. Cs.: – E kristályszerkezetű anyagcsalád jellemzője, hogy az ide tartozó vegyületek három elemből állnak. Például az egyik az általunk is vizsgált cézium-ólom-bromid vegyület. Az e körbe tartozó sokféle anyag közös jellemzője az „ABX₃” kristályszerkezet. Mi összesen négyféle anyaggal foglalkoztunk a 2017 közepé óta megjelent 3+1 közleményünkben.



– *Miért pont a perovszkitok került a vizsgálódásuk homlokterébe?*

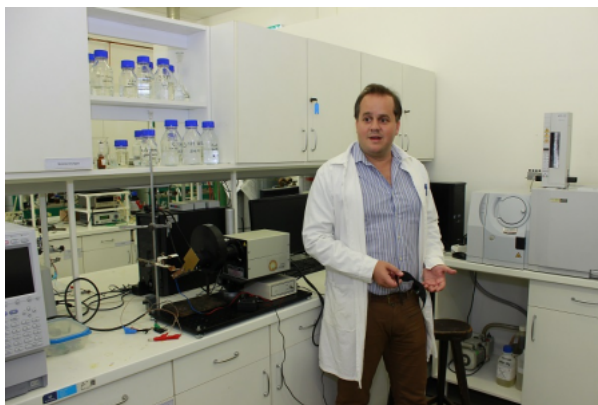
J. Cs.: – Ezek az 1940-es és 1950-es évektől kezdve ismert anyagok, de csak 2010 és 2011 táján ismerték fel a kutatók, hogy a perovszkitok rendkívül jól tudják hasznosítani a fényt, optikailag rendkívül aktívak. Például a hagyományos napelemekben az aktív anyag a szilícium néhány száz mikrométer vastag, ellenben a perovszkit esetében ez mindössze néhány száz nanométer. Tehát perovszkitból ezred olyan vékony réteg is elég, hogy ugyanazt a mennyiségű fényt elnyelje, mint a szilícium-napelemekben eddig használatos anyagok.

– *Miért?*

J. Cs.: – Erre a kérdésre keressük a választ mi is. Ezt az ígéretes tulajdonságokkal rendelkező anyagcsaládot az elmúlt néhány évben világszerte kutatócsoportok százai vizsgálják. Az optikai hatásfok felismerésétől kezdve négy-öt év alatt jutottak el odáig, hogy perovszkitból 22-23 százalékos tulajdonságú napelemet tudnak készíteni. Ennek jelentőségét és a fejlesztés gyorsaságát érzékelteti, hogy a napfény árammá alakításának elméleti határa 33 százaléka a napelemekben...

– ... *De ezt még egyik anyag sem éri el?*

J. Cs.: – Léteznek olyan anyagok, amelyek 27-29 százalékos is elérnek, ám ezek a megoldások nagyon drágák. Többek között azért magas az árak, mert több évtizeden át fejlesztették ezeket az anyagokat, vagy ritka elemeket tartalmaznak.



– A „*Fülléres áramot hozhatnak a perovszkitok*” című, a *greenport.hu* portálon közzétett cikkben olvastam, hogy ezek az anyagok túl könnyen felszívódnak, nem viselik jól a párák környezetet, nincsenek gyárák, ahol költséghatékonyan előállíthatóak... Azt is írták, hogy ha a méret- és stabilitási problémákat sikerül megoldani, akkor alapjaiban változhat meg a napenergia iparágát a szilíciumnál sokkal olcsóbban előállítható perovszkit.

J. Cs.: – Sok kutatócsoport dolgozik ezzel az anyagcsaláddal és impresszív eredményeket érnek el. Ugyanakkor senki nem érti igazán, hogy mi történik valójában. Egy sor jelenséget ugyanis nagyon nehéz megmagyarázni. Ráadásul a kutatói közösség 80-90 százaléka a hatásfok növekedését „hajszolja”. Vagyis a hatásfok újabb és újabb törtszázalékkal való növeléséhez képest kis erőfeszítést tesznek arra, hogy megértsék, miért ígéretes ez az anyagcsalád, miért viselkedik úgy, ahogy.

– *És most önök értik?*

J. Cs.: – Nem. Viszont azt gondolom, jelentős a hozzájárulásunk a napelem-kutatás menetéhez. Jelenleg a jellemző módszertan az, hogy fölépítik a napelemeket, vizsgálják a hatásfokukat, a stabilitásukat. Ehhez képest mi más irányban kezdünk vizsgálódni. Kiindulópontnak tekintettük, hogy a perovszkitok optikailag aktív anyagok és félvezetők, így ezeket lehet fotoelektrokémiai módszerekkel is tanulmányozni, ami a kutatócsoportunk profilja. E témáról eddig elszórt közleményeket is alig találni. Mi tehát megnéztük, hogy milyen ezeknek az anyagoknak az elektrokémiai viselkedése. Vizsgáltuk különböző perovszkitok fotofizikai és elektrokémiai tulajdonságait, valamint a különböző határfelületi jelenségeket. Azt szeretnénk megérteni, hogy miért ennyire jók ezek az anyagok a napelemekben. Ez a motivációnk alapja.

Partner az óceánon túl

– *Egyedül vágta neki ezeknek a vizsgálatoknak?*

J. Cs.: – Az egyik amerikai együttműködő partnerünk, az University of Notre Dame kutatója, Prashant V. Kamat 2013-2014 óta foglalkozik a perovszkitok anyagcsaládjával. Velük kezdtünk közös projektbe

– *Lehet mondani, hogy a perovszkitok miatt ment Amerikába?*

S. G.: – Igen. A felhalmozott gyakorlati tudás megismerése volt az egyik cél. Mi rendelkezünk elektrokémiai tapasztalatokkal, de amerikai tanulmányutam időpontjáig nem volt kellő információnk a perovszkitokról. Ott kiderült számomra, hogy ezzel az anyagcsaláddal rendkívül nehéz dolgozni. Önmagunkban hosszú ideig tartott volna megismerni ezeknek az anyagoknak a kezelési módját. Megtudtam: az ottani PhD-hallgató is Koreából vitte az USA laboratóriumába a perovszkitokkal kapcsolatos gyakorlati tudást. Így „negyedik generációs” kutatóként ismerkedtem meg ezekkel a kristályszerkezetű anyagokkal Chicago közelében, az University of Notre Dame laboratóriumában, 2017-ben fél éven át.

– Az amerikai partnernek miért állt érdekében együttműködni a szegediekkel?

J. Cs.: – Mert nem foglalkoznak olyan mélységben elektrokémiával és fotoelektrokémiával, mint mi.

– Hogyan kell elképzelni az óceánon túli intézmény és a Tisza-parti egyetem közötti együttműködést?

J. Cs.: – Ismertük egymást konferenciákról és 2017 tavaszán Szegedre is ellátogatott Prashant V. Kamat (<https://www3.nd.edu/~pkamat/>). Az Indiában 1953-ban született professzor az Amerikai Kémiai Társaság – az angol név rövidítésével az ACS – különböző folyóiratainak volt szerkesztője és főszerkesztője, valamint jelenleg is az ACS Energy Letters főszerkesztője. Rendkívül nagy névnek számít a maga területén. Annyira tetszett neki, amit nálunk tapasztalt, hogy 2018 októberében visszatér a Szegeden rendezendő SIWAN konferenciára (<https://siwan.akcongress.com/index.php/programme/confirmed-keynote-speakers>).

S. G.: – Janáky Csabával 2013 óta dolgozom együtt. Elő-kísérleteket végeztem itthon, majd – Kamat professzor szegedi látogatásával párhuzamosan – Amerikában megtanultam, miként kell ezekkel az érzékeny anyagokkal foglalkozni. Az ottani know-how-t megismerve, a műhelytitkokat elsajátítva folytattam a kísérleteket – napi 12–16 órán át. Majd ezeket az eredményeket itthon értékeltük...

– Ebből a kölcsönösségen alapuló együttműködésből, a kísérletek során keletkezett adatok értelmezéséből született négy friss publikáció. Mit tapasztal manapság egy amerikai laboratóriumban az SZTE munkaszobáiban szocializálódó kutató?

S. G.: – Nagy-nagy az önállóság – ez a fő jellemzője az amerikai labormunkának. Ott másképpen működik a PhD-hallgató és a főnöke közötti kapcsolat. Amerikában azt csinál a doktorandusz, amit szeretne. Annyi munkaórát tölt kísérletezéssel a doktorandusz, amennyit jónak lát – mindenki a saját sikerének a kovácsa... Mivel nekem limitált volt az ott eltölthető időm, igyekeztem azt minél jobban kihasználni. Janáky Csaba ERC-projektje támogatásával juthattam el Amerikába, ahol napi 12+ órát töltöttem a laboratóriumban. Elvárás volt, hogy a szakma egyik legjelentősebb kutatója, Prashant V. Kamat mellett dolgozzam! Inspiráló személyiségként támogatja mindazokat, akik hajlandók dolgozni: velünk ötletelt, a „földön maradt” annak ellenére, hogy neve a világ száz legidézettebb kémikusa között szerepel...

J. Cs.: – Pörögtek az eredmények: látszott, hogy bejött az ötletünk... Gergővel a témát előre megbeszéltük, aztán heti kapcsolatban álltunk, értékeltük az eredményeket. A szűkös idő miatt rendre igyekeztük kiválasztani a folytatáshoz szükséges legjobb lépést. Ráadásul 2017 augusztusában én is ellátogathattam az University of Notre Dame-re, ahol intézeti szemináriumot tartotta. Az ottani megbeszélésünkön Gergő kapott egy újabb témát, és szerencsére ebből az ötletéből is cikk született.

S. G.: – Technikailag két témavezetőm volt: Janáky Csaba elektrokémiai szempontból, míg Prashant V. Kamat fotofizikai szempontból. Így a kísérleti eredmények értelmezésében két irányból is instrukciókat kaptam. Nekem csak annyi volt a dolgom, hogy ezeket „egybe gyúrjam”.



– Milyen plusz található az amerikai laboratóriumban a szegedihez viszonyítva?

J. Cs.: – Ezeknek a könnyen bomló anyagoknak az ultragyors vizsgálatára alkalmas műszer megtalálható Prashant V. Kamat laboratóriumában, de nálunk még nem áll rendelkezésre ez a lézeres technika. Ám az ELI-ALPS kutatóintézet laboratóriumában olyan lehetőségek nyílnak, amelyek indokolták, hogy Samu Gergely 2018. januárjától a „szegedi szuperlézeres központ” munkatársaként is folytatja a nálunk elkezdett munkát.

Az ELI-hez szabott téma

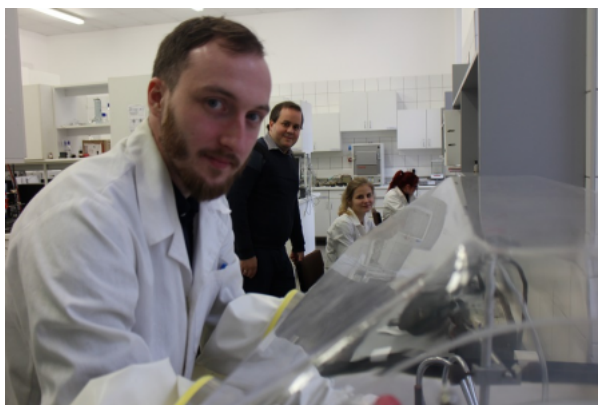
– Doktoranduszának azért lett az a témája, ami, mert a kutatási irányt az ELI-ALPS elkészültéhez szabták?

J. Cs.: – Igen, mondhatjuk... Ki szeretnénk használni azt újdonságot, azt a műszeres kapacitást, ami majd rendelkezésre áll a szegedi ELI-ben.

– De az is újdonság, hogy Janáky Csaba (<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acsenenergylett.7b00413>) – Kelet- és Közép-Európában egyetlenként – bekerült az Amerikai Kémiai Társaság, azaz az American Chemical Society, az ACS másfél éve alapított Energy Letters (<https://pubs.acs.org/journal/aelccp>) című folyóirata szerkesztőbizottságába (<https://pubs.acs.org/page/aelccp/editors.html>). Hogyan jellemezné azokat a lapokat, amelyek ilyen rövid idő alatt négy cikküket is közzélték?

J. Cs.: – Az energia kérdésének kémiai aspektusaival foglalkozik az ACS Energy Letters. Az indulás erejét mutatja, hogy a lap első impaktfaktora 12 körüli lesz, vagyis rendkívül erősnek számít. Tehát ez az új lap is minőségi folyóirat. A további három közül az ACS legjobb lapja a JACS, míg az anyagtudományban az egyik legjobbnak számít a Chemistry of Materials.

S. G.: – Eddig 17 közleménynél és egy könyvfejezetnél szerepel a nevem. E publikációk „teteje” az elmúlt fél évben megjelent négy cikk, melyek közül kettőben a szegedi doktorjelöltként én lehettem az első szerző.



– *Hogyan született az első, az ACS Energy Letters 2017 júliusi számában publikált napelemes közlemény, melynek címe – magyarul – annyi, hogy Miként befolyásolja a megvilágítás a vegyes perovszkit napelemek teljesítményét, azaz A Victim of Halide Ion Segregation* (<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acsenergylett.7b00589>)...?

S. G.: – Érdekes tulajdonsága ezeknek a perovszkitoknak, hogy széleskörűen lehet hangolni optikai tulajdonságaikat, vagyis, hogy a napfénynek milyen tartományát nyelik el. Így aztán olyan vegyes perovszkitok állíthatók össze, amelyek – bár lefedik a napfény spektrumát – könnyen széteshetnek két alkotóelemükre. Ez befolyásolhatja a napelemek hatékonyságát. E jelenséget ismerték és vizsgálták is korábban. Viszont azt nem nézték meg, hogy ez miként hat az áramtermelés folyamatára. És azt sem nézték meg előttünk, hogy ez az anyag a sötétbe kerülve újra visszaáll-e eredeti, azaz kezdeti áramtermelői minőségébe. Mi megállapítottuk, hogy az anyag elektromos sajátságai követik az optikai sajátságok visszaállását. Ám ez sokkal lassabb folyamat. Vagyis míg 2–3 óra alatt „szétesik” a perovszkit, addig 36 óránál is több kell ahhoz, hogy visszanyerje eredeti elektromos tulajdonságait. A méréseket Prashant V. Kamat professzor ötlete nyomán végeztem el.



– *Mindennek mi a következménye?*

J. Cs.: – A tudományos közösségben nagy a vita a perovszkitok körül. Ezeknek az anyagok nagyon ígéretesek, nagyon jó a fényelnyelő képességük és az elektromos tulajdonságuk, de stabilitásuk kérdéses... Ennek sok esetben az okát sem értjük. Épp ezért fontosak a vizsgálataink, amelyek az elemi folyamatokra kívánnak rávilágítani. Azt nézzük, mi történik, ha a perovszkitok fényel, vagy vízzel, vagy oxigénnel találkoznak. Ha ezeket megértjük, akkor e folyamatokat képesek leszünk szabályozni.

– *Miután megtanultak dolgozni ezekkel a különleges anyagokkal, mi lett a következő lépés?*

J. Cs.: – Elektro-kémikusként kezdtük vizsgálni ezeket a különleges perovszkitokat. Immár nem napelem alkotórészeként, hanem különálló elektródként kezdtük el használni. E vizsgálati eredményekből született meg a következő két cikk.

– *A Chemistry of Materials című folyóiratban megjelent cikkénél Samu Gergely az első, Janáky Csaba az utolsó szerző. Mi az itt leírt munkájuk eredményének az esszenciája?*

J. Cs.: – Nekem is ez az első publikációm a Chemistry of Materials, rövidítve a CM című folyóiratban. Közleményünk címe: Electrochemistry and Spectroelectrochemistry of Lead Halide Perovskite Films: Materials Sinece Aspects and Boundary Conditions (<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.chemmater.7b04321>), melyben a perovszkit rétegek

elektrokémiáját és spektroeletrokémiáját vizsgáltuk anyagtudományi szempontból. Ilyen metodikai jellegű cikket ritkán közölnek a szakmai lapok, bár széles közönséget szolgálnak. Leírtuk: ha valaki elektrokémiai vizsgálatokat szeretne végezni perovszkit elektródokkal, akkor hogyan kell eljárnia ahhoz, hogy eredményes legyen a munkája. Tehát nem arra fektettük a hangsúlyt, hogy megvizsgáltuk a perovszkitokat elektrokémiailag, hanem – didaktikai jelleggel – meghatároztuk, hogy milyen körülmények között szabad mérni és az így nyert eredményekből milyen típusú következtetést lehet levonni. Tehát a CM-ben megmutattuk, hogyan lehet elektrokémiát csinálni a perovszkitokkal.

S. G.: – Ugyanis különböző közleményeket olvasva tapasztaltuk: sok kutató nagyot ugrott, és az elektrokémiai alapokat kihagyta vizsgálataiból.

– *Minek alapján dönti el egy kutató, hogy mely témáról mely folyóiratnak küld cikket?*

J. Cs.: – Elsősorban a lap olvasóközönségét vizsgáljuk. Ennek ismeretében döntöttünk, hogy anyagtudományi és anyagkémiai aspektusú témájú cikkünket az elektrokémikusok, az energiakutatással foglalkozó kutatók, a fotofizikusok által olvasott CM folyóiratnak ajánljuk fel közlésre. Nem elhanyagolható a hatás, vagyis az adott lap impaktfaktora. A harmadik elem a gyorsaság: a perovszkitok rendkívül kompetitív terület, nagyon hasonló típusú közlemények születnek, ezért lényeges, hogy minél rövidebb átfutási idővel jelenjen meg a cikk. Például a Journal of the American Chemical Society, vagyis a JACS számára 2017. október 13-án küldtük el a szöveget és – a bírálatot és az átdolgozást követően – 2017. november 13-án már el is fogadták a töltéshordozó dinamika szabályozása perovskit filmekben elektrokémiai módszerekkel, azaz a Modulation of Charge Recombination in CsPbBr₃ Perovskite Films with Electrochemical Bias (<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/jacs.7b10958>) című cikkünket.

– *Milyen ötleten alapszik a JACS-cikkük?*

J. Cs.: – Az ELI kapcsán több mint egy éven át érlelődött bennem az ultragyors lézerfizikai vizsgálatok elektrokémiával való kombinálásának ötlete. Valamilyen fényforrással megvilágítunk egy félvezetőt, abban létrehozunk elektron-lyuk-párokat, s azt nézzük, hogy ezek élettartama milyen, mennyi idő alatt szűnik meg. Létező vizsgálatok széles körben használják ezt a módszert. Ám felvetődött bennem, hogy mi lenne, ha nem vákuumban vagy levegőn vizsgálnánk így egy elektródot, hanem betennénk egy elektrokémiai cellába és úgy használnánk, mint egy elektródot – mint ahogyan később szeretnénk is –, és közben végezzük el a vizsgálatokat. Ezeket „in situ” vagy „operando” vizsgálatoknak nevezik. Ez nagy lépés a steril vagy izolált körülmények között elvégzett mérésekhez képest, hiszen azok az eredmények valós körülmények között nem biztos, hogy megállják a helyüket. Itt az elektrokémiát összekombináltuk ultragyors lézer-spektroszkópiás vizsgálatokkal, a nagyon népszerű perovszkitok anyagcsalád modellrendszerét használva. Bebizonyítottuk, hogy lehet ilyen vizsgálatokat végezni, miközben felismertük: a külső elektrokémiai kontrol befolyásolja a töltéshordozó dinamikát egy napelem elrendezésben. Ráadásul számszerűsíteni is tudtuk: attól függően, hogy milyen elektrokémiai manipulációt alkalmazunk, az milyen változást okoz a folyamatok sebességében.

S. G.: – Azt is észrevettük, hogy még annak is szerepe van, hogy milyen réteg van a perovszkit réteg alatt a napelemben. Az ELI-ben lesz egy ilyen mérési elrendezés, folyamatban van ennek a kiépítése.



– A negyedik cikk is a napelemmel foglalkozik?

J. Cs.: – A JACS-cikkben vizsgáltuk, hogy a megvilágítás hatására az elektron–lyuk párokból az elektronok miként mennek át az elektron-vezető rétegre, míg a negyedik, jelenleg bírálati fázisban lévő cikkünknek az a témája, hogy a lyukvezető rétegre hogyan mennek át a pozitív töltésű lyukak. Tehát a töltéshordozók vándorlásának a másik fél-folyamatát vizsgáltuk.

– Hol tartanak a perovszkit anyagok megismerésében?

J. Cs.: – Olyan új irányok nyíltak meg, amelyeket csak reméltünk a kutatás kezdetén. Éppen ezért Samu Gergely újabb fél évre Amerikába utazik, hogy – azzal párhuzamosan, ahogy az ELI-ben épül a berendezés – kísérleteket folytatva azt kiderítse, hogy a perovszkitok miként használhatók fotoelektrodként különböző – akár széndioxid-redukciós, akár vízbontási folyamatokban. Ha egyszer ismerjük, miként viselkednek ezek a perovszkitok, akkor ezeket fotoelektrodként is lehet használni. Márpedig a mi fő profilunk új fotoelektrodok tervezése és használata. Nagyon bizakodó vagyok, mert Samu Gergely jó példája, stabil alaptudása, jó együttműködési készsége viszi a jó hírért az SZTE-nek Amerikába! Olyan mennyiségű kísérleti munkát végzett, hogy abból le lehetett vonni fontos konklúziókat, amiket feleannyi mérésből nem lehetett volna. Gergő elhitte és Amerikában is bizonyítja, ami itthoni gyakorlat a csoportban: dolgozni, vagyis mérni és mérni és mérni kell!

Újszászi Ilona
Fotó: Bobkó Anna, Ú. I.



Cikk nyomtatás



Link küldés

Tetszik 0

Tweet

Kövess minket!



Versenyzőből hallgató (/sztemagazin/2017-iv-negyedev/versenyzobol-hallgato?objectParentFolderId=19413)

2017. december 06.

Biológia, kémia és fizika tantárgyból, valamint a Nobel-díjas rektor életéből, munkásságából áll össze évről évre az egyre népszerűbb SZTE Szent-Györgyi Tanulmányi Verseny kérdéssora. A zsűri elnökével, prof. Dr. Dux László tanszékvezető egyetemi tanárral a Szent-Györgyi-örökségről és a középiskolások versenyéről beszélgettünk.



Tanévnyitó: „A Szegedi Tudományegyetem küldetése a tudás előállítása és átadása” (/sztetelevizio/2017/tanevnyito-szegedi?objectParentFolderId=19426)

2017. szeptember 13.