

## AKADÉMIAI **LEVELEZŐ** TAGSÁGRA TÖRTÉNŐ AJÁNLÁS

Név: Gali Ádám

Szűkebb szakterület: szilárdtestek elektronszerkezete és elméleti magneto-optikai spektroszkópiája

### INDOKLÁS

#### Gali Ádám MTA levelező tagságra történő felterjesztéséhez

Gali Ádám a szilárdtestek elektronszerkezetének és elméleti magneto-optikai spektroszkópiájának tapasztalt és nemzetközileg elismert kutatója, aki ütőképes hazai kutatócsoportot hozott létre a félvezetőkbe és szigetelőkhöz ágyazott színcentrumok és kvantumbitek kutatásának rendkívül dinamikusan fejlődő területén. A kutatócsoport láthatósága kiemelkedően jó: rendszeresen publikálnak olyan elismert folyóiratokban, mint pl. a Nature Materials, Nature Communications vagy a Physical Review Letters, számos európai és tengerentúli együttműködésben vesznek részt. Gali Ádám alakítója és aktív résztvevője európai kutatás-fejlesztési konzorciumoknak, és a szakma legjobb műhelyeiből kap felkérést előadások és szemináriumok tartására.

Gali Ádám kutatói pályáját a Budapesti Műszaki Egyetem villamosmérnök hallgatójaként indította a félvezetők fizikájában. Tudományos diákköri munkájában félvezetők ponthibáinak kvantummechanikai szimulációjával foglalkozott, amelyből két első TDK helyezés született, egyik Rektori különdíjjal. A villamosmérnöki képzésben - eredményeire való tekintettel - egyéni képzésben vehetett részt harmadéves korától. Ennek során negyedéves hallgatóként fél éves szemináriumot tartott a szilárdtest-fizikáról, valamint a Budapesti Műszaki Egyetemen időközben beinduló mérnök-fizikus képzés szilárdtest-fizika óráira bejárhatott, amelyet Prof. Zawadowski Alfréd indított és tartott meg. Miután felvételt nyert a Budapesti Műszaki Egyetem Fizika Doktori Iskolájába Prof. Deák Péter irányítása mellett fizikus PhD címet szerzett 2001-ben. A PhD munkájának egyik tézise a Physical Review Letters folyóiratban jelent meg. A PhD képzés lezárása után Prof. Zawadowski Alfréd karolta fel az MTA támogatott kutatócsoportjában. A korai kutatói munkájának eredményét számos kiválósági ösztöndíjjal (pl. Köztársasági-ösztöndíj, Magyar Műszaki Haladásért Alapítvány díja, Ferenczi György Emlékalapítvány díja, MTA Ifjúsági Díj) ismerték el.

A PhD cím megszerzése után a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Békésy György Posztdoktori Ösztöndíjasaként végezte kutatásait. Figyelmét elsősorban a szilícium-karbid, mint a nagyteljesítményű elektronika-hoz szükséges félvezető anyag és az abban megjelenő ponthibák kvantummechanikai számítása kötötte le, ahol elsők között alkalmazta az ún. hibridfunkcionálokat a sűrűségfunkcionál-elméletben, amivel nagy pontossággal tudta megjósolni a ponthibák elektronszerkezetét és ionizációs szintjeit. 2004-től Bolyai-Ösztöndíjas oktató-kutatóként dolgozott tovább a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen, majd 2007-2009 között megszakításokkal a Harvard Egyetem posztdoktor kutatója volt Prof. Efthimios Kaxiras csoportjában, amely az atomi szintű szimulációk egyik vezető kutatócsoportja a világon. A Harvard Egyetemen ismerkedett meg és kezdett együttműködést Prof. Mikhail Lukinnal és kutatócsoportjával, amely azóta a gyémánt nitrogén-vakancia centrumot és hasonló rendszereket használó kvantuminformatica és kvantumtechnológia egyik vezető csoportjává vált. Felhasználva a sűrűségfunkcionál-elmélet alkalmazásában megszerzett tudását, sikerült jellemeznie és azonosítania a gyémánt nitrogén-vakancia magspin kvantumbiteit az elektron spin és magspinek közötti hiperfinom paraméterek kiszámításával. Az ebből írt közleménye (Phys. Rev. B, 2008) több, mint

kétszáz hivatkozást kapott. A nitrogén-vakancia centrum *ab initio* vizsgálataihoz új koncepciókat fejlesztett ki és úttörő módszereket vezetett be. Az elektronszerkezet számításban ide tartozik a ponthibák időfüggő sűrűségfüncionál-elméleti, soktest perturbációs, valamint a sűrűségfüncionál-elméletbe beágyazott hullámfüggvény-módszerekkel való vizsgálata többszáz atomos rendszerre, amely kellően nagy pontosságot biztosított. A módszerfejlesztésekben szisztematikusan haladt végig az elektron spin-spin, a hiperfinom és spin-pálya kölcsönhatás számításával, amelyeket kombinált az elektron-fonon kölcsönhatással. Ezen fejlesztések eredményeit a Nature Partner Group folyóirataiban és a Nature Communications folyóiratban megjelent tanulmányokban mutatta be. Az elektron-fonon kölcsönhatás számításokat sikeresen tárgyalta a Jahn-Teller effektus modell keretében, ami elvezetett a szilárdtestben előforduló kvantumbitek magneto-optikai tulajdonságainak megértéséhez. A Jahn-Teller effektus nemzetközileg kiemelkedő szakértője, Isaac Bersuker professzor, a legújabb összefoglaló cikkében külön kiemelte ezeket az eredményeket. A számításokkal sikerült megérteni a nitrogén-vakancia centrum keletkezését, valamint az optikai spin-polarizációnak és optikailag detektált mágneses rezonanciának mikroszkopikus működését. Ez az alapja annak, hogy egy kvantumbit létrehozásának módját és kiolvasásának protokollját optimalizálják gyémántban. A számításokkal sikerült megjósolni, hogy a szilícium-karbidban egy divakancia hiba a nitrogén-vakancia hibához hasonló kvantumbitként használható. Ezt kísérletekkel sikerült igazolni egy Nature folyóiratban megjelent tanulmány szerint. Emellett, számításainak eredményeképpen, számos egyfoton-forrást azonosított három- és kétdimenziós anyagokban. Ezekből kiemelendő két Nature Materials folyóiratban publikált eredmény [Nat. Mat. 13, 151 (2014); *ibid.* 20, 1079 (2021)], amelyek közül a 2014-ben megjelent cikk az adott tématerületen belül a 10 legtöbb hivatkozással bíró cikknek számított a megjelenést követő években. Kutatásaiban gyakran működik együtt a kvantuminformatica és kvantumtechnológia világhírű kísérleti kutatócsoportjaival, mint pl. Prof. Mikhail Lukin (Harvard Egyetem), Prof. David D. Awschalom (University of Chicago), Prof. Jörg Wrachtrup (Univ. Stuttgart), Prof. Fedor Jelezko (Univ. Ulm) csoportjai. Az eredményeire és a téma aktualitására való tekintettel több összefoglaló cikk megírására kérték fel a közelmúltban, amelyek a Nanophotonics (egyszerűs cikk, [8, 1907 (2019)]), az Applied Physics Reviews (szerkesztői ajánlással, [7, 031308 (2020)]), és a Nature Reviews Materials [<https://doi.org/10.1038/s41578-021-00306-y>, (2021)] folyóiratokban jelentek meg.

Gali Ádám munkássága iskolateremtőnek bizonyult. Kiváló fiatal munkatársakat gyűjtött maga köré és indított el a pályájukon, közöttük Junior Prima Díjas, MTA Prémium Posztdoktor Ösztöndíjas, Bolyai Ösztöndíjas, MTA Fialat Kutatói Díjas, Ferenczi György Emlékalapítvány Díjas, Nemzeti Tehetség Program és Nemzeti Kiválósági Program kitüntetéssel díjazott fiatalokkal. Emellett egyik posztdoktor csoporttagját a Volker Heine Díj legjobb öt fiatal kutatója közé választották meg 2017-ben, egy másik tagja pedig az Aneesur Rahman Ösztöndíjat nyerte el számítógépes fizikában az Argonne National Laboratory-ban. A 10-15 kutatóval rendelkező kutatócsoport működését külső forrásokból biztosítja hazai, Európai Unió és Egyesült Államokbeli pályázatokból, beleértve a 2010-ben elnyert MTA Lendület és a 2019-ben elnyert NKFIH Élvonal kiválósági programokat.

Önálló kutatói munkásságát Nemzetközi Gábor Dénes Díjjal jutalmazták 2003-ban, 2008-ban a Magyar Tudományos Akadémia Talentum Akadémiai Díjban részesítette és Bolyai-plakettel ismerte el. Ugyanebben az évben a Magyar Köztársaság Arany Érdemkeresztjével tüntették ki. Rangos szakmai elismerés, hogy számos konferencia és szimpózium meghívott előadója, amelyek közül

kiemelendő az Amerikai Fizikai Társulat 2014-es Márciusi Vándorgyűlésének a szilícium-alapú kvantumbitek tematikájára épülő, csak meghívott előadásokat tartalmazó, szekciójában tartott meghívott előadás, valamint a Harvard Quantum Optics Center-ben megtartott szemináriumi előadás a nitrogén-vakancia centrummal kapcsolatos eredményeiről, amelyet többek között Prof. Mikhail Lukin professzor és a 2005-ben Nobel-díjjal elismert Roy Glauber professzor is érdeklődve hallgatott. Rendszeres felkért bíráló a Nature, Nature Materials, Nature Partner Group, Science Advances, Physical Review Letters, Physical Review B és más fizikai vagy fizikához kötődő kémiai folyóiratok részére. Összesen 280 tudományos publikációja jelent meg referált folyóiratokban, amelyeknek összesített impakt faktora 1395, összes független hivatkozása 6694.

A tudományos közéletben és utánpótlás-képzésben aktív szerepet vállal. Eddig 9 tanítványa védte meg sikeresen PhD címét, többségében a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen, és ott fejlesztett ki egy tárgyat „Atomi szintű számítógépes szimulációk” címmel, amelyhez egy közel 200 oldalas jegyzetet írt. Emellett számos TDK dolgozat, BSc szakdolgozat és MSc diploma témavezetője volt a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen, ahová egyetemi tanár kinevezést kapott 2019-ben. Hozzávetőleg 70 meghívott előadást tartott meg eddig, beleértve a nagyon neves Gordon Research Conference konferenciákat is. Szervező tagja a nemzetközi szilícium-karbid konferenciáknak, valamint vezető szervezője volt a szilárdtest kvantumbitek és atomi szimulációk témakörében tartott konferenciáknak [pl. Symp. ED1 on using SiC, diamond and related materials for quantum technology, Materials Research Society Spring Meeting, US, 2017; CECAM-Workshop on “Crystal defects for qubits and single photon emitters”, Bremen (Germany), 2018]. Rendszeres bírálója ERC, SFI (ír), FWO (flamand), ARC (ausztrál), DFG (német), ANR (francia), GACR (cseh), SNF (svájci), NSF (USA) nemzetközi pályázatoknak, valamint Lendület pályázatoknak és projekteknek. Emellett az NKFI OTKA Fizika Zsűri tagja 2020-tól, a Norvég Anyagtudományi Zsűri felkért tagja (2020), valamint a Magyar Tudományos Akadémia Szilárdtest-fizikai Bizottságának tagja (2021-től). 2018-tól az NKFIH kinevezte a Quantum Community Network (kvantumtechnológia lobbiszervezet az Európai Unióban) magyarországi helyettes képviselőjének, továbbá a Wigner Fizikai Kutatóközpontban kinevezett vezetője a Kvantuminformatika Nemzeti Laboratóriumnak, valamint annak nemzetközi kapcsolattartója. Gali Ádám jelentős részt vállalt a kvantumtechnológia területen regionális és európai uniós együttműködések fejlesztésében és intézményesítésében (pl. Quapitals kezdeményezés; quapitals.eu). Az NKFIH kinevezte magyar képviselőnek a FIT4NANO COST Action szervezetben, amely részben azt tűzte ki célul, hogy kvantumbitek determinisztikusan lehessen létrehozni szilárdtestekben. Gali Ádám gyakran népszerűsíti a tématerületet diákoknak szóló előadásokban vagy a szélesebb közönség számára sajtó interjúkban, amelyre az egyik eklatáns példa az a Research Europe-ban megjelent interjú, amely számban Prof. Jürgen Mlynek is interjút adott, aki az Európai Unió Kvantumtechnológiai Zászlóshajó Program szervezőbizottságának elnöke.

Budapest, 2021. szeptember

Ajánlók:

Domokos Péter r.t., Kroó Norbert r.t., Mihály György r.t., Pálincás József r.t.