

Kutatóprofesszori pályázat

Dr. Gali Ádám

HUN-REN Wigner Fizikai Kutatóközpont

2023

A Wigner Fizikai Kutatóközpont (Wigner FK) SZAB/16-1/2022 szabályzata alapján pályázatot nyújtok be a kutatóprofesszori címre. Pályázatom alapját tudományos életutam során megvalósított

- (i) publikációs tevékenységem (>300 folyóiratcikkre >9200 független hivatkozás),
- (ii) iskolateremtő témavezetői tevékenységem (10 megvédett és 5 folyamatban lévő PhD disszertáció),
- (iii) a Wigner FK-ban végzett projektvezetői munkám , és
- (iv) felsőoktatási tevékenységem jelentik,

melyeket az alábbiakban mutatok be részletesen.

Tudományos életút

1996-ban szereztem villamosmérnöki diplomát a Budapesti Műszaki Egyetemen (BME) félvezető fizikai témából. **2001-ben** kaptam meg a PhD címet fizikából, ahol a doktori témám a széles tiltott sávú anyagokban lejátszódó atomi folyamatok kvantummechanikai szimulációja volt Prof. Deák Péter vezetésével a BME Atomfizika Tanszékén. Rövid ideig Zawadowski Alfréd Kondenzált anyagok fizikája kutatócsoportjában voltam a BME Fizikai Intézetben, majd Békesy György Ösztöndíjjal sikeresen pályáztam meg állást a BME Atomfizika Tanszékén. A kutatótémám elsősorban a szilícium-karbid félvezetőben előforduló ponthibák elektronszerkezetének számítása volt, és annak hatásának vizsgálata a félvezető eszközök működése szempontjából. Időszakos posztdoktor állást kaptam a svéd Linköping Egyetemen Prof. Erik Janzén jóvoltából, ahol az ő kísérleti csoportjával szorosán együttműködve folytattam tovább a kutatásokat, ahol a különböző kísérleti módszerekkel is megismerkedtem. Utána sikeresen pályáztam különböző pályázatokra, hogy Prof. Efthimios Kaxiras csoportjánál új szimulációs módszereket tanuljak a Harvard Egyetemen **2007-től**. Itt kerültem kapcsolatba Prof. Mikhail D. Lukinnal, és kezdtem el a gyémántban levő nitrogén-vakancia hibával, mint szilárdtest kvantumbittel foglalkozni. **2010-ben** alapítottam kutatócsoportot az MTA Szilárdtest-fizikai és Optikai Intézetében a Lendület-program nyerteseként Kollár János intézetigazgató támogatásával, mindeközben állásomat megtartottam a BME Atomfizika Tanszékén rész munkaidőben. A Lendület-projektben a kvantummechanika számítások mellett kísérleti kutatásokat is indítottam, amelyben szilícium-karbid nanorészecskék előállítása és biológiai jelzőrendszerként való alkalmazása volt a cél. A viszonylag elavult kémiai laboratóriumot folyamatosan

fejlesztettük és új fizikai-kémiai módszereket kezdtünk használni. A kutatási területem korábban az újgenerációs napelemek vizsgálatára is kiterjedt (2010-2014), de a későbbi években a fókusz egyre inkább a kvantumtechnológiában fontos szilárdtestalapú kvantumbit rendszerek vizsgálatára vetült. Az ehhez szükséges konfokális mikroszkóp-rendszereket **2018-tól** sikerült kiépíteni kombinálva elektron spin rezonancia technikákkal, amellyel optikailag detektált mágneses rezonancia méréseket sikerült végezni. Ezeket főként a Nemzeti Kvantumtechnológia Program és a Kvantuminformatika Nemzeti Laboratórium támogatásával tudjuk végezni. **2022-ben** sikerült kvantumbitet mérni Magyarországon ebben a laboratóriumban a gyémánt nitrogén-vakancia centrum elektron spinjének koherens meghajtásával. **2019-ben** az Élvonal program támogatásával a kvantummechanikai számítási módszerek fejlesztését és alkalmazását a szilárdtest kvantumbitek felfedezésére használjuk, amely kutatóprogramot tovább folytatni szándékozom **2024-től** a Lendület-program Haladó kategóriájának elnyerésével. A cél az, hogy a szimulációk és kísérletek kéz a kézben haladjanak, és áttörést jelentő eredményeket érjünk el a kvantumtechnológia kvantumszenzor és kvantumkommunikáció területein. A kutatási tevékenységemnek köszönhető tekintélyemet és befolyásomat szeretném arra használtam és szeretném használni a jövőben is a világon és főként az Európai Unióban, hogy minden érdemes magyarországi kutatócsoportot helyzetbe hozzunk, mint pl. a Quantum Community Network lobbitevékenysége az Európai Unióban kvantumtechnológiai programjainak kiírásainak megszövegezésében.

A szabályzatban megfogalmazott pontrendszer alapján fűzöm tovább a pályaművem.

A1 Témavezetés

A doktori.hu adatai alapján 9 db megvédett PhD disszertáció témavezetője voltam, ebből egy esetben (Udvarhelyi Péter) félig megosztva Prof. Kürti Jenővel. Emellett a svéd Linköping Egyetemen voltam harmadrészen témavezetője Ivády Viktor PhD disszertációjának Prof. Erik Janzénnel és Prof. Igor A. Abrikosovval. Ezen kívül jelenleg 5 PhD hallgató témavezetését látom el, és korábban számos BSc/MSc/TDK dolgozat témavezetője voltam.

TDK témavezetés (darabonként 1 pont, összesen 10 pont)

Hornos Tamás: Szilícium-karbidbeli ponthibák első elvű számítása (2004), BME TTK III. helyezett

Vörös Márton András: Szilíciumkarbid nanoszerkezetek vizsgálata atomi szintű számítógépes szimulációval (2008-2009); BME TTK II. helyezett, OTDK-n részvétel

Simon Tamás: Nitrogén-vakancia hiba vizsgálata gyémántrácsban kvantummechanikai számításokkal (2011); BME TTK II. helyezett

Somogyi Bálint: Félvezető biomarkerek vizsgálata első elvű számításokkal (2011); BME TTK III. helyezés, dicséret, OTDK részvétel

Thiering Gergő: Nikkel hibák gyémánt nanokristályokban (2012); BME TTK II. helyezett, OTDK dicséret

Csóré András: Molibdén ponthibák vizsgálata szilícium-karbidban sűrűségfunkcionál-elmélet segítségével (2014), BME TTK II. helyezett

Udvarhelyi Péter: Negatívan töltött nitrogén-vakancia hiba és szubsztitúciós nitrogén spin-spin kölcsönhatásának vizsgálata gyémántban (2014), kvantummechanikai számításokkal, ELTE TTK Fizikus dicséret

Major Dániel Áron: Szilícium-karbid nanoklaszterek felületének hatása az optikai tulajdonságokra (2014), BME VBK dicséret

Horváth Klaudia: Szilícium-karbid nanoklaszterek fotostabilitásának vizsgálata (2015), BME VBK részvétel

Unyi Dániel: Fluoreszcens szilícium-karbid nanokristályok felületmódosítása (2016), BME VBK részvétel

BSc témavezetés (darabonként 2 pont, összesen 20 pont)

Kim Aukius: Bachelor Thesis in Physics, BME TTK Atomfizika Tanszék (Ab initio simulations of SiC nanoparticles), 2013

Balázs Boldizsár: Félvezető nanoszerkezetek biológiai jelzőrendszerekben (2013), BME TTK Atomfizika Tanszék

Major Dániel Áron: Szilícium-karbid nanoklaszterek pKa értékének meghatározása (2014), BME VBK Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszék

Major Dániel Áron: Szilícium-karbid nanoklaszterek redukciójának vizsgálata (2014), BME VBK Szervetlen és Analitikai Tanszék

Udvarhelyi Péter: Spintronika szobahőmérsékleten: nitrogén-vakancia hiba vizsgálata gyémántban kvantummechanikai számításokkal (2014), ELTE TTK Fizika

Csóré András: Biomarkers and third generation solar cells: examination of semiconductor nanocrystals with modern computational methods (2014), BME Atomfizika Tanszék

Horváth Klaudia: Szilícium-karbid nanokristályok fotokémiai tulajdonságainak vizsgálata (2016), BME VBK Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszék

Unyi Dániel: Hidroxilált szilícium-karbid nanokristályok szintézismódszerének fejlesztése (2017), BME VBK Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszék

Pataki Dávid: Szilárdtestbeli egyfoton-források és kvantumbitek elméleti vizsgálata (2017), BME TTK Atomfizika Tanszék

Szabó Sebestyén: Szilícium vakancia vizsgálata szilícium-karbidban kvantummechanikai szimulációval (2018), BME TTK Atomfizika Tanszék

MSc (diploma) témavezetés (darabonként 4 pont, összesen 48 pont)

Buruzs Ádám: Szilíciumkarbidbeli réteghibák elektronikai tulajdonságainak meghatározása kvantummechanikai számításokkal (2005), BME TTK Atomfizika Tanszék

Hornos Tamás: Szilíciumkarbidbeli ponthibák első elvű számítása (2005), BME TTK Atomfizika Tanszék

Vörös Márton András: Szilíciumkarbid nanoszerkezetek vizsgálata atomi szintű számítógépes szimulációval (2009), BME TTK Atomfizika Tanszék

Szabó Áron: Ab initio számítások félvezetőkben: szilícium-karbid nanocsövek és alumínium-nitrid vizsgálata (2011), BME TTK Atomfizika Tanszék

Somogyi Bálint: Félvezető biomarkerek vizsgálata első elvű számításokkal (2012), BME TTK Atomfizika Tanszék

Thiering Gergő: Nikkel hibák gyémánt nanokristályokban (2013), BME TTK Atomfizika Tanszék

Károlyházy Gyula: Fémmel adalékolt SiC nanokristályok előállítása és vizsgálata (2014), BME VBK Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszék

Csóré András: Paramágneses ponthibák vizsgálata szilícium-karbidban kvantummechanikai szimulációval (2016), BME TTK Atomfizika Tanszék

Udvarhelyi Péter: A nitrogén-vakancia hiba vizsgálata gyémántban kvantummechanikai számításokkal (2016), ELTE TTK Fizika

Móricz Boglárka: Szilícium-karbid nanokristályok mérekszeparálása (2017), BME VBK Fizika Kémia és Anyagtudományi Tanszék

Oláh Fanni Terézia: Szilícium-karbid előállítása és anyagszerkezeti vizsgálata (2018), BME VBK Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszék

Juhász Zoltán Balázs: Szilícium-karbid nanorészecskék fotokatalitikus reakcióinak vizsgálata szerves molekulák jelenlétében (2018), BME VBK Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszék

PhD témavezetés (témavezetésenként 8 pont, összesen 70 pont)

Hornos Tamás: Theoretical study of defects in silicon carbide and at the silicon dioxide interface (2009), BME Fizika Doktori Iskola

Vörös András Márton: Ab initio investigations on the electronic and optical properties of group IV semiconductor nanocrystals (2013), BME Fizika Doktori Iskola

Szász Krisztián: Ponthibák azonosítása félvezető szerkezetekben hiperfinom tenzor számításával (2015), ELTE Fizika Doktori Iskola

Beke Dávid: Fabrication and characterization of silicon carbide nanoclusters (2016), BME Oláh György Doktori Iskola

Ivány Viktor: Development of theoretical approaches for post-silicon information processing (2016), Linköping University (Svédország), közös témavezetés Prof. Erik Janzénnel és Prof. Igor A. Abrikosov-val.

Somogyi Bálint: First principles study of silicon carbide nanocrystals (2017), BME Fizika Doktori Iskola

Thiering Gergő: Gyémántbeli ponthibák első elvű számolása (2018), BME Fizika Doktori Iskola

Csóré András: Paramágneses ponthibák vizsgálata szilícium-karbidban kvantummechanikai szimulációval (2020), BME Fizika Doktori Iskola

Udvarhelyi Péter: Szilárdtestbeli kvantumbitek magneto-optikai paramétereinek ab initio számítása (2020), ELTE Fizika Doktori Iskola; témavezetés megsztva Prof. Kürti Jenővel

Károlyházy Gyula: Fabrication and magneto-optical characterization of silicon carbide nanoparticles towards biolabeling (2022), BME Oláh György Doktori Iskola

Összesen: 148 pont

A2 Oktatás, felsőoktatási jegyzetek

A tárgy alkotója, előadója és gyakorlatvezetője is vagyok: Atomi szintű számítógépes szimulációk szilárdtestekben; jegyzet és gyakorlat készült belőle a Mecénatúra alapítvány támogatásával 2008-ban (**8 pont**); 2018-ban megújult a jegyzet Bodrog Zoltán közreműködésével. A jegyzet megtekinthető itt:

https://drive.google.com/file/d/114Q3zGU3489WNyM4BN_XNV-cUF87HM3L

BME, Atomfizika Tanszék, Atomi szintű számítógépes szimulációk szilárdtestekben; jegyzet és gyakorlat tartása 2011-2022 (12×4 pont = **48 pont**)

Simulation of atomic processes in semiconductors in UC Davis Condensed Matter Seminar, Davis (USA), June 7, 2007 (2 pont)

Theory of Defects in SiC in Light and Energy from Novel Semiconductors (LENS) Summer School, Oslo (Norway), August 27-29, 2010 (2 pont)

Quantum mechanical calculations on semiconductor structures: spintronics, biomarker and solar cell applications in Stuttgart University at Prof. J. Wrachtrup group, Stuttgart (Germany), November 23, 2010 (2 pont)

Optical excitations of nitrogen-vacancy center in diamond at Atominstytut Wien, Atomic Physics Seminar, June 3, 2011 (2 pont)

Optical excitations of nitrogen-vacancy center in diamond at UC Berkeley, Atomic and Molecular Physics Seminar, April 20, 2011 (2 pont)

Ab initio study of silicon-vacancy defect in bulk and nano diamonds in Physics Seminar of Pontificia Universidad Catolica de Santiago, Santiago (Chile), December 7, 2011 (2 pont)

Trends in materials science: atomistic simulations in Autumn School of Roland Eötvös Physical Society, October 3-6, 2011 (2 pont)

Ultrasensitive sensors and single photon emitters in diamond and silicon carbide, in Osaka University, Osaka (Japan), October 7, 2013 (2 pont)

Designing luminescent in vivo biomarkers from ab initio calculations: prediction from theory and experiments, in California Nanosystems Institute, Santa Barbara (USA), April 8, 2013 (2 pont)

Quantum mechanical simulations of solid state quantum bits, Harvard Quantum Optics Center Seminar, Harvard University, Boston (USA), March 6, 2014 (2 pont)

A route for integration of classical and quantum technologies operating at ambient conditions, Centre for Quantum Computation & Communication Technology, University of Melbourne (Australia), August 25, 2014 (2 pont)

Point defects in silicon carbide for realizing solid state quantum bits and quantum metrology, Seminar at Pittsburgh University, Allen Hall 321 (USA), March 6, 2015 (2 pont)

Silicon carbide - a platform to integrate quantum and semiconductor electronics, Naval Research Laboratory Seminar, Washington DC (USA), March 21, 2016 (2 pont)

Point defect qubit based optical dynamic nuclear spin polarization, Saulrėtekio Puslaidininkų Physics Seminar, Center for Physical Sciences and Technology, Vilnius (Lithuania), November 15, 2017 (2 pont)

Ab initio theory of nitrogen-vacancy qubit in diamond, Condensed Matter Physics Journal Club Seminar at 4:00 PM in PAB 4-330, UCLA, Los Angeles (USA), March 14, 2018 (2 pont)

The theory of solid state defect qubits, Computational Atomic-scale Materials Design (CAMD) webinar, Technical University of Denmark (DTU) Physics, March 8, 2021 (2 pont)

Ab initio theory of NV center and other centers, Tutorial lecture, ASTERIQS School on Solid-State Spins, Cargèse, Corsica (France), November 2, 2021 (2 pont)

Solid state defect qubits - toward full ab initio description, Tutorial lecture, 31st International Conference on Defects in Semiconductors, Oslo (Norway), July 26, 2021 (2 pont)

Theoretical magneto-optical spectroscopy for solid state defect qubits, 50th International School and Conference on the Physics of Semiconductors, "Jaszowiec 2022", Szczyrk (Poland), 4-10 June, 2022 (2 pont)

Theoretical magneto-optical spectroscopy of solid state defect quantum bits, Theory of Condensed Matter Seminar at Cambridge University, Cambridge (UK), June 8, 2023 (2 pont)

Összesen: 96 pont

B1 Tudományos tevékenység és projektek témavezetőként

- OTKA F38357: Besugárzással létrehozott ponthiba és ponthibaagglomerátumok, valamint ezek optikai tulajdonságokra gyakorolt hatásának elméleti vizsgálata szilíciumkarbidban, 2002-2005; zárójelentés minősítése: kiváló (9 pont)
- MTA-DFG bilaterális project No. 112: Töltéshordozó csapdaállapotok kialakulási és passziválási mechanizmusai 4H-SiC termális oxidációja során, 2004-2007
- OTKA K67886: Ponthibák vizsgálata széles tiltott sávú anyagokban a standard sűrűségfüggő elméleteken túli módszerekkel, 2007-2011; zárójelentés minősítése: kiváló (9 pont)
- MTA-DFG bilaterális projekt No. 436: Szilíciumdioxidba beágyazott félvezető nanokristályok vizsgálata, 2008-2010
- MTA Lendület program: Félvezető nanoszerkezetek tervezése és jellemzése biomarker, napelem és magnetométer alkalmazásokhoz, 2010-2015 (18 pont)
- Distributed European Infrastructure for Supercomputing Application: The optical properties of group IV semiconductor nanocrystals - an ab initio many-body approach, 2010-2011
- EU FP7 No. 270197: DIAMANT-Diamond based atomic nanotechnologies, 2011-2014 (9 pont)
- PRACE Distributed European Computing Initiative (DECI-7) project DIAVIB, 2011-2012
- OTKA K101819: Lumineszkáló szilíciumkarbid nanokristályok tervezése, előállítása és analízise in vivo biomarker alkalmazásokhoz, 2012-2016; zárójelentés minősítése: kiváló (9 pont)
- OTKA K106114: Újfajta 2-fotonos fotokémiai anyagok és szilíciumkarbid alapú nanomarkerek fejlesztése neuronhálózatok aktivitásának és a dendritikus jel integrációnak gyors, három dimenziós multi-foton mikroszkópiával történő mérésére; zárójelentés minősítése: kiváló
- EU FP7 No. 611143: DIADEMS-Diamond devices enabled metrology and sensing, 2013-2017 (9 pont)
- Visegrad Group (V4) + Japan Joint Research Project on Advanced Materials: Nanophotonics with metal - group IV-semiconductor nanocomposites: From single nanoobjects to functional ensembles (NaMSeN), 2015-2018; NKFIH Grant No. NN118161 (9 pont)
- NVKP projekt: Fluoreszcens festékek és nagy felbontású, nagy látószögű, gyors szkennelésre képes 3D két-foton mikroszkóppal humán agydiagnosztika fejlesztése epilepszia kezelése céljából, 2017-2019; NKFIH Grant No. NVKP_16-1-2016-0043 (9 pont)
- NKP Nemzeti Kvantumtechnológiai Program: Kvantumbitek előállítása, megosztása és kvantuminformációs hálózatok fejlesztése, 2017-2021; NKFIH Grant No. 2017-1.2.1-NKP-2017-00001
- EU QuantERA project: Scalable Electrically Read Diamond Spin Qubit Technology for Single Molecule Imagers, 2018-2021; NKFIH Grant No. NN127889 (9 pont)
- EU QuantERA project: Spin-based nanolytics - Turning today's quantum technology research frontier into tomorrow's diagnostic devices, 2018-2021; NKFIH Grant No. 127902 (9 pont)
- EU H2020 Grant No. 820394: ASTERIQS-Advancing Science and Technology through diamond Quantum Sensing, 2018-2021 (9 pont)

- National Institute of Health Award No. 1R21CA223969-01A1, Enabling NIR-PT Therapy to Treat Deep Tissue Cancer, 2018-2020 (9 pont)
- National Excellence Program: Quantum-coherent materials, 2019-2023; NKFIH Grant No. KKP129866 (24 pont)
- EU H2020 Grant No. 862721: QuanTelCO-Quantum Emitters for Telecommunication in the O-Band, 2019-2023 (9 pont)
- COST Action FIT4NANO (Grant No. CA19140): MC member of Hungary in Focused Ion Technology for Nanomaterials, 2020-2024
- FWO (Flanders) Grant No. G0A0520N (co-PI): Spin Driving in Quantum-Coherent Materials, 2020-2023
- EU HE HORIZON-EIC-2021-PATHFINDEROPEN-01-01 Grant No. 101046911: QuMicro-Quantum Microwave Detection with Diamond Spins, 2022-2025 (9 pont)
- EUREKA project “New generation quantum microscope”, 2023-2026 (9 pont)
- Lendület “Haladó”, 2024-2028 (18 pont)

Összesen: 186 pont

B2 Tudományos eredményesség

Független effektív hivatkozottság MTMT szerint: 9303. **50 pont**

H-index független hivatkozásokból MTMT szerint: 51. **17 pont**

A fentiek szerint az A részre összesen 244 pontot, a B részre 253 pontot, mindösszesen 497 pontot számoltam.

Mindezek alapján kérem pályázatom támogató elbírálását.

Tisztelettel:

Budapest, 2023. október 8.

Dr. Gali Ádám

Félvezető Nanoszerkezetek “Lendület” kutatócsoport-vezető