

Miért lettem fizikus?

Interjúalanyunk *Dr. Derzsi Aranka*, a budapesti Wigner Fizikai Kutatóközpont vezető kutatója. A kolozsvári Babeş–Bolyai Tudományegyetem Fizika Karán szerzett BSc oklevelet 2004-ben, majd ugyanitt a számítógépes fizika szakon MSc oklevelet 2005-ben. Doktori tanulmányait is itt végezte, 2012-ben szerzett Ph.D. fokozatot. 2007-ben kapcsolódott be az alacsony nyomású, alacsony hőmérsékletű gázkisülési plazmák kutatásába az MTA Szilárdtestfizikai és Optikai Intézetében. Posztdoktor kutatóként a Wigner Fizikai Kutatóközpontban és a West Virginia Egyetemen kutatott. 2018-tól önálló kutatási témát vezet a Wigner Fizikai Kutatóközpontban, ahol a felületkezelési eljárásokban alkalmazott gázkisülések vizsgálatával foglalkozik. Szakmai munkáját Akadémiai Ifjúsági Díjjal (2017), az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Schmid Rezső-díjával (2018), az IOP Plasma Sources Science and Technology folyóirat Hershkowitz-díjával (2019) ismerték el.



Mi adta az indíttatást, hogy a fizikusi pályára lépj?

A természettudományos jelenségek mindig érdekelték, de nem készültem fizikusnak. Középszintű tanulmányaimat a székelyudvarhelyi Tamási Áron Gimnázium informatika osztályában végeztem, egyaránt érdekelt a programozás, a matematika és fizika is. Sokáig programozó akartam lenni; pályaválasztáskor, bármennyire is érdekes iránynak tűnt, bizonytalan voltam afelől, mit lehet egyetem után matematika vagy fizika tanulmányokkal kezdeni. Abban, hogy végül a BBTE-n végeztem fizikusként, nagy szerepe volt annak, hogy már a korai egyetemi évek alatt megtapasztaltam, hogy sokféle érdekes út járható fizikusként, akár fizikától távolinak tűnő területeken is. Meghatározó volt a felismerés, hogy a számítógépes szimulációk mennyire hatékonyan alkalmazhatóak különböző fizikai problémák megértéséhez, és hogy a programozás iránti lelkesedésem fizikusként is jól hasznosítható, így egyre inkább elköteleztem magam a fizika mellett.

Kik voltak az egyetemi évek alatt azok, akiknek meghatározó szerepük volt az indulásnál?

Az egyetemi évek alatt sok kiváló tanárunk volt a Fizika Karon, hálás vagyok, hogy tőlük tanulhattam. Két tanárt emelnék ki, akiknek meghatározó szerepük volt abban, hogy kutató lettem. Karácsony János tanár úr, aki az optika és spektroszkópia tantárgyat, valamint választott tantárgyként a plazmafizikát tanította, bátorított és egyengette az utam az indulásnál. Ő vezetett be a gázkisülési plazmák világába, témavezetése alatt készítettem mind a BSc, mind az MSc szakdolgozatomat. Neki köszönhetem, hogy a plazmafizika területén dolgozom ma is. Sokat köszönhetek Néda Zoltán professzor úrnak, doktori témavezetőmnek, akitől rengeteget tanultam a modellezés és a számítógépes szimulációk izgalmas világáról, az interdiszciplináris fizikáról. Megmutatta, hogy a legbonyolultabbnak tűnő problémák is megközelíthetők könnyed, játékos formában, és a fizikából ismert modellek egyszerűen alkalmazhatóak más tudományterületekhez kapcsolódó kérdések vizsgálatára során is.

Miért éppen a plazmafizika került érdeklődésem középpontjába?

A plazmafizika választható tantárgy volt az egyetemen. Karácsony János tanár úr előadását hallgatva ragadott magával ez a terület. Fel is tudom idézni azt az előadását, amikor kedvet kaptam ahhoz, hogy én is plazmafizikával foglalkozzam: az ambipoláris diffúzió jelenségét magyarázta nekünk nagyon érdekesen és szemléletesen. Ezt követően kerestem meg azzal, hogy szeretném a vezetésével plazmafizikából írni a szakdolgozatomat. Így lett az elektron ciklotron rezonanciás (ECR) ionforrás rezonáns zónájának Langmuir-szondás vizsgálata a dolgozatom témája, majd a Számítógépes Fizika mesteri szakon az elektróda-hatás modellezése ECR ionforrások esetén. Ennek a munkának az elkészítése során közreműködtem a debreceni Atommagkutató Intézetben működő ECR ionforrás komplex mágneses terét leíró, és ebben a térben töltött részecskék mozgását szimuláló program kifejlesztésében. A mesteri év végén egyértelmű volt, hogy számítógépes fizikával szeretnék foglalkozni a továbbiakban is. A doktori munkám során Néda Zoltán professzor úr vezetésével a statisztikus fizika modelljeinek interdiszciplináris területeken (biológia, társadalomtudományok) való alkalmazhatóságát kutattam numerikus szimulációkkal. A plazmafizika akkor került újra az érdeklődésem középpontjába, amikor lehetőségem adódott csatlakozni a Donkó Zoltán vezette Elektromos Gázkisülések kutatócsoporthoz az MTA Szilárdtestfizikai és Optikai Intézetében (SZFKI) egy Marie Curie-ösztöndíj keretében. Ezzel eldőlt, hogy a plazmafizika lesz a fő kutatási terület a pályámon.

Milyen kihívások, célok mentén építetted tudományos karriered?

Miután Budapestre kerültem az Elektromos Gázkisülések kutatócsoportba, egy olyan projekten kezdtem el dolgozni, melynek célja a katódporlasztáson alapuló, analitikai célú ködfénykisülések tanulmányozása volt. Az én feladatomban ebben a projektben a plazmaforrás matematikai modelljének és az erre alapuló szimulációs programoknak a kidolgozása volt. Ebben a projektben jártasságra tettem szert az alacsony hőmérsékletű plazmák numerikus leírására alkalmazható különböző modellek és szimulációs módszerek területén, és ez a tapasztalat meghatározta a későbbi témaválasztást is. A projekt befejezése után, fiatal kutatóként folytattam munkám az MTA SZFKI-ban, majd a Wigner Fizikai Kutatóközpontban, ahol alacsony nyomású kapacitív rádiófrekvenciás gerjesztésű gázkisüléseket vizsgáltam numerikus módszerekkel. Ezek a gázkisülések megválaszolatlan fizikai alapkérdésekben rendkívül gazdag kutatási területet jelentenek, ugyanakkor az alkalmazások szempontjából is nagyon fontosak: töltött részecskék és kémiai aktív gyökök plazmában történő keltése és ezek kölcsönhatása a megmunkálni kívánt felülettel képezi az alapját a félvezetőiparban széles körben használt felületmarási és rétegleválasztási technikáktól kezdve a biokompatibilis felületek létrehozásáig. Az alkalmazások optimalizálásához, fejlesztéséhez pedig elengedhetetlen a plazmában lejátszódó összetett folyamatok megértése. Ezt a témát vittem tovább posztdoktor kutatóként a Wigner Fizikai Kutatóközpontban, illetve a West Virginia Egyetemen, a plazma alapú felületmódosító eljárásokban a felületre jutó plazmarészecskék tulajdonságainak jobb szabályozhatóságát lehetővé tevő eljárásokra fókuszálva. Jelenleg a felületi folyamatok gázkisülési plazmákra gyakorolt hatásának vizsgálatával foglalkozom különböző kisülés-konfigurációk esetén, az alkalmazások szempontjából fontos gázkeverékekben. Céloom a kutatás során a vizsgált jelenségek megértése, a részletek feltárása, és ezáltal a plazma alapú alkalmazások fejlesztésének elősegítése.

Kérlek mutasd be röviden kutatói tevékenységed megvalósításait, eredményeid.

Az alacsony hőmérsékletű, alacsony nyomású, rádiófrekvenciás gerjesztésű gázkisülések kutatásával 2010 óta foglalkozom. Ezen a területen folyó kutatások célja az alkalmazások szempontjából lényeges plazmajellemzők és a külső kontroll-paraméterek közötti összefüggések feltárása, különös tekintettel a felületre érkező ionok fluxusának és energiaeloszlásának egymástól független szabályozhatóságára. Kutatómunkám során főképp numerikus szimulációkkal, ritkábban kísérleti módszerekkel vizsgáltam a különböző gázokban létrehozott plazmák működését és az alkalmazások szempontjából lényeges plazmajellemzők vezérlésének lehetőségeit és korlátait. Számolásaink, kísérletekkel kiegészítve, felfedték az elektronegatív gázkisülések egy új, „drift-ambipoláris” működési módját. Megmutattuk, hogy ez a működési mód jelentős hatással van az ionjellemzők egymástól független szabályozhatóságára az alkalmazásokban. Az ionjellemzők hangolására a közelmúltban többfrekvenciás, nem-szinuszos rádiófrekvenciás hullámformával történő gerjesztést javasoltak. Ehhez kapcsolódóan megmutattuk, hogy ezekben az ún. elektromosan aszimmetrikus gázkisülésekben különböző anyagból készült elektródák használatával szélesebb tartományban hangolható a felületre jutó ionok energiája az alkalmazásokban, és egy új módszert javasoltunk az ionok energiaeloszlásának vezérlésére. Az utóbbi néhány évben azt vizsgáltuk, milyen hatása van a különböző felületi folyamatoknak a plazmák jellemzőire. Feltártuk az elektronok keltette másodlagos elektronok meghatározó szerepét az elektronfűtési és ionizációs dinamikában alacsony nyomások tartományában, és egy szimulációkkal támogatott spektroszkópiai módszert dolgoztunk ki a másodlagos elektronemissziós együttható meghatározására. Számos nemzetközi szakfolyóiratban megjelent cikk társszerzője vagyok, az elmúlt években meghívott előadója voltam a kutatási terület legjelentősebb nemzetközi konferenciáinak.

Melyek a jövőbeli akadémiai terveid?

A következő néhány évre adott a kutatás iránya egy féldívnél tartó kutatási projekt témavezetőjeként: a plazma-alapú felületmódosítási eljárásokban fontos szerepet játszó rendszerekben vizsgálom hogyan befolyásolják a különböző felületi és gázfázisú folyamatok, valamint a gerjesztő hullámforma a gázkisülések működését és a részecske-jellemzők szabályozhatóságát. Szeretném folytatni és kibővíteni a nemzetközi együttműködések keretében folyó kutatásokat, valamint több időt szánni a csoportunk laboratóriumában elvégezhető kísérleti munkákra. Jelenleg egy PhD hallgató témavezetője vagyok, a jövőben szeretnék új diákokat bevonni a kutatómunkába.

Kutatóként miért választottad a Wigner Fizikai Kutatóközpontot?

A Wigner Fizikai Kutatóközpontban és előd intézményeiben az alacsony hőmérsékletű plazmák kísérleti vizsgálata és modellezése hosszú időre nyúlik vissza. Olyan kutatói közösséget találtam itt, amely ezen a területen nemzetközi szinten elismert, kiemelkedő színvonalú munkát végez. A környezet, a közvetlen kollégák, a csoport hangulata is mind hozzájárult ahhoz, hogy hosszú távra ezt az intézetet választottam.

Melyek a legkiemelkedőbb kutatási eredményeid?

A kapacitív rádiófrekvenciás gerjesztésű gázkisülések működését az elektronfűtés és ionizáció dinamikája határozza meg. Ez alapján elektropozitív gázban működtetett alacsony

nyomású rádiófrekvenciás gázkisülésekben két működési módot, ú.n. α -módot és γ -módot, különböztetünk meg. Elektronegatív gázokban (pl. O_2 , CF_4) működtetett gázkisülésekben az α - és γ -módra jellemző elektronfűtés és ionizációs dinamikától eltérő viselkedést figyeltek meg. Particle-in-Cell / Monte-Carlo (PIC/MC) kinetikus részecskeszimulációs módszerrel felfedtük az erősen elektronegatív gázkisülések egy új működési módját. Ezt a működési módot elektronfűtés és ionizáció jellemzi a plazma tartományban, illetve a tértöltött réteg határának közelében, a kisülés pillanatnyi anód oldalán. Az elektronok fűtését a plazma tartományban egy erős drift elektromos tér okozza, amelyet a kis elektronsűrűség következtében lecsökkent elektromos vezetőképesség vált ki, míg az elektronok fűtését a tértöltött réteg határán az elektronsűrűség lokális maximuma következtében fellépő erős ambipoláris elektromos tér eredményezi – innen adódott ennek a működési módnak a „drift-ambipoláris” elnevezése. A szimulációk kimutatták a különböző működési módok közötti átmenet lehetőségét, amelyet fázisfelbontott optikai emissziós spektroszkópiai mérések is alátámasztottak. Ezeket az eredményeket a *Physical Review Letters* szaklapban közzöltük.

Mit tudsz ajánlani a Fizika Kar jövődöbéli hallgatóinak?

Azt tudom ajánlani, hogy bátran válasszák a BBTE Fizika Karát, érdemes itt fizikát tanulni. Lehetőségük lesz érdekes projektekre bekapcsolódni, részt venni igazi kutatásban már a korai egyetemi évek alatt is. Kutatónak lenni nagyon jó, de ha valakit nem vonz ez a pálya, az könnyen elhelyezkedhet más területeken is az egyetem elvégzése után, a fizikus gondolkodásmód más területeken is igen kelendő.

K. J.

Vegyeszvicc

Van kettőnkről
egy fényképem...
Úgy nézünk ki rajta,
mint két gázpalack.
Én propán,
te meg bután!

