



Debreceni Egyetem TTK KÖRNYEZETFIZIKAI TANSZÉK

Tanszékvezető: Dr. Csige István

Debrecen, Poroszlay u. 6.

Levél cím: 4001 Debrecen, Pf. 51, tel.: (52)-509-200, fax: (52)-416-181,

e-mail: csige@atomki.hu



Szakedolgozati, diplomamunka- és TDK-témák

a DE TTK Környezetfizikai Tanszéken és az Atommagkutató Intézetben a
2025/2026-os tanév 2. félévére

Környezetfizikai Tanszék

<i>Témavezető neve</i>	<i>Téma címe</i>
Dr. Csige István	1. A szén-dioxid és a radon gázok áramlása a talajban (fiz. BSc, fiz. MSc, környezetmérnök/geológus MSc) 2. Marsutazók sugárvédelmének optimalizálása. (Fizika BSc szakdolgozat, vagy Fizikus MSc diplomamunka)

Atommagkutató Intézet

<i>Témavezető neve</i>	<i>Téma címe</i>
Dr. Angyal Anikó, Papp Enikő	Légköri aeroszol vizsgálata városi környezetben (fiz. BSc, fiz./fiz. tanár MSc, TDK) Investigation of atmospheric aerosol in urban environments (physicist BSc, MSc)
Dr. Braun Mihály	1. Lézer ablációs induktív csatolású plazma tömeg spektrometriás (LA-ICP-MS) módszerek fejlesztése fémek és ötvözetek vizsgálatára (fiz. BSc/MSc, fiz.tan. BSc/MSc, környtan BSc/MSc, TDK) 2. Lézer ablációs induktív csatolású plazma tömeg spektrometriás (LA-ICP-MS) módszerek fejlesztése üledékek vizsgálatára (fiz. BSc/MSc, fiz.tan. BSc/MSc, környtan BSc/MSc, TDK) 3. Lézer ablációs induktív csatolású plazma tömeg spektrometriás (LA-ICP-MS) módszerek fejlesztése üvegek vizsgálatára (fiz. BSc/MSc, fiz.tan. BSc/MSc, környtan BSc/MSc, TDK)
Dr. Buró Botond	Kőzetfelszínek radiokarbon kormeghatározására alkalmas feltárórendszer fejlesztése (fiz. BSc, fiz./fiz. tanár MSc, TDK)
Dr. Csedreki László	1. Proton-indukált reakciók vizsgálata és felhasználása neutron-detektorok hatásfokának meghatározásában (fiz. BSc, fiz./fiz. tanár MSc, TDK) 2. Protonindukált magreakciók alkalmazása bór céltárgyak vizsgálatában (fiz. BSc, fiz./fiz. tanár MSc, környezettan, TDK) 3. Study and application of proton induced reactions in the characterisation of neutron detectors (Phys. BSc/MSc, Elect.Eng. BSc/MSc) 4. Nagy hatékonyságú LaBr ₃ berendezés kifejlesztése nukleáris asztrofizikai célokra (fiz. BSc, fiz./fiz. tanár MSc, TDK) 5. Development of high efficiency LaBr ₃ array for nuclear astrophysics (Phys. BSc, Elect.Eng. BSc, Phys. MSc)
Dr. Csedreki László Begala Marcell	1. Jelalak diszkriminációs módszerek alkalmazása LaBr ₃ szcintillátor detektor belső háttérének csökkentésére (fiz. BSc/MSc, fiz tan., vill.métn. BSc) 2. Study of advanced Pulse Shape Discrimination techniques to reduce LaBr ₃ scintillator background (Phys. BSc/MSc, Phys. teacher, Elect. eng. BSc)

- Dr. Cseh József –
Dr. Darai Judit**
1. Atommagok deformációja és fűrtösödése
 2. A héj- és molekulaszervezet koegzisztenciája atommagokban
 3. A soknukleon-rendszer szimmetriái
- Dr. Demes Sándor**
1. Molekuláris ütközések dinamikája és sugárzásátviteli modellezés új csillagászati megfigyelések támogatásához (fiz. BSc/MSc, kém. BSc/MSc)
 2. Molecular collision dynamics and radiative transfer modelling in the support of new astronomical observations
(Phys. BSc, Phys. MSc, Chem. BSc, Chem. MSc, TDK)
 3. Nagy pontosságú potenciális energiafelületek fejlesztése és alkalmazása csillagászati szempontból jelentős molekuláris ütközésekre (fiz. BSc/MSc, kém. BSc/MSc, vegy.mér. BSc/MSc)
 4. Development of accurate potential energy surfaces with applications to astronomically relevant molecular collisions
(Phys. BSc, Phys. MSc, Chem. BSc, Chem. MSc, Chem. Eng. BSc, Chem. Eng. MSc, TDK)
- Dr. Dombrádi Zsolt –
Dr. Sohler Dorottya**
- Stabilitási sávtól távoli atommagok szerkezetének vizsgálata radioaktív nyalábokkal (fiz. tanár, fiz. BSc, MSc, TDK)
- Dr. Elekes Zoltán**
1. Ritka elemek keletkezésének vizsgálata atommag-reakciók segítségével (fiz. BSc, MSc, tanár, TDK)
 2. Egzotikus atommagok szerkezetének vizsgálata és szerepük az elemek keletkezésében (fiz. BSc, MSc, tanár, TDK)
- Dr. Juhász Zoltán –
Dr. Sulik Béla**
- Világűr a laboratóriumban - ionokkal bombázott molekulák szétesésése (fiz. BSc, MSc, TDK)
- Dr. Juhász Zoltán –
Herczku Péter**
- Világűr a laboratóriumban - szerves molekulák szintézise ionokkal bombázott nagyon hideg (10-20 K) víz-, széndioxid-, ammónia-jegekben (fiz. BSc, MSc, TDK)
- Dr. Hunyadi Mátyás**
- Nanorészecskék optikailag aktív gerjesztései ionnyaláb-indukált folyamatokban (fiz. BSc, fiz. MSc, kém. MSc)
- Dr. Huszánk Róbert –
Dr. Sulik Béla**
- Ionbombázás által keltett sugárkárosodás folyadékokban és szilárd anyagokban (fiz. BSc, MSc, TDK)
- Dr. Kiss Gábor**
1. Neutron-gazdag ritkaföldfém magok béta-bomlásának vizsgálata (Fizika MSc, TDK) (programozási tapasztalat szükséges)
 2. Alfa-részecske indukált magreakciók és a fémszegény halo csillagok összetétele (Fizika BSc, MSc, TDK)
 3. Magreakció hatáskeresztmetszet mérések nukleáris technológiai alkalmazásokhoz (Fizika BSc, MSc, TDK)
- Dr. Krasznahorkay
Attila**
1. Ritka atommag-átmenetek precíziós vizsgálata (fiz. BSc, MSc)
 2. Axionszerű részecske keresése atommag-átmenetekben (fiz. BSc, MSc)
 3. A standard modellen túli fizikára (sötét anyag) utaló jelek keresése atommag-átmenetekben (fiz. BSc, MSc)
- Dr. Lévai Géza**
1. A kvantummechanika alapegyenletei és szimmetriái (fizikus, informatikus-fizikus, fizikus MSc, fizika BSc, TDK)
 2. The fundamental equations of quantum mechanics and their symmetries (physicist BSc/MSc)
 3. Egzaktnál megoldható kvantummechanikai problémák fizikus, informatikus-fizikus, fizikus MSc, fizika BSc, TDK)

4. Exactly solvable quantum mechanical problems (physicist BSc/MSc)

Dr. Lisztes-Szabó Zsuzsa

A Kárpát-Pannon régió finomléptékű paleokörnyezeti változásai üledékek különböző biogeokémiai paramétereinek elemzésével (bármely BSc és MSc szak, TDK)

Fine-scale palaeoenvironmental changes in the Carpathian-Pannonian region by analyzing different biogeochemical parameters of sediments (any BSc and MSc program, TDK)

Dr. Major István

1. Másodlagos széntartalmú aeroszol keletkezésének vizsgálata izotópanalitikai módszerekkel (fiz. BSc, MSc)

2. Késő-pleisztocén barlangi medvék (*Ursus spelaeus*) paleoökológiai vizsgálata a Kárpát-medencében (fiz. BSc, MSc)

Dr. Mezei János Zsolt

1. Asztrofizikailag releváns molekulaionok fragmentációja. (villamosmérnök, informatikus, fizikus, BSc, MSc)

2. A hidrogén molekula fotoionizációja. (villamosmérnök, informatikus, fizikus, BSc/MSc)

3. Kéntartalmú-molekulák elektronvezérelt asztrokémiája.

Dr. Molnár Mihály

Légköri üvegházhatású gázok mennyiségének és izotópösszetételének mérési módszerfejlesztése és alkalmazása (fiz./környezetmérnök/geológus/kémia BSc vagy MSc)

**Dr. Nyakó Barna –
Dr. Kuti István**

Magfizikai töltött részecske-detektorok jeleinek digitális feldolgozásával kapcsolatos kísérletek és programfejlesztések (mérnök-inf. BSc, MSc, fiz. tanár, fiz. BSc, MSc, villamosmérnök BSc, TDK)

Dr. Orbán Andrea

Ionok és semleges részecskék kölcsönhatása ultrahideg hőmérsékleten (fiz. BSc, MSc és fiz. tanár)

Ion-neutral interaction at ultracold temperatures (physicist BSc)

Dr. Palcsu László

1. Mezőgazdasági területek nitrátszennyezése időbeliségének, eredetének és a denitrifikációjának vizsgálata (bármely szak BSc, MSc, TDK)

1. Study of timing, origin and denitrification of nitrate pollutant in shallow groundwater at agricultural areas (any program BSc, MSc, TDK)

2. Paleohőmérsékletek rekonstrukciója különféle geológiai lenyomatokon (bármely szak BSc, MSc, TDK)

2. Palaeotemperature reconstruction on different geological proxies (any program BSc, MSc, TDK)

**Papp Enikő –
Dr. Angyal Anikó**

Városi aeroszol koromtartalmának vizsgálata aethalometerrel (környezettan BSc, MSc; környezetmérnök BSc, MSc; fizika BSc, MSc)

Dr. Rácz Richárd

Részvétel Labview-alapú vezérlő, adatgyűjtő és kiértékelő rendszer fejlesztésében. (villamosmérnök, informatikus, fizikus, BSc, MSc)

**Dr. Sulik Béla –
Kovács Sándor**

Az ionsugár-terápia fizikai folyamatai (fiz. BSc, MSc, TDK)

Dr. Szücs Tamás

A Napban és csillagokban zajló hidrogénfúzió reakcióinak vizsgálata (fiz. BSc, MSc, tanár, TDK)

Dr. Takáts Viktor

Ipari minták felületvizsgálata atomi szinten XPS és LEIS mérési módszerekkel (fiz. MSc).

**Dr. Timár János –
Dr. Sohler Dorottya**

Deformált atommagok alakjának és alakváltozásának vizsgálata a forgási állapotok kísérleti tanulmányozásával (fiz. tanár, fiz. BSc, MSc, TDK)

Dr. Tőkési Károly

1. Töltött részecskék és kapillárisok kölcsönhatásainak vizsgálata (fiz. BSc, MSc, TDK)

2. Töltött részecskék energiavesztesége és fékeződése felületek környezetében (u.a.)

3. Egyszerű és többrétegű mintákban lejátszódó transzport folyamatok vizsgálata (u.a.)
4. Felületi effektusok vizsgálata (u.a.)
5. Többszörös szórások atomi ütközésekben (u.a.)
6. Lézer-atom, lézer-molekula kölcsönhatások elméleti vizsgálata (u.a.)
7. Anyagutánpótlás fizikai folyamatai fúziós plazmákban (u.a.)
8. Fúziós kutatásokhoz kapcsolódó atom- és felületfizikai adatok elemzése (u.a.)
9. Mikroelem nyomok csontokban (biológia tanár, biol. BSc, MSc, TDK)
10. Töltött részecskék élettani hatása sejtekre és sejtalkotókra (biométernök, biol./fiz. MSc)

Dr. Tókési Károly- Dr. Ódor Géza (KFKI MFA) Felületi mintázatképződés GPU-szimulációs vizsgálata (fiz. BSc, MSc, TDK)

- Dr. Ujvári Balázs**
1. Szimulációs technikák a nagyenergiás részecskefizikában (fiz. BSc, MSc)
 2. Szimulációs technikák az orvosi képalkotásban (fiz. BSc, MSc)
 3. SiPM alapú szcintillációs detektorok tervezési, tesztelési folyamatai a CMS BTL aldetektor számára (fiz. BSc, MSc)
 4. sPHENIX TPC aldetektorának HV tesztelőjének kivitelezése, tesztelése (fiz. BSc, MSc)
 5. Terepi szcintillációs detektorok tervezése és tesztelése (fiz. BSc, MSc)
 6. Szálló por mérő hálózat tervezése és adatainak feldolgozása (fiz. BSc, MSc)
 7. Big Data módszerek alkalmazása a sokcsatornás szcintillációs detektor trigger rendszerében (fiz. BSc, MSc)
 8. GEANT4 simulations in high energy particle physics (fiz. BSc, MSc)
 9. GEANT4 simulations in medical physics (fiz. BSc, MSc)

A kiírt témákra a hallgatók az intézetek által küldött tájékoztató alapján jelentkezhetnek. Elmulasztása esetén a hallgató csak a következő félév témakiírására jelentkezhet. A hallgatók jelentkezése, valamint a hallgatói jelentkezések oktatói jóváhagyása és intézeti elfogadása a Neptun elektronikus tanulmányi rendszerben történik. A jelentkezések elfogadásáról minden félévben november/április 30-ig döntenek az illetékes intézetek. Az elfogadás annak a félévnek a végén lép életbe, amikor a hallgató az oklevélkövetelményben előírt számú szakmai és minőségi kreditszámot megszerezte. A záródolgozat kreditek a következő félévtől kezdődően szerezhetők meg.

Dr. Angyal Anikó, Papp Enikő

Légköri aeroszol vizsgálata városi környezetben

Az aeroszol diszperz kolloid rendszer, amelyet a levegő és a benne szuszpendált formában lévő szilárd és/vagy cseppfolyós részecskék alkotnak. A légköri aeroszol jelentőségét az adja, hogy hatással van a Föld sugárzási mérlegére, az emberi egészségre, az épített környezetre és az ökológiai rendszerekre. Miután az antropogén perturbáció általában forgalmas nagyvárosokban, városrészeken és iparvidékeken koncentráltabb, a légköri aeroszol egészségügyi hatásai elsősorban ezeken a területeken figyelhetők meg. A diplomamunka keretében a vizsgálatokhoz aeroszol minták gyűjtése személyi mintavevővel a kiválasztott helyszínen (pl. közlekedési csomópont, városi háttér, kertvárosi terület, reptér). Párhuzamosan athelometer használata, mely segít megkülönböztetni a különböző égési források, például a dízel, a fafüst, a biomassza és a dohány különböző optikai jeleit. A gyűjtött minták SEM (pásztázó elektronmikroszkóp) és PIXE (részecske-indukált röntgen emisszió) technikákkal való vizsgálata. Az elemi összetétel meghatározásához a GUPIXWIN programcsomaggal spektrumok kiértékelése. Az alkalmazott módszerek segítségével képet kapunk a részecskék morfológiájáról és elemi összetételéről.

Investigation of atmospheric aerosol in urban environments

Atmospheric aerosols are defined as a suspension of solid and liquid particles in the air. Aerosol particles play an important role because of their effects on global climate change, human health, ecological systems and cultural heritage. Anthropogenic perturbations concentrate in urban and industrial areas, thus the negative impact on human health also identifiable these regions. In the frame of the diploma work aerosol samples will be collected with personal samplers at the selected site (e.g. traffic site, urban background, suburban areas, airport). In parallel use of athelometer which helps to distinguish among the different optical signatures of various combustion sources such as diesel, woodsmoke, biomass, and tobacco. The collected samples will be analysed by SEM (scanning electron microscopy) and PIXE (particle induced X-ray emission) techniques. GUPIXWIN program package will be used to evaluate the spectra and to determine the elemental composition. The techniques used help to provide information on the morphology and elemental composition of aerosol particles.

Lézer ablációs induktív csatolású plazma tömeg spektrometriás (LA-ICP-MS) módszerek fejlesztése fémek és ötvözetek vizsgálatára

TDK, szakdolgozat vagy diplomamunka téma környezetben, fizikus, fizika tanár, BSc, Msc hallgatók részére

Témavezető: Dr. Braun Mihály

A lézerablációs induktív csatolású plazma tömegspektrometria alkalmas fémek és ötvözetek közvetlen vizsgálatára. Az ultraibolya (213 nm) lézer berendezéssel különböző átmérőjű (5-100 µm) lézer nyalábbal porlasztjuk a minta felületét. A lézer energiája és a másodpercenkénti lövések száma is változtatható. A képződő krátereket optikai profilométerrel és pásztázó elektronmikroszkóppal jellemezzük, hogy a tömegspektrométerbe jutó anyag mennyiségét optimalizáljuk. Az ICP-MS méréseknél szükséges a mérési körülmények optimalizálása, a zavaró hatások vizsgálata. Lehetőség van különböző ötvözetek, pl. acélok, rozsdamentes acélok, alumínium ötvözetek, bronzok és sárgarezek, valamint ezüst és arany ötvözetek vizsgálatára.

Lézer ablációs induktív csatolású plazma tömeg spektrometriás (LA-ICP-MS) módszerek fejlesztése üledékek vizsgálatára

TDK, szakdolgozat vagy diplomamunka téma környezetben, fizikus, fizika tanár, BSc, Msc hallgatók részére

Témavezető: Dr. Braun Mihály

A tavakból és lápokból származó üledék mintákat az LA-ICP-MS mérésekhez elő kell készíteni. A minták víztartalmát el kell távolítani és az anyagot műgyantába kell ágyazni. Ezt követően metszetet és csiszolatot kell készíteni. Ennek az eljárásnak az optimális módját kell megtalálni. A következő lépés, hogy az elemek térbeli eloszlását meghatározzuk, hogy az üledékekből paleoklimatológiai, paleolimnológiai rekonstrukcióra alkalmas információt nyerjünk.

Lézer ablációs induktív csatolású plazma tömeg spektrometriás (LA-ICP-MS) módszerek fejlesztése üvegek vizsgálatára

TDK, szakdolgozat vagy diplomamunka téma környezetben, fizikus, fizika tanár, BSc, Msc hallgatók részére

Témavezető: Dr. Braun Mihály

A lézerablációs induktív csatolású tömegspektrometria (LA-ICP-MS) alkalmas üvegek fő és nyomelem tartalmának vizsgálatára. Az eredmények széles körben használhatók, elsősorban régészeti és kriminalisztikai vizsgálatoknál. Optimalizálni kell a mérési körülményeket, valamint módszert fejleszteni a koncentráció mérésére. Statisztikai módszereket megismerni az üvegszilánkok eredetvizsgálatához.

Elérhetőség:

Dr. Braun Mihály
braun.mihaly@atomki.hu
4026 Debrecen, Bem tér 18/C.
Atomki, VI. épület 208. szoba
Telefon: +36-20-260-5256

Proton-indukált reakciók vizsgálata és felhasználása neutron-detektorok hatásfokának meghatározásában

TDK, szakdolgozat vagy diplomamunka téma környezetben, fizikus, fizika tanár, BSc, Msc hallgatók részére

Témavezető: Dr. Csedreki László

Magfizikai ismeretünk bővítésének egyik hatékony eszköze a magreakciókban keletkezett kölcsönhatási termékek (könnyű és nehéz töltött részecskék, elektronok, gamma fotonok, neutronok stb.) vizsgálata. A nukleáris asztrofizika célja a csillagok fejlődésének, energiatermelésének és a környezetünkben lévő elemek keletkezésének megértése. Ehhez a csillagokban lejátszódó magreakciók nagy pontosságú vizsgálata és ezen reakciók sebességének pontos megadása szükséges. Ezt sok esetben a reakcióban keletkezett neutronok detektálásán keresztül valósítjuk meg. A kölcsönhatásban keltett neutronok energiájának és számának meghatározása komplex kísérleti problémák megoldását igényli. Az egyik ilyen, az alkalmazott neutron detektálási rendszer detektálási hatásfokának meghatározása, mely elsősorban a jól ismert hozamú, monoenergetikus neutronokat kibocsátó reakciók segítségével valósítható meg.

Például a $^{51}\text{V}(p,n)^{51}\text{Cr}$ magreakció, jelenleg elfogadottan alkalmas < 1 MeV alatti energiájú neutronok keltésére a fent leírt elvárásoknak megfelelően. Sok esetben azonban a nukleáris asztrofizika szempontjából releváns reakciókban ennél nagyobb energiájú neutronok detektálására van szükség. Az aktivációs technika és neutron- és gamma-detektálás kombinálása révén lehetővé válhat ezen reakció hatáskeresztmetszetének pontosabb meghatározására és > 1 MeV feletti neutronforrásként történő alkalmazása. Ezen túl lehetővé válik a reakció szélesebb körű alkalmazása a radiobiológia, a detektorkalibráció és a vékonyréteg aktivációs technika terén.

A hallgató feladata kiterjed a különböző proton indukált reakciók (elsősorban a $^{51}\text{V}(p,n)^{51}\text{Cr}$ reakció) alkalmazhatóságának vizsgálatára, (amely megköveteli az elsősorban angol nyelvű szakirodalom tanulmányozását), továbbá a tesztmérések összeállításában, kivitelezésében és kiértékelésében való részvételre is.

English:

Study and application of proton induced reactions in the characterisation of neutron detectors

For Physicist, Engineers BSc, MSc Supervisor: Dr. Laszlo Csedreki (csedreki@atomki.hu), 4026 Debrecen, Bem tér 18/c

The goal of the Nuclear Astrophysics is to provide high precision nuclear physics data to understand the nucleosynthesis of chemical elements in the Universe and the evolution of stars merging our knowledge of nuclear physics and astrophysics.

The probability of these nuclear reactions is extremely low at the relevant astrophysical temperature ranges, so extrapolation from higher energy measurements is unavoidable. The ATOMKI Nuclear Astrophysics Group has world class contribution to this field of physics since more than 20 years.

Besides experimental parameters, such as accelerator performance, environmental background, etc., the efficiency and angular resolution of the detection setup limits the accessible low-energy regime. Determining then neutron detection efficiency of the experimental apparatus is challenging due to the limitation of available monoenergetic neutron sources. The aim of this thesis topics is to develop a method to produce quasi-monoenergetic neutrons up to 2 MeV using the $^{51}\text{V}(p,n)^{51}\text{Cr}$ nuclear reaction.

This topic is recommended for candidates who have or want to develop experimental and hands-on skills. In addition, the candidates will be involved in the experimental work including the construction of the detector system, testing the electronics, simulating the setup and determining its performance.

Elérhetőség:

Dr. Csedreki László

csedreki.laszlo@atomki.mta.hu

4026 Debrecen, Bem tér 18/c

ATOMKI, IX. épület, 107 szoba.

Telefon: +36 52 509 200, 11337 mellék

Protonindukált magreakciók alkalmazása bór céltárgyak vizsgálatában

TDK, szakdolgozat vagy diplomamunka téma környezetben, fizikus, fizika tanár, BSc, Msc hallgatók részére

Témavezető: Dr. Csedreki László

Magfizikai ismereteink bővítésének egyik hatékony eszköze a magreakciókban keletkezett kölcsönhatási termékek (könnyű és nehéz töltött részecskék, elektronok, gamma fotonok, neutronok stb.) vizsgálata. Ezen ismeretek folyamatos pontosítása és bővítése szükséges olyan tudományos kihívások megoldásához, mint a csillagok energiatermelésének és a kémiai elemek keletkezésének megértése vagy az atommagok egyesülésével, vagy hasadásával előállított energia felhasználása az emberiség robbanásszerű energiaigényének kielégítésére. A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (NAÜ) áttekintette ezen reakciók modern alkalmazásaihoz rendelkezésre álló adatbázist és nemzetközileg koordinált kutatásra tett javaslatot az információk elégtelen volta, illetve nem megfelelő pontossága miatt.

A 2025-ben indult HUN-REN-ATOMKI-BME Modern nukleáris technológiák Kutatócsoport egyik célja a magreakciók egy speciális csoportja, az úgynevezett alfa-részecske-indukált reakciók vizsgálata, melyen belül a $^{10}\text{B}(\alpha, n)^{13}\text{N}$ reakció vizsgálata kiemelt jelentőségű. Amennyiben ismerjük ezen reakció pontos hatáskeresztmetszetét, úgy a neutronok hozamának mérésével információt nyerhetünk, például a National Ignition Facilityben (NIF) végzett fúziós kísérletekben a plazma állapotáról. Továbbá ezen reakciónak a nukleáris asztrofizika számára is jelentősége van. A pontos magfizikai adatok feltétele a céltárgyak bór tartalmának és izotóparányának ismerete. A jelenlegi téma célja a bór magokon végbemenő proton indukált reakciók vizsgálata gamma-spektroszkópia segítségével az Atomki világszínvonalú Tandetron laboratóriumában. A hallgató feladata kiterjed az elsősorban angol nyelvű szakirodalom tanulmányozására, továbbá a tesztmérések összeállításában, kivitelezésében és kiértékelésében való részvételre is.

Elérhetőségek:

Dr. Csedreki László

HUN-REN Támogatott Kutatócsoportok Irodája, H-1054, Budapest, Alkotmány utca 29

HUN-REN Atomki

csedreki@atomki.hu

4026 Debrecen, Bem tér 18/c

ATOMKI, IX. épület, 107 szoba.

Telefon: +36 52 509 200, 11337 mellék

Nagy hatékonyságú, szegmentált LaBr₃ berendezés kifejlesztése nukleáris asztrofizikai célokra

Fizikusoknak, villamosmérnököknek, BSc, MSc

Témavezető: Dr. Csedreki László (csedreki@atomki.hu), 4026 Debrecen, Bem tér 18/c

Az Univerzumunkban a kémiai elemek keletkezése és a csillagok fejlődése különböző asztrofizikai környezetekben lejátszódó magreakciók sorozatán alapul. A nukleáris asztrofizika célja, hogy nagy pontosságú atomfizikai adatokat szolgáltatson a fent említett folyamatok megértéséhez, egyesítve a nukleáris fizikáról és az asztrofizikáról szerzett ismereteinket.

Mivel ezeknek a nukleáris reakcióknak rendkívül alacsony a valószínűsége a releváns asztrofizikai hőmérséklettartományokban, elkerülhetetlen a magasabb energiájú mérésekből történő extrapoláció. A kísérleti paraméterek mellett, mint például a gyorsító teljesítménye, a környezeti háttér stb. mellett a detektálóberendezés hatékonysága és szögfelbontása is korlátozza az elérhető alacsony energiájú tartományt.

Az ATOMKI Nukleáris Asztrofizikai Csoport több mint 20 éve világszínvonalúan járul hozzá a fizika ezen területéhez.

Ezekben a témakörökben nagy hatékonyságú és nagy szögfelbontású detektorberendezést fejlesztenek ki az asztrofizikai érdekű nukleáris reakciók tanulmányozására.

Ezt a témát olyan jelölteknek ajánljuk, akik rendelkeznek vagy szeretnének kísérleti és gyakorlati készségeket szerezni. A jelöltek részt vesznek a kísérleti munkákban, beleértve a detektorrendszer megépítését, az elektronika tesztelését, a berendezés szimulációját és a teljesítményének meghatározását.

Development of high efficiency, segmented LaBr₃ setup for nuclear astrophysics

For Physicist, Engineers BSc, MSc

Supervisor: Dr. László Csedreki (csedreki@atomki.hu), 4026 Debrecen, Bem tér 18/c

The production of chemical elements in our Universe and evolution of stars are based on sequences of nuclear reactions in different astrophysical environments. The goal of the Nuclear Astrophysics is to provide high precision nuclear physics data to understand the above-mentioned processes merging our knowledge of nuclear physics and astrophysics.

As these nuclear reactions have extremely low probability at the relevant astrophysical temperature ranges, extrapolation from higher energy measurements is unavoidable. Besides experimental parameters, such as accelerator performances, environmental background, etc. the efficiency and angular resolution of the detection setup limits the accessible low-energy regime.

The ATOMKI Nuclear Astrophysics Group has world class contribution to this field of physics since more than 20 years.

In these topics, high efficiency and high angular resolution detector setup will be developed to study nuclear reaction with astrophysical interest.

This topic is recommended to candidates who has or want to build experimental and hands-on skills. Moreover, the candidates will be involved in the experimental works including the construction of detector system, test of electronics, simulation of the setup and determine its performance.

Jelalak diszkriminációs módszerek alkalmazása LaBr₃ szcintillátor detektor belső háttérének csökkentésére

Fizika tanár, fizika BSc és fizikus MSc, valamint villamosmérnök BSc szakos hallgatók részére
Témavezetők: Dr. Csedreki László és Begala Marcell

Napjainkban a LaBr₃(Ce) detektorok fizikai tulajdonságaiknak köszönhetően, mint például a gyors válaszidő, a magas kristálysűrűség, a kiemelkedő fényhozam és a jelentősen javított energiafelbontás, széles körben elterjedt alternatívává váltak a gamma-spektroszkópiai kutatásokban a hagyományos szcintillátorok, mint a NaI(Tl) és a BaF₂, helyett. Ezek a tulajdonságok ideálissá teszik őket a részecske- és magfizika, valamint a nukleáris asztrofizika területén való széles körű alkalmazásokhoz.

Azonban, a LaBr₃(Ce) detektorok jelentős belső háttérsugárzással rendelkeznek az anyagukban előforduló ¹³⁸La és ²²⁷Ac bomlása miatt, ami a gyártási folyamat mellékhatása. Ez a háttérsugárzás korlátozza az ilyen típusú szcintillátorok alkalmazását az alacsony háttérű és alacsony energiájú (2,6 MeV alatt) gamma-spektroszkópiai méréseknél. A kutatómunka célja a jelalak diszkriminációs (PSD) módszerek tanulmányozása és alkalmazása a HUN-REN ATOMKI-ban rendelkezésre álló LaBr₃(Ce) detektorok belső háttérsugárzásának csökkentése érdekében.

Ezt a témát azoknak a jelölteknek ajánljuk, akik fejleszteni szeretnék a kísérleti és gyakorlati készségeiket. A jelölt feladata lesz a témához kapcsolódó kísérleti munkákban való részvétel, beleértve a szükséges mérési adatok gyűjtését a HUN-REN ATOMKI Tandetron gyorsítója mellett, az adatok elemzése és különböző PSD technikák alkalmazása.

Elérhetőségeink:

e-mailek: csedreki@atomki.hu
begala.marcell@atomki.hu

telefonok: +36(52)509 200/11331 és 11319 mellék

Munkahelyek: HUN-REN ATOMKI, 4026 Debrecen, Bem tér 18/c, IX. épület 108a szoba, XII. épület 210 szoba

Study of advanced Pulse Shape Discrimination techniques to reduce LaBr₃ scintillator background

For Physics BSc, Physicist MSc, Physics Teacher, Electrical Engineer BSc
Supervisor: Dr. Laszlo Csedreki and Marcell Begala

Nowadays, LaBr₃(Ce) detectors becomes a widespread alternative to traditional inorganic scintillators like NaI(Tl) and BaF₂ in gamma-ray spectroscopy thanks to their physical properties e.g. fast decay time, high crystal density, light output, and significantly improved energy resolution. These make them ideal for a wide range of applications on the field of particle and nuclear physics and nuclear astrophysics.

Otherwise, LaBr₃(Ce) detectors exhibit significant intrinsic background due to the decay of ¹³⁸La and ²²⁷Ac, which is a side effect of manufacturing process. This background limits the application of this type of scintillator in low-background, low-energy gamma studies (below 2.6 MeV). The goal of this thesis topics is to study and apply the so-called Pulse Shape Discrimination (PSD) methods and waveform analysis algorithms to reduce the intrinsic background of LaBr₃(Ce) detectors available at HUN-REN ATOMKI.

This topic is recommended to candidates who has or want to build experimental and hands-on skills. Moreover, the candidates will be involved in the experimental works including the data taking at the Tandatron accelerator of HUN-REN ATOMKI, data analysis and application of different PSD techniques.

Contact:

e-mail: csedreki@atomki.hu

begala.marcell@atomki.hu

phone: +36(52)509 200/11331 and 11319

office: HUN-REN ATOMKI, 4026 Debrecen, Bem square 18/c, building IX., room 108a and building XII., room 210

Molekuláris ütközések dinamikája és sugárzásátviteli modellezés új csillagászati megfigyelések támogatásához

TDK, szakdolgozat vagy diplomamunka fizikus BSc, fizikus MSc, kémikus BSc vagy vegyész MSc hallgatók részére

Témavezető: Demes Sándor

A csillagközi tér molekulafelhőiben uralkodó fizikai-kémiai viszonyok minél pontosabb ismerete elengedhetetlen az anyag űrbeli körforgásának leírásához, azon belül is a csillagok és bolygók kialakulásának, és különösen az összetett szerves és prebiotikus molekulák szintézisének a megértéséhez. Az extrém csillagközi környezetekben a sűrűség túl alacsony a lokális termodinamikai egyensúly fenntartásához, ezért a sugárzási és ütközési folyamatok folyamatosan versengenek a molekula-szintek betöltéséért. Az ilyen állapot-szelektív folyamatok részletes megértése ezért kulcsfontosságú a csillagászat számára, de ezen kívül erős interdiszciplináris jelentőséggel bír a kémia, a fizika és a légkörkutató különböző területein is.

A projekt célja a nagyobb csillagközi molekulák és a világűrben leggyakrabban előforduló ütközési partnerek (H_2 , He, H) közötti ütközési dinamika vizsgálata. Ehhez magas szintű analitikus potenciális energiafelületeken alapuló, pontos kvantummechanikai molekula-szórásmodelleket fogunk használni és fejleszteni. Állapot-szelektív hatáskeresztmetszeteket fogunk meghatározni, amelyek lehetővé teszik a hőmérsékleti sebességi együtthatók meghatározását. Az így meghatározott ütközési adatokat sugárzásátviteli modellekbe is beépítjük, hogy a nagy távcsövek (JWST, ALMA stb.) segítségével végzett csillagászati megfigyelések szimulációit elvégezhessük. Ennek célja a űrbeli környezet fizikai-kémiai tulajdonságainak valamint a molekulák relatív gyakoriságának (abundanciájának) a meghatározása lesz.

A téma a molekulafizika, a fizikai kémia, valamint az asztrofizika és űrkémia iránt érdeklődő hallgatóknak ajánlott. Rendelkezniük kell alapvető kvantummechanikai és molekulaspektroszkópiai ismeretekkel, valamint affinitással a nagy léptékű numerikus számítások, a kémiai folyamatok szimulációja, valamint a kódfejlesztés (Python, Fortran, C) és adatelemzés iránt. Egyedülálló lehetőségük lesz arra is, hogy Magyarország legnagyobb teljesítményű szuperszámítógépét, a Komondort használják.

Demes Sándor

HUN-REN ATOMKI, I épület, 105-ös szoba

telefon: +36-30-852-2023

e-mail: demes.sandor@atomki.hu

web: <https://sandordemes.wordpress.com/>

Molecular collision dynamics and radiative transfer modelling in the support of new astronomical observations

For Phys. BSc, Phys. MSc, Chem. BSc or Chem. MSc students

Supervisor: Sándor Demes

Determining the physico-chemical conditions in the molecular clouds of the interstellar medium is essential for understanding the life cycle of matter in space, in particular the formation of stars and planets and the synthesis of complex prebiotic molecules. In extreme interstellar environments, the density is usually too low to maintain local thermodynamic equilibrium, so radiative and collisional processes compete to populate the particular molecular rovibrational levels. Understanding these processes is therefore of key interest to astronomy, but also has interdisciplinary relevance in various fields of chemistry, physics, atmospheric science, etc.

The aim of the project is to study the collisional dynamics between key interstellar polyatomic molecules and the most abundant colliding partners in space such as H₂, He and H. We will use and develop accurate quantum molecular scattering models based on high-level analytical potential energy surfaces. State-to-state cross sections will be calculated, which will allow to obtain the corresponding thermal rate coefficients. We will also implement the new collisional data in radiative transfer models to perform simulations of astronomical observations by large telescope facilities such as JWST, ALMA, etc. This will be used to infer the physico-chemical conditions of the space environment and the corresponding molecular abundances from the observations.

This topic is recommended for students interested in molecular physics and physical chemistry, as well as astrophysics and astrochemistry. They should have some knowledge of quantum mechanics and molecular spectroscopy and an affinity for large-scale numerical calculations, chemical simulations, code development (Python, Fortran, C) and data analysis. They will also have the unique opportunity to use the most powerful High Performance Computing (HPC) facility in Hungary, the Komondor.

Sándor Demes

HUN-REN ATOMKI, building I, room 105

phone: +36-30-852-2023

e-mail: demes.sandor@atomki.hu

web: <https://sandordemes.wordpress.com/>

Nagy pontosságú potenciális energiafelületek fejlesztése és alkalmazása csillagászati szempontból jelentős molekuláris ütközésekre

TDK, szakdolgozat vagy diplomamunka fizikus BSc, fizikus MSc, kémikus BSc, vegyész MSc, vegyészmérnök BSc vagy vegyészmérnök MSc hallgatók részére

Témavezető: Demes Sándor

Az molekulák közötti elemi kölcsönhatások részletes megértése elengedhetetlen a bonyolultabb kémiai folyamatok megértéséhez. Az elmúlt évtizedekben a molekuláris ütközések dinamikájának szimulációja egyre inkább hozzáférhetőbbé és hatékonyabbá vált, ami új dimenziókat nyitott a kémiai folyamatok mechanizmusainak megértésében. Ezt a fejlődést főképp a számítási teljesítmény jelentős növekedése és a magas szintű ab initio kvantumkémiai számításokon alapuló, nagy pontosságú analitikus potenciális energiafelületek meghatározása segítette elő. Ez utóbbiak felhasználhatók a magmozgás és így a molekuláris ütközések dinamikájának vizsgálatára kvantum- vagy statisztikus szóráselméletekkel alkalmazva. A pontos analitikus kölcsönhatási potenciálok elengedhetetlenek a molekuláris ütközések megfelelő vizsgálatokhoz, mivel a szórási egyenletek numerikus megoldásához, mellyel meghatározhatók az ütközési hatáskeresztmetszetek, igen nagy számítási kapacitás szükséges.

A projekt célja többdimenziós potenciális energiafelületeket fejleszteni néhány csillagászati szempontból jelentős molekula H₂-vel vagy hélium atommal – a csillagközi térben leggyakrabban előforduló részecskékkel – való kölcsönhatásának a leírásához. A kölcsönhatási energiák kiszámításához magas szintű, ún. csatolt klaszter kvantumkémiai módszereket fogunk alkalmazni. A kapott adatokból pontos analitikus potenciális energiafelületeket határozunk meg illesztéssel, amelyeket aztán kvantum molekulaszórási modellekbe fogunk beépíteni. Állapot-szelektív hatáskeresztmetszeteket is meghatározunk majd, hogy feltérképezzük az ütközésben résztvevő partnerek dinamikájának a sajátosságait. Ezeket közvetlenül alkalmazhatjuk majd asztrofizikai modellekben, ahol az ütközés általi gerjesztés igen jelentős folyamat.

A téma a kvantumkémia és a molekuláris fizika iránt érdeklődő hallgatóknak ajánlott, akiknek fontos lehet a csillagászati alkalmazás is. Rendelkezniük kell némi háttértudással a kvantumkémia, molekulafizika és a matematikai analízis területén, valamint affinitással a nagy léptékű numerikus szimulációkhoz, adatelemzéshez és kódfejlesztéshez (Python, Fortran). Egyedülálló lehetőségük lesz arra is, hogy Magyarország legnagyobb teljesítményű szuperszámítógépét, a Komondort használják.

Demes Sándor

HUN-REN ATOMKI, I épület, 105-ös szoba

telefon: +36-30-852-2023

e-mail: demes.sandor@atomki.hu

web: <https://sandordemes.wordpress.com/>

Development of accurate potential energy surfaces with applications to astronomically relevant molecular collisions

For Phys. BSc, Phys. MSc, Chem. BSc, Chem. MSc, Chem. Eng. BSc or Chem. Eng. MSc students

Supervisor: Sándor Demes

A detailed understanding of elementary interactions between molecules is essential for unravelling more complex chemical processes. In recent decades, the simulation of molecular collision dynamics has become increasingly accessible and efficient, leading to new insights into reaction mechanisms. This progress has been driven by significant advances in computational power and the development of highly accurate analytical potential energy surfaces (PESs) derived from high-level *ab initio* quantum chemistry data. PESs can be used to study nuclear motion and hence molecular collision dynamics using quantum or statistical scattering methods. Accurate analytical interaction potentials are essential for proper molecular collision studies, since the numerical solution of the scattering equations requires extensive computational resources to calculate the collision cross sections.

The aim of the project is to develop multi-dimensional PESs for the interaction of some astronomically important molecular species with H₂ or He, the most abundant collision partners in the interstellar medium. We will use high-level coupled cluster quantum chemistry methods to calculate the interaction energies. These data will be used to build accurate analytical PESs, which will be implemented in quantum scattering codes. We will also calculate state-selective cross sections to explore the details of the dynamics of the colliding species. These will have direct applications in astrophysical models where collisional excitation is a dominant process.

This topic is recommended for students interested in quantum chemistry and molecular physics with applications in astronomy. They should have some background in quantum chemistry, molecular physics and mathematical analysis, and an affinity for large-scale numerical simulations, data analysis and code development (Python, Fortran). They will also have the unique opportunity to use the most powerful High Performance Computing (HPC) facility in Hungary, the Komondor.

Sándor Demes

HUN-REN ATOMKI, building I, room 105

phone: +36-30-852-2023

e-mail: demes.sandor@atomki.hu

web: <https://sandordemes.wordpress.com/>

Stabilitási sávtól távoli atommagok szerkezetének vizsgálata radioaktív nyalábokkal

TDK, szakdolgozat vagy diplomamunka téma fizikus, fizika tanár, fizika BSc, fizikus Msc hallgatók részére

Témavezető: Dombrádi Zsolt, Kunné Sohler Dorottya

Az atommagok szerkezetéről alkotott jelenlegi tudásunk javát a $\delta\zeta$ -stabilitási völgyben és a környékén végzett kísérletekből szereztük meg. Közelítve a nukleon-elhullatási vonalához az atommagokban a proton-neutron arány jelentősen eltolódik a stabil izotópokban megszokotthoz képest és ennek következtében számos új jelenség bukkan fel: megváltoznak a nemesgázokhoz hasonlóan különösen stabil szerkezettel és gömbölyű alakkal rendelkező atommagokra jellemző mágikus számok; az ismert proton/neutron-héjzáródások eltűnnek és újak jönnek létre; a gyengén kötött neutronok glóriát hoznak létre a magtörzs körül. Az utóbbi évtizedben a radioaktív ionnyalábok megteremtették a lehetőséget ezen jelenségek kísérleti vizsgálatára. A kutatómunka célja az extrém proton-neutron aránnyal rendelkező egzotikus atommagok szerkezetének minél jobb megismerése Európa és Japán vezető laboratóriumaiban végzett kísérletekkel. A hallgató feladata elsősorban a kísérletekben gyűjtött adatok számítógépes kiértékelése lesz, de lehetőség nyílik a külföldön végzendő kísérletekben való részvételre, érdeklődés esetén szoftver illetve detektor fejlesztésre is.

ATOMKI, XII. épület, II. emelet 205-ös szoba.

Telefon: +36-52-509243; e-mail: domb@atomki.hu és sohler@atomki.hu

Dr. Elekes Zoltán

1. Ritka elemek keletkezésének vizsgálata atommag-reakciók segítségével
2. Egzotikus atommagok szerkezetének vizsgálata és szerepük az elemek keletkezésében

Kísérleteink a nukleáris asztrofizikában fontos, az égi objektumok működésének és az elemek keletkezésének megértésében szerepet játszó atommag-reakciókat célozzák meg. Az egyik téma az úgynevezett asztrofizikai p-folyamat feltérképezésére irányul. Olyan atommag-reakciókat vizsgálunk, amelyekkel közelebb juthatunk a harmincöt, igen ritka p-atommag keletkezésének rejtélyéhez. A másik téma az igen instabil atommagok területére vezet. Rövid élettartamuk ellenére kulcsszerepet játszanak a nehéz elemek keletkezésében. Olyan atommag-reakciókat tanulmányozunk, amelyek során radioaktív ionnyalábot alkalmazunk. Mindkét témát nemzetközi együttműködésben végezzük hazai és külföldi gyorsítóberendezések segítségével.

Témavezető

Dr. Hunyadi Mátyás

Téma címe

Nanorészecskék optikailag aktív gerjesztései ionnyaláb-indukált folyamatokban (fiz. BSc, fiz.MSc, kém. MSc)

Rövid leírás

Félvezetők nanorészecskéi általában erős lumineszcenciát mutatnak fotoindukált folyamatokban, viszont töltőtrészecskék által gerjesztett állapotaik és azok bomlási útvonalai alig ismertek. Az utóbbi évtizedben a félvezetők egy különleges csoportja, a perovszkitok kerültek a kutatások középpontjába, melyek egyedi elektronikus szerkezetüknek köszönhetően az újgenerációs napelemek és optoelektronikai eszközök fejlesztésében kaphatnak jelentős szerepet. Ezen túlmenően fotolumineszcenciájuk kutatása a bennük keltett töltéshordozók és excitonok dinamikus tulajdonságainak hátterét próbálja feltárni, rávilágítva alkalmazásuk újabb lehetőségeire, mint nemlineáris kvantumoptikai elemek, nanoszenzorok, diagnosztikai nyomjelzők, vagy qubitek kvantumszámítógépekben. Radioaktív forrásokból vagy gyorsítókból származó ionnyalábok által kiváltott gerjesztések nanokristályon belüli fejlődése egy eddig ismeretlen terület, számos lehetőséget kínálva félvezető nanorészecskék új mikroszkopikus tulajdonságainak és belső folyamatainak megismerésére.

A hallgatók megismerkednek a perovszkit nanokristályok különböző szintézis eljárásaival, karakterizálási módszereivel, valamint ionnyalábokkal történő besugárzások technikáival. Az előállított nanokristályok és belőlük épített vékonyréteg vizsgálatára elektronmikroszkópokat, Röntgen-szórást, tömeg- és elektronspektrometriát alkalmazunk. Az optikai mérésekhez a legmodernebb nukleáris mérés technikát és kiértékelési módszereket alkalmazunk, melyek megismerése más területeken is a hallgatók hasznára válhat későbbi kutatómunkájuk során.

1. Neutron-gazdag ritkaföldfém magok béta-bomlásának vizsgálata [Fizika MSc, TDK] (programozási tapasztalat szükséges), elérhetőség: Dr. Kiss Gábor (ggkiss@atomki.hu)

A kutatómunka keretében a hallgató a Japánban található RIKEN Nishina Központ gyorsítóival végzett, magyar vezetésű kísérlet-sorozat adatainak kiértékelésébe kapcsolódhat be. A mérések célja a stabil atommagokhoz képest 10-15 további neutronnal rendelkező, néhány száz milliszekundum életidejű ritkaföldfém magok szerkezetének, alakjának és béta-bomlás jellemzőinek meghatározása. A kísérleti adatokat neutroncsillag összeolvadásokat leíró asztrofizikai modellek bemenő paramétereként használjuk, segítségükkel információkat nyerhetünk a folyamat végső (úgynevezett kifagyási) szakaszának fizikai jellemzőiről.

Kiss G. G. és mts, *Astrophysical J.* 936 (2022) 107

<https://iopscience.iop.org/article/10.3847/1538-4357/ac80fc>

Kiss G. G. *Magyar Tudomány* 07 (2024) f105432 [Magyar Tudomány 2024/07 - MAGFIZIKAI KÍSÉRLETEKKEL A NEUTRONGAZDAG ATOMMAGOK SZUPERNOVÁKBAN ZAJLÓ SZINTÉZISÉNEK NYOMÁBAN • NUCLEAR EXPERIMENTS FOR STUDYING THE SYNTHESIS OF NEUTRON-RICH NUCLEI IN SUPERNOVAE - MeRSZ](#)

2. Alfa-részecske indukált magreakciók és a fémszegény halo csillagok összetétele [Fizika BSc, MSc, TDK], elérhetőség: Dr. Kiss Gábor (ggkiss@atomki.hu)

A könnyű, stroncium és ezüst között található neutron-gazdag atommagok vélhetően II-es típusú szupernóvák robbanása során keletkezhetnek, szintézisükben a lelökött anyagban lejátszódó alfa-részecske indukált magreakciók kulcsszerepet játszanak. Pontos magreakció hatáskeresztmetszet mérésekkel, felhasználva a galaxisunk peremén található öreg, fémszegény csillagok összetételéről rendelkezésre álló ismereteinket, a szupernóva robbanást követően lelökött anyag jellemzői vizsgálhatók. A hallgató feladata a mérésekbe való bekapcsolódás lesz melynek keretében részt fog venni a céltárgy előkészítésben, a detektorok kalibrációjában, az ionnyaláb besugárzások kivitelezésében és az adatkiértékelésben.

Kiss G. G. és mts., *Astrophysical J.* 908 (2021) 202 <https://iopscience.iop.org/article/10.3847/1538-4357/abd2bc>

Kiss G. G. *Nukleon* XIII. évf. (2020) 226 [13 1 226 KissG szerk olv+](#)

Gyürky Gy. és Kiss G. G. *Fizikai Szemle* 6 (2024) 190.

<https://fizikaiszemle.elft.hu/szemle/tartalom/130>

3. Magreakció hatáskeresztmetszet mérések nukleáris technológiai alkalmazásokhoz [Fizika BSc, MSc, TDK], elérhetőség: Dr. Kiss Gábor (ggkiss@atomki.hu)

Gondoljunk akár a ritka események (például kettős béta-bomlás) detektálásra épített komplex detektorrendszerekre, bizonyos nukleoszintézis folyamatok modellezésére, esetleg lehetséges orvosi alkalmazások fejlesztésére pontos magfizikai adatok gyakran elengedhetetlenek. A Nemzetközi Atomenergia Ügynökség a közelmúltban áttekintette az alfa-részecske indukált reakciókról rendelkezésre álló adatbázist és annak pontosítása céljából mérésorozat indítására tett javaslatot melyben kulcsszerepet tervezünk játszani. A hallgató feladata a 2025-ben alakult, a Támogatott Kutatócsoportok Irodája által finanszírozott Modern Nukleáris Technológiák kutatócsoport tagjaként a hatáskeresztmetszet mérésekbe való részvétel lesz. Egyaránt lehetőség van kísérleti munka végzésére és adatkiértékelésre.

A kvantummechanika alapegyenletei és szimmetriái (Lévai Géza)

A kvantummechanikai rendszerek viselkedését dinamikai egyenletek írják le. Ezek közül a legismertebb a Schrödinger-egyenlet, amely nemrelativisztikus problémák leírását teszi lehetővé. A téma keretében az időfüggetlen Schrödinger-egyenlet egzakt megoldása a feladat különféle potenciálok (egydimenziós, centrális, esetleg periodikus vagy többdimenziós nem centrális) esetében. Szintén feladat még a problémák szimmetriáinak vizsgálata. Ezek között szerepel a superszimmetria, amely keretében lényegében azonos energiaspektrummal rendelkező potenciálok hozhatók kapcsolatba, egyes Lie-algebrákon alapuló szimmetriák (spektrumgeneráló és potenciálalgebrák) és a PT-szimmetria, amellyel olyan komplex potenciálok vizsgálhatók, amelyek valós energia-sajátértékekkel rendelkeznek. Emellett a relativisztikus kvantummechanika egyenleteinek (Dirac-egyenlet, Klein-Gordon-egyenlet) tanulmányozása is szóba jöhet.

A téma főleg a matematika iránt érdeklődő hallgatók számára ajánlható. A konkrét munka leginkább "papíron ceruzával" történő számolásokat igényel, de egyes részfeladatokhoz számítógépes programok (Fortran, Maple, Mathematica) alkalmazása is szükséges lehet. Az angol nyelvű szakirodalom miatt az angol nyelv ismerete (legalább olvasásai szinten) alapkövetelmény.

(fizikus, informatikus-fizikus, fizikus MSc, fizika BSc, TDK)

The fundamental equations of quantum mechanics and their symmetries (Géza LÉVAI)

Quantum mechanical systems are described by dynamical equations. The most well-known of these is the Schrödinger equation, which describes non-relativistic problems. The main task is the exact solution of the time-independent Schrödinger equation for various (one-dimensional, central, or possibly periodic or multi-dimensional) potentials. Investigations also extend to the symmetries of these problems. These include supersymmetry, which connects potentials possessing essentially the same energy spectrum, symmetries based on certain Lie algebras (spectrum generating and potential algebras) and PT symmetry, which describes complex potentials that may nevertheless, possess real energy eigenvalues. Additionally, the dynamical equations of relativistic quantum mechanics (the Dirac and Klein-Gordon equation) may also be considered.

This topic may be recommended to students, who are interested in and have a firm knowledge of mathematics. Actual work will mainly mean analytical calculations (i.e. using "pencil and paper"), but for some particular problems computer codes (Fortran, Maple, Mathematica) may also be necessary.

(physicist BSc, MSc)

Dr. Lisztes-Szabó Zsuzsa
HUN-REN Atommagkutató Intézet
Paleoklimatológiai kutatócsoport

A Kárpát-Pannon régió finomléptékű paleokörnyezeti változásai üledékek különböző biogeokémiai paramétereinek elemzésével (bármely BSc és MSc szak, TDK)

A jövőt prediktáló klímamodelleket a multidiszciplináris paleokörnyezeti kutatások adatai táplálják. Tavak, lápok, eltemetett talajok és régészeti üledékek szerves és szervesetlen maradványainak azonosításával, geokémiai és izotópelemzésével ismerhetjük meg a múlt környezeti változásait. A klímaváltozás egyik leghamarabb észlelhető jele az élelmiszernövények természetességének feltételeivel közvetlen összefüggést mutató növényzeti övek változása, ennek ismeretében a növényzet számára kritikus környezeti küszöbértékeket, rezilienciájukat, az általuk adott válaszreakciók lezajlásának sebességét meg tudjuk határozni. Tanulmányaink hozzájárulnak a természeti erőforrás felhasználás (vízkészlet, erdőgazdálkodás, mezőgazdasági művelés, tájhasználat) tervezéséhez.

Fine-scale palaeoenvironmental changes in the Carpathian-Pannonian region by analyzing different biogeochemical parameters of sediments (any BSc and MSc program, TDK)

Climate models that predict the future are fed by data from multidisciplinary paleoenvironmental research. By identifying the organic and inorganic remains of lakes, bogs, buried soils and archaeological sediments, we can learn about the environmental changes of the past through geochemical and isotopic analysis. One of the earliest considerable signs of climate change is the shift in vegetation zones, which are directly related to the conditions for the cultivation of food plants. Knowing this, we can determine critical environmental threshold values for vegetation, their resilience, and the speed of their responses. Our studies contribute to the planning of natural resource use (water resources, forestry, agricultural cultivation, landscape use).

Dr. Krasznahorkay Attila
kraszna@atomki.mta.hu
Tel: 11344

- 1. Ritka atommag-átmenetek precíziós vizsgálata**
- 2. Axionszerű részecske keresése atommag-átmenetekben**
- 3. A standard modellen túli fizikára (sötét anyag) utaló jelek keresése atommag-átmenetekben**

Az elmúlt években egy új kutatási irányt indítottunk el az MTA Atomki-ben. Ezzel bekapcsolódtunk korunk egyik legnagyobb kihívását jelentő sötét-anyag kutatásokba, és világhírnévre tettünk szert egy 2016-ban publikált munkánkkal [1].

Kísérletünkben a ^8Be atommag gerjesztett állapotainak elektron-pozitron belső párkeltéssel történő bomlását vizsgáltuk [1]. A ^8Be különböző energiájú gerjesztett állapotait a $^7\text{Li}(p,\gamma)^8\text{Be}$ rezonáns proton befogási reakcióval állítottuk elő. Az elektronok és pozitronok szögkorrelációjában szignifikáns (6.8σ), csúcsszerű anomáliát figyeltünk meg a 18.15 MeV-es gerjesztett állapot bomlása esetén $\Theta=140^\circ$ -nál. Ez az anomália jól értelmezhető egy új, kis tömegű, semleges bozon keletkezésével, és e^+e^- párra történő bomlásával. Az anomália értelmezésére magfizikai folyamaton alapuló magyarázatot eddig senkinek sem sikerült találni.

Az Atomki-ben a kísérleti magfizikai kutatásoknak sok évtizedes hagyománya van. Ezt felhasználva építettünk egy, a világon egyedülálló spektrométert az új részecske bomlásakor keletkező e^+e^- párok vizsgálatára. A kísérleteket Debrecenben, az általuk épített spektrométerrel végeztük.

Eredményünk, amire eddig több mint 140 pozitív, főleg elméleti értelmezéssel kapcsolatos hivatkozást kaptunk, felkeltette a nemzetközi fizikus társadalom érdeklődését. Új kísérleteket indítottak, illetve terveznek indítani szerte a világon a legnagyobb laborokban, köztük a CERN-ben is, hogy ezen új részecske tulajdonságait jobban megismerjék. Az új bozon a részecskefizika jelenlegi standard modelljével sem értelmezhető. Feng és munkatársai [2] egy új, ötödik kölcsönhatás mértékbozonjának azonosítják, és összefüggésbe hozzák a sötét anyaggal. Mások a Weinberg és Salam által korábban bevezetett axionhoz hasonló részecskeként értelmezték [3]. Ezen kívül még számos más értelmezés is született az irodalomban, amiket további kísérletekkel szeretnénk értelmezni.

A hallgató feladata lesz: részvétel a magfizikai mérés összeállításában, kivitelezésében, kiértékelésében és az adatok értelmezésében.

(fizikus MSc, fizika BSc, TDK)

[1] A.J. Krasznahorkay et al., Phys. Rev. Lett. 116 (2016) 042501; Fizikai Szemle 2016/7-8 248.

[2] J. Feng et al., Phys. Rev. Lett. 117 (2016) 071803

[3] U. Ellwanger and S. Moretti, JHEP 11 (2016) 039;

Asztrofizikailag releváns molekulaionok fragmentációja

TDK, szakdolgozat vagy diplomamunka téma mérnök-inf. BSc, MSc, fiz. tanár, fiz. BSc, MSc, villamosmérnök BSc hallgatók részére

Témavezető: Mezei János Zsolt

A kutatási projektben megfogalmazott alapkérdés a csillagközi térben fellelhető molekulaionok reaktivitásához kötődik. Az egyik különösen fontos kérdés, amelyet megszeretnénk válaszolni az, hogy az elektronbefogást követő energiaátrendeződés miként eredményez drasztikus struktúraváltozásokat a keletkezett molekulában (ionizáció, gerjesztés, disszociáció). Más szavakkal, a lassan repülő kő vagy a gyors puskagolyó töri be az üveget?

Az elektron-indukált elemi folyamatok elméleti tárgyalása nehéz kihívás, hiszen magába foglalja több fragmentációs kontinuum (ion+elektron, atom+atom, anion+kation) koherens kölcsönhatását a végtelen számú Rydberg-állapot sorozatokkal, amelyet ezen kívül még az elektron és a mag szabadsági fokok nemadiabatikus csatolása is kiegészít.

Az elméleti számolásaink eredményét az utóbbi években fejlesztett tároló gyűrűn végzett kísérleti eredményekkel hasonlítjuk össze. Mivel a részecskék közötti kölcsönhatás adott (Coulomb) az összevetés a releváns folyamatokról (direkt vagy rezonáns) ad információt.

Egy olyan teljes szórási programcsomagot szeretnénk kifejleszteni, amely egyedülálló módon foglalja magába az összes mechanizmust, kölcsönhatást (vibrációs, rotációs, spin-pálya), magasan gerjesztett kötött és disszociatív molekulaállapotot és szimmetriát.

A kis- és nagyenergián produkált szórási adatok nagymértékben elősegítik a csillagközi tér kinetikus modellezését.

ATOMKI, I. épület, I. emelet 125-ös szoba.

Telefon: +36-52-509241; e-mail: mezei.zsolt@atomki.mta.hu

A hidrogén molekula fotoionizációja

TDK, szakdolgozat vagy diplomamunka téma mérnök-inf. BSc, MSc, fiz. tanár, fiz. BSc, MSc, villamosmérnök BSc hallgatók részére

Témavezető: Mezei János Zsolt

A csillagközi molekuláris felhőket, valamint az ősrobbanást követő világegyetem történetét leíró modellekben drasztikus módosításokra van szükség még a legegyszerűbb atomokra és molekulákra vonatkozó adatokban is. Ugyanis már az univerzum leggyakoribb és egyben legegyszerűbb kétatomos molekulája, a hidrogén molekula esetében is a meglévő kinetikus modellek figyelmen kívül hagyják a gerjesztett molekulaállapotok vibrációs szintjeinek hozzájárulását a molekulában lejátszódó különböző elemi radiatív és ütközési folyamatokban.

A jelen kutatási téma a hidrogén molekula spektroszkópiai tanulmányozása mellett a fotoionizációs, teljesen differenciális (state-to-state) hatáskeresztmetszetek meghatározását célozza meg olyan VUV fotonok esetén, amelyek energiája molekula kezdeti állapota és a molekula ion disszociációs energiája közé esik.

ATOMKI, I. épület, I. emelet 125-ös szoba.

Telefon: +36-52-509241; e-mail: mezei.zsolt@atomki.mta.hu

Tudományos Diákköri/Szakdolgozat/Diplomamunka téma

Mérnök-informatikus, fizika tanár, fizika és fizikus, valamint villamosmérnök szakos hallgatók részére

(mérnök-inf. BSc, MSc, fiz. tanár, fiz. BSc, MSc, villamosmérnök BSc, TDK)

Magfizikai töltőtrészecske-detektorok jeleinek digitális feldolgozásával kapcsolatos kísérletek és programfejlesztések

Témavezetők: *Dr. Nyakó Barna – Dr. Kuti István (ATOMKI)*

Az ATOMKI és a Debreceni Egyetem Információtechnológiai Tanszéke kutatói különböző (európai és dél-afrikai) nehézion-gyorsítók mellett folyó magfizikai kísérletekben vettek/vesznek részt. Ezekben a mérésekben komplex detektorrendszereket használunk, melyek fő eleme egy, a gamma-sugárzás detektálására szolgáló sokelemes Ge-detektorrendszer, amelyhez töltőtrészecske- és neutron-segéddetektorrendszerek kapcsolódnak. Az ATOMKI-ban korábban egy CsI(Tl) szcintillációs kristályra alapozott töltőtrészecske-segéddetektorrendszer került kifejlesztésre, amelyben a szcintillátorok jeleit fotodióda érzékeli. A detektorok könnyű töltött részecskék (protonok, alfák) energiájának és típusának meghatározására szolgálnak, amit egy részecske-diszkriminációt megvalósító, ATOMKI-ban kifejlesztett, analóg jelfeldolgozó elektronika biztosított. A technológiai fejlődés, valamint a gamma-detektálást végző új Ge-detektorrendszer, az AGATA, miatt azonban szükségessé vált mind a CsI detektorok, mind az azok jeleinek feldolgozására szolgáló elektronika modernizálása. Ennek keretében megvalósítottunk egy, az AGATA jelfeldolgozó elektronikájával kompatibilis új elektronikát, ami a CsI detektorok jeleinek digitális feldolgozásán alapul. Emellett folyamatban van az ezekhez a detektorokhoz közvetlenül csatolandó új analóg-elektronika (előerősítők) létrehozását célzó detektorfejlesztési munka.

A TDK/diplomamunka keretében a hallgatók bekapcsolódnak a detektorfejlesztéssel kapcsolatos elektronikai és magfizikai tesztmérésekbe, illetve a digitális jelfeldolgozáshoz szükséges programozási feladatok megoldásába. Lehetőség nyílik digitális jelfeldolgozó rendszerrel kapott magfizikai adatok feldolgozására szolgáló – már működő – programrendszer alkalmazására, s ennek továbbfejlesztésével kapcsolatos elképzelések kipróbálására is.

A témát lehetőség szerint olyan hallgatóknak szánjuk, aki(k) C/C++ és/vagy JAVA programozási nyelvekben már alkalmazható ismeretekkel rendelkeznek; a hallgatók feladata részt venni az ATOMKI-ban folyó detektorteknikai mérésekben, a detektorok jeleinek feldolgozásával összefüggő egyes programozási feladatok megoldásában, mely tevékenység során a digitális jelfeldolgozási technikára vonatkozó ismeretek szereshetők.

Elérhetőségeink:

e-mailek: nyako@atomki.hu
kuti@atomki.hu

telefonok: közv.: (52) 509 219, közp.: (52)509 200/11310 mellék; ill.
(52)509 200/11271 mellék

munkahelyek: ATOMKI, XII. ép.: 102, ill. 214 szobák

Diplomamunka témakiírás fizika és villamos mérnök BSc hallgatóknak

Ionok és semleges részecskék kölcsönhatása ultrahideg hőmérsékleten

Szakedolgozat, diplomamunka téma, fiz., fiz. tanár BSc, MSc hallgatók részére

Témavezető: Orbán Andrea

A javasolt kutatási téma az ultrahideg ($< 1 \mu\text{K}$) kvantumgázok gyorsan növekvő területéhez kapcsolódik. Az elmúlt évtizedekben jelentős eredményeket értek el semleges részecskék lézeres hűtése és csapdázása terén (Fizikai Nobel-díj 1997, 2001), illetve ezzel párhuzamosan ezen kvantum rendszerek modellezésében is. Külső terek segítségével ezen rendszerek kvantum szinten kontrollálhatók, így például megvalósították a Van der Waals kölcsönhatással jellemezhető atomi gázok kvantum degeneráltságát. Később ezeket a vizsgálatokat kiterjesztették molekulákra is, ugyanis a külső kontrollhoz [1] a jóval gazdagabb belső szerkezet több lehetőséget biztosít. Időközben atomi ionok lézeres hűtése is lehetővé vált, amivel sikerült jóval 1 K alatti ionokat csapdázni (Nobel-díj 2012). Ezen két technika összevonásával megvalósítható hibrid csapdák lehetősége, vagyis hideg atomoknak hideg ionokkal való keverése, világszerte több kísérleti csoport érdeklődését felkeltette. A töltés és indukált dipól közötti hosszú hatósugarú kölcsönhatáson keresztül a hideg semleges gázokban elhelyezett hideg ionok szennyeződésként viselkednek, és alapvetően meghatározzák a gáz dinamikáját. Az ilyen típusú rendszerek felbecsülhetetlen terepként szolgálnak az ion-semleges részecske kölcsönhatás, az ultrahideg kémia [2], a soktest kvantum-rendszerek vizsgálatához, valamint hozzájárulnak a kondenzált anyagok szimulációjához és kvantum információs protokollok kidolgozásához [3].

A pályázat, a hibrid csapdákhoz kapcsolódva, ionok és semleges részecske rendszerek dinamikájának elméleti modellezését tűzte ki célul, azok teljes kvantum-kontrolljának megvalósításáért. Ezekben a kísérletekben az alkálifém atomi gázokban elhelyezett alkáliföldfém ionok metastabil, gerjesztett állapotai jelentős mértékben populálódnak a hűtést szolgáló lézerek jelenléte miatt. Az alapállapotban levő atom és gerjesztett állapotban levő ion között több olyan folyamat játszódhat le, például töltéscserélődés vagy radiatív asszociáció, ami a részecskék csapdából való elvesztéséhez vezetnek. Mivel a kísérletek lehetővé teszik az ütköző felek jól meghatározott kvantumállapotba való létrehozását, állapotselektív hatáskeresztmetszeteket és ütközési rátákat fogunk meghatározni a reakciótermékek kontrolljának érdekében. Az ütközés leírását laboratóriumi rendszerben [4, 5], míg az ütköző felek szerkezetére vonatkozó Born-Oppenheimer közelítésen alapuló számolást a molekula-ion rendszerében végezzük el [6, 7]. A dinamikai számoláshoz szükséges a két koordinata rendszer közötti transzformáció elvégzése az impulzusmomentum-algebra körültekintő figyelembevételével. A hallgató ezt a koordinata rendszer transzformációt fogja elvégezni a kísérletileg releváns ${}^6\text{Li}(2s) - {}^{40}\text{Ca}^+(4d)$ ütközési rendszer esetén [8].

[1] O. Dulieu and C. Gabbanini, Rep. Prog. Phys. **72**, 086401 (2009).

[2] S. Willitsch, M.T. Bell, A.D. Gingell, S.R. Procter and T.P. Softley, Phys. Rev. Lett. **100**, 043203 (2008).

[3] M. Tomza, K. Jachymski, R. Gerritsma, A. Negretti, T. Calarco, Z. Idziaszek and P.S. Julienne, Rev. of Mod. Phys. **91**, 035001 (2019)

[4] Xie T., Lepers M., Vexiau R., Orbán A., Dulieu O., Bouloufa-Maafa N., Optical Shielding of Destructive Chemical Reactions between Ultracold Ground-State NaRb Molecules, Physical Review Letters **125**, 153202 (2020)

[5] T. Xie, A. Orbán, X. Xing, E. Luc-Koenig, R. Vexiau, O. Dulieu, N. Bouloufa-Maafa, Engineering long-range interactions between ultracold atoms with light, submitted to J. Phys. B (2021)

[6] A. Orbán, R. Vexiau, O. Kriegelsteiner, H.C. Naegerl, O. Dulieu, A. Crubellier, N. Bouloufa-Maafa, Model for the hyperfine structure of electronically excited KCs molecules, Phys. Rev. A **92**, 032510 (2015)

[7] A. Orbán, T. Xie, R. Vexiau, O. Dulieu, N. Bouloufa-Maafa, Hyperfine structure of electronically-excited states of the ${}^{39}\text{K}{}^{133}\text{Cs}$ molecule, Journal of physics B: Atomic Molecular and Optical Physics **52**, 135101 (2019)

[8] R. Saito, S. Haze, M. Sasakawa, R. Nakai, M. Raoult, H.D. Silva, O. Dulieu and T. Mukaiyama, Phys. Rev. A **95**, 032709 (2017).

ATOMKI, I. épület, 1. emelet 121-es szoba.

Telefon: +36-52-509200/11262; e-mail: orban.andrea@atomki.hu

Ion-neutral interaction at ultracold temperatures

The proposed research topic is related to the rapidly growing research field of ultracold ($< 1 \mu\text{K}$) quantum gases. In the last decades impressive experimental results have been obtained thanks to the progresses in the laser cooling and trapping techniques of neutral particles (Nobel Prizes in Physics in 1997, 2001) in parallel with outstanding theoretical developments to model such novel quantum matter. Particles can now be controlled at the quantum level limit using external fields. As an example, we mention the observation of quantum degeneracy of atoms weakly interacting via the Van der Waals interaction. Later, such studies have been extended to molecules, characterized by a more complex structure than atoms, thus allowing for more possibilities for quantum control [1]. Meanwhile laser cooling techniques were also applied to trap atomic ions at low temperatures too, well below 1 Kelvin (Nobel Prize 2012). Therefore, the idea of realizing hybrid traps putting together cold atoms and ions came up in many research groups around the world. Due to the long-range charge-induced dipole interaction, cold ions embedded in a cold neutral gas act as impurities, strongly modifying the dynamics. Such systems appear as amazing platforms to study ion-neutral interactions and ultracold chemistry [2], many-body quantum physics, and to explore ways toward quantum simulation of condensed matter and quantum information protocols [3].

The proposal is related to the theoretical modelling of the dynamics of ion-neutral systems in connection with hybrid traps in order to design ways for their full quantum control. In such experiments the metastable state of alkaline-earth ion embedded in the neutral alkali-metal atomic gas is considerably populated due to the presence of the cooling lasers. The internal energy can be dissipated through different processes as charge exchange, excitation quenching or radiative association, which lead to unwanted particle losses from the trap. As the colliding particles could be prepared in specific internal quantum states, using e.g. magnetic field, we will determine state-to-state cross sections and rate coefficients to propose ways to control reaction products. The dynamical calculations must be performed in the laboratory frame [4, 5], meanwhile the structure calculation of the colliding system based on Born-Oppenheimer approximation is performed in the molecular-ion frame [6, 7]. Thus, special care must be taken about the mathematical transformation between these two frames, involving delicate angular momentum algebra. The candidate will perform the frame transformation for the ${}^6\text{Li}(2s) - {}^{40}\text{Ca}^+(4d)$ system, subject of recent experimental interest [8].

[1] O. Dulieu and C. Gabbanini, Rep. Prog. Phys. **72**, 086401 (2009).

[2] S. Willitsch, M.T. Bell, A.D. Gingell, S.R. Procter and T.P. Softley, Phys. Rev. Lett. **100**, 043203 (2008).

[3] M. Tomza, K. Jachymski, R. Gerritsma, A. Negretti, T. Calarco, Z. Idziaszek and P.S. Julienne, Rev. of Mod. Phys. **91**, 035001 (2019)

[4] Xie T., Lepers M., Vexiau R., Orbán A., Dulieu O., Bouloufa-Maafa N., Optical Shielding of Destructive Chemical Reactions between Ultracold Ground-State NaRb Molecules, Physical Review Letters **125**, 153202 (2020)

[5] T. Xie, A. Orbán, X. Xing, E. Luc-Koenig, R. Vexiau, O. Dulieu, N. Bouloufa-Maafa, Engineering long-range interactions between ultracold atoms with light, submitted to J. Phys. B (2021)

[6] A. Orbán, R. Vexiau, O. Kriegelsteiner, H.C. Naegerl, O. Dulieu, A. Crubellier, N. Bouloufa-Maafa, Model for the hyperfine structure of electronically excited KCs molecules, Phys. Rev. A **92**, 032510 (2015)

[7] A. Orbán, T. Xie, R. Vexiau, O. Dulieu, N. Bouloufa-Maafa, Hyperfine structure of electronically-excited states of the ${}^{39}\text{K}^{133}\text{Cs}$ molecule, Journal of physics B: Atomic Molecular and Optical Physics **52**, 135101 (2019)

[8] R. Saito, S. Haze, M. Sasakawa, R. Nakai, M. Raoult, H.D. Silva, O. Dulieu and T. Mukaiyama, Phys. Rev. A **95**, 032709 (2017).

ATOMKI, building I., floor 1., room 121

Telefon: +36-52-509200/11262; e-mail: orban.andrea@atomki.hu

Dr. Rác Richárd

Részvétel Labview-alapú vezérlő, adatgyűjtő és kiértékelő rendszer fejlesztésében.

(villamosmérnök, informatikus, fizikus, BSc, MSc)

Az MTA Atommagkutató Intézetben üzemel Magyarország egyetlen elektron-ciklotronrezonanciás (ECR) ionforrása, <http://virtualiseta.atomki.hu/index.php?placeid=11>. Ez a berendezés mágnesek és mikrohullámú elektromágneses sugárzás segítségével állít elő nagyon nagy hőmérsékletű plazmát. A plazmából kivont pozitív töltésű ionnyalábot anyagtudományi és atomfizikai kísérletekhez használják. A berendezésben keltett plazma vizsgálata is intenzív fizikai alap kutatások tárgya. A témára jelentkező hallgató felé feltétel a Labview szoftver alapfokú ismerete, önálló használata. A labor munkatársaival közösen két területen végezhető szoftverfejlesztés, melyből szakdolgozat készíthető. (1) Az ECR ionforrás, mint gyorsító vezérlését végző jelenlegi Labview-alapú szoftver egyes blokkjainak továbbfejlesztése. (2) A plazmafizikai kutatásokhoz kapcsolódó eszközök (pl. röntgen detektorok, kamerák) vezérlő, adatgyűjtő és kiértékelő szoftvereinek elkészítése és alkalmazása.

A Napban és csillagokban zajló hidrogénfúzió reakcióinak vizsgálata

TDK, szakdolgozat vagy diplomamunka téma fizikus BSc, MSc, fizika tanár hallgatók részére
Témavezető: Dr. Szücs Tamás (tszucs@atomki.hu, 11374)

A Nap megismerése az emberiség ősidők óta fennálló célja. Mára sokat tudunk az általános tulajdonságairól, működéséről, de a magbéli folyamatokról szinte nincs közvetlen információnk. Az utóbbi pár évben a rendelkezésre álló ultra-tiszta és ultra-érzékeny neutrínó detektorok viszont megnyitották az utat a Nap központjának a vizsgálatához. A fotonokkal ellentétben, amik elveszítik a keletkezésük körüli információt, mire kijutnak a Nap felszínére, a mára nagy pontossággal detektálható neutrínók szintén a magbéli fúziós reakciókban keletkeznek, majd szinte azonnal elhagyják a Napot és eléri a Földet.

Sajnos a neutrínók önmagukban nem elegendőek a Nap magjának a tanulmányozásához, ehhez a Nap átfogó és részletes modellezése is szükséges. Az elmúlt évtizedekben kifejlesztett úgynevezett standard Napmodell (SSM) az, ami összeköti a Nap tulajdonságait a mérhető, megfigyelhető mennyiségekkel. Hiába a nagy pontosságú neutrínó észlelések, ha a magfizikai reakciók sebességét nem ismerjük kellő pontossággal, a modell előrejelzései nem lesznek elég precízek a kísérleti adatokkal történő összehasonlításához.

Az Atomki Nukeláris asztrofizikai csoportja itt kapcsolódik az előző problémafelvetéshez. Nagy pontosságú kísérleti magfizikai adatokat mérünk, melyek segítségével megadjuk a kulcsot a Nap és a csillagok központjának tanulmányozásához.

A Napból kisugárzott energia nagyrészt a magban a proton-proton lánc (pp-lánc) reakciói, kisebb részben a szén-nitrogén-oxigén (CNO) ciklus termelik. Nehezebb csillagokban ez az arány eltolódik, de továbbra is ez a két reakcióhálózat energia termelése a legfontosabb. Mindkettőben keletkeznek neutrínók is, melyek a mag tanulmányozásának eszközei lehetnek.

Az ATOMKI gyorsítóinak felhasználásával, valamint külföldi együttműködésben két földalatti gyorsító [1] segítségével tanulmányozzuk ezeket a folyamatokat. A jelölt feladata részvétel a mérés összeállításában, kivitelezésében és kiértékelésében.

A téma nagyrészt angol szakirodalom tanulmányozását követeli meg, illetve a külföldi együttműködőkkel való kapcsolattartáshoz szintén az angol nyelv ismerete szükséges.

Érdeklődők a fenti e-mail címen és/vagy melléken kereshetnek.

[1] Szücs Tamás: *Alacsony háttérű magfizikai mérések, avagy a nukleáris asztrofizika kihívásai.* Fizikai Szemle 763-764 (2018) 230.

<http://fizikaizemle.hu/szemle/tartalom/40#page=16>

Ipari minták felületvizsgálata atomi szinten XPS és LEIS mérési módszerekkel.

Témavezető neve: dr. Takáts Viktor

Helyszíne: Atommagkutató Intézet

(fizikus MSc)

A téma olyan analitikus mérési módszerek használatán és elsajátításán alapul, mint a röntgen gerjesztésű fotoelektron spektroszkópia (XPS - X-ray Photoelectron Spectroscopy) vagy az alacsony energiájú ionszórásos spektroszkópia (LEIS - Low Energy Ion Scattering Spectroscopy). Míg az XPS mind kvalitatív, mind pedig kvantitatív anyagelemzésre alkalmas a minták legfelső 6-8 nm-es rétegvastagságban, a LEIS egzaktul a legfelsőbb egy atomi rétegnek a vizsgálatára alkalmas. A mért spektrumok kiértékelése matematikai eljárások után válik pontosan értelmezhetővé és nem csak az anyagösszetételre, de a kémiai állapotokra is kapunk információt. A kutatási téma során több különböző minta elemzésére kerül sor. Ezek lehetnek laboratóriumban előállított, és lehetnek iparban használt félvezető vagy fém(ötvetet) minták. A téma elsajátításában előnyt jelent a vákuumtechnikai alapok ismerete, mivel mindkét mérési módszer ultranagy-vákuumrendszer használatát igényli.

Dr. habil. Viktor TAKÁTS

Atomki

Institute for Nuclear Research

H-4026 Debrecen, Bem tér 18/C

Mail: ATOMKI, H-4001 Debrecen, P.O.Box 51, Hungary

Tel.: (36) 52 509 200

Fax: (36) 52 416 181

E-mail: takats.viktor@atomki.mta.hu

web: <http://www.atomki.hu/SNMS>

Szakdolgozati, diplomamunka- és TDK-témák

Tőkési Károly

Témavezető neve

Dr. Tőkési Károly

Érdeklődni:

tokesi@atomki.hu

Téma címe

1. Töltött részecskék és kapillárisok kölcsönhatásainak vizsgálata (fizikus, fizika BSc, fizikus MSc, informatikus-fizikus, TDK)

Az elmúlt évek kísérleti és elméleti kutatásai során a figyelem a hengeres szimmetriájú felülettel vagy határfelülettel rendelkező nanoszerkezetű anyagok vizsgálatára irányult. Ilyenek a nanométerestől a makrométeres tartományig terjedő kapillárisok. A hallgató töltött részecskék esetén egyedi makroszkópikus méretű szigetelő kapilláris terelőképességét tanulmányozná. Mérésekben venne részt melyben az ion-vezetés időfüggését, a kapillárison átjutott ionok szög szerinti eloszlását, valamint a detektált ionok töltésállapotát, mint a hőmérséklet függvényét vizsgálná.

2. Töltött részecskék energiavesztése és fékeződése felületek környezetében (fizikus, fizika BSc, fizikus MSc, informatikus-fizikus, TDK)

Ha töltött részecskét helyezünk felület környezetébe, akkor töltésünk felületi és tömbi gerjesztéseket indukál, melyeket a töltésünk tükörtöltésével helyettesíthetünk. A tükörtöltés a töltésünkhöz képest a felület ellentétes oldalán helyezkedik el és ellentétes előjelű mint a töltésünk. A töltés és annak tükörtöltése között vonzó kölcsönhatás van, amely mindig a felület felé mozgatja a töltésünket. Ha a töltésünk véges, a felülettel párhuzamos kezdeti sebességgel mozog a felület előtt, akkor egy új erő ébred, ami azért lép fel, mert a mozgó töltés által létrehozott gerjesztések nem „pillanatszerűen” követik a mozgó töltést, hanem időben kicsit lemaradnak a töltéshez képest. Ez az új erő felelős azért, hogy a mozgó töltött részecskék energiája csökken, amikor felületek előtt mozog. A hallgató feladata ezen fékező erő elméleti tanulmányozása lesz. Számításait klasszikusan és/vagy kvantummechanikai módszerek segítségével fogja elvégezni.

3. Egyszerű és többrétegű mintákban lejátszódó transzport folyamatok vizsgálata (fizikus, fizika BSc, fizikus MSc, informatikus-fizikus, TDK)

A hallgató, különböző (egyszerű valamint több rétegből álló) minták esetében, kísérleti és/vagy részletes Monte Carlo számításokat fog végezni az elektronok rugalmas (rugalmatlanul) visszaszórt elektronspektrumainak vizsgálatára. Feladata lesz a többszörös elektronszórás spektrumtorzító hatásának elemzése.

4. Felületi effektusok vizsgálata (fizikus, fizika BSc, fizikus MSc, informatikus-fizikus, TDK)

A hallgató feladata szilárd mintáról visszaszórt elektronok energiavesztési spektrumainak kísérleti meghatározása és/vagy elméleti leírása lesz. A spektrumok analízise segítségével meghatározza a mintára jellemző effektív energiavesztési függvényeket.

5. Többszörös szórások atomi ütközésekben (fizikus, fizika BSc, fizikus MSc, informatikus-fizikus, TDK)

A hallgató ion-atom ütközések klasszikus szimulációjával foglalkozna. Lassú ionok atomokkal történő ütközésekor elektronok úgy is szabaddá válhatnak az ütközés során, hogy az elektron „ide-oda pattog” a lövedék és a célatom magja

Témavezető neve

Téma címe

között, azaz mintha a labda szerepét töltené be egy mikroszkopikus ping-pong játszmában. A hallgató ezeket az érdekes, de kis valószínűséggel előforduló eseményeket vizsgálná.

6. Lézer-atom, lézer-molekula kölcsönhatások elméleti vizsgálata (fizikus, fizika BSc, fizikus MSc, informatikus-fizikus , TDK)

Napjaink fizikájának az egyik legdinamikusabban fejlődő ága a nagy intenzitású igen rövid (akár atto-másodperces) elektromos hullámok által generált folyamatok vizsgálata. A hallgató feladata klasszikus vagy kvantummechanikai alapokon nyugvó program fejlesztése lesz, mellyel atomok vagy molekulák gerjesztését és ionizációját vizsgálná.

7. Mikroelem nyomok csontokban (biológus, biológia szakos tanár BSc, MSc, TDK)

Az MTA Atommagkutató Intézetében számos kísérleti módszer áll rendelkezésre elemi összetétel meghatározására. A hallgató egy ATOMKI-DOTE együttműködés keretében csontok elemi összetételét fogja vizsgálni. Bekapcsolódna a minta előállítás valamint a különböző kísérleti technikák alkalmazásában. Aktív szerepvállalásra számítunk továbbá a kiértékelési munkákba is.

8. Fúziós kutatásokhoz kapcsolódó atom- és felületfizikai adatok elemzése (fizikus, fizika BSc, fizikus MSc, informatikus-fizikus , TDK)

Dél Franciaországban (Cadarache) nemzetközi együttműködésben épül az ITER fúziós reaktor. A teljes működésének szimulációjához számos adatbázisra van szükség. A hallgató feladata egyrészt az szakirányú irodalomban található adatok megkeresése, rendszerezése és a szimulációs program meglévő adatbázisához igazítása lesz.

9. Anyagutánpótlás fizikai folyamatai fúziós plazmákban (fizikus, fizika BSc, fizikus MSc, informatikus-fizikus, TDK)

Fúziós plazmák anyagutánpótlása kis hidrogén jég darabokkal, ún. pelletekkel történik. A pellet plazma kölcsönhatás eredményeként a pellet körül kialakul egy sűrű felhő, amely nagymértékben árnyékolja a pelletet a háttérplazma részecskéitől. A hallgató feladata ez árnyékolás mértékének meghatározása Monte Carlo program segítségével.

10. Töltött részecskék élettani hatása sejtekre és sejtalkotókra (biomémök, biológus, fizikus)

Az utóbbi években jelentősen megnőtt az érdeklődés a töltött részecskék élő sejtekre kifejtett hatásainak vizsgálata iránt. Korábbi kutatások elsősorban igen nagy energiájú részecskékre vonatkoztak és a gyakorlati sugárterápia megvalósítását tűzték ki célul. Ezeknek a kutatásoknak és kezeléseknél elengedhetetlen feltétele egy igen drága részecskegyorsító. Másrészt a nagyenergiás részecskék az élő szervezetben a célsejtek környezetét is jelentősen károsíthatják.

Jelen kutatómunka tárgya kisenergiás töltött részecskék élő sejtekre kifejtett hatásainak vizsgálata lesz. A töltött részecskéket egy kúposan kialakított szigetelő csövecské segítségével fogjuk eljuttatni a besugározandó sejthez, vagy annak egy alkotójához.

Dr. Tókési Károly- Dr. Ódor Géza (KFKI MFA)

Felületi mintázatképződés GPU-szimulációs vizsgálata (fizikus, fizika BSc, fizikus MSc, informatikus-fizikus , TDK)