

ATOMMAGKUTATÓ INTÉZET

4026 Debrecen, Bem tér 18/c, 4001 Debrecen, Pf. 51.

Telefon: 06-52-509200, Fax: 06-52-416181

e-mail: director@atomki.hu; honlap: <http://www.atomki.hu>

I. A kutatóhely fő feladatai a beszámolási évben

Az intézet alapfeladatai 2007-ben nem változtak; ezek az alapító okiratban foglaltak szerint a következők: alap- és alkalmazott kutatások folytatása az atommagfizikában és atomfizikában; fizikai ismeretek és módszerek alkalmazása más tudományágakban (anyagtudomány és anyagvizsgálat, földtudományok és környezetkutatás, orvosi-biológiai kutatások stb.) és a gyakorlatban (ipar, mezőgazdaság, orvosi gyakorlat stb.); alap- és alkalmazott kutatásokhoz szükséges módszerek és eszközök fejlesztése; közreműködés a felsőoktatásban.

II. Az év folyamán elért kiemelkedő kutatási és más jellegű eredmények, azok gazdasági-társadalmi haszna

Részecskefizika

Jelentős előrehaladást értek el a második kvantumszindinamikai sugárzási korrekciók számítására alkalmas általános módszer kifejlesztésében. Sikerült egy igen egyszerű és a perturbációszámítás tetszőleges rendjében alkalmazható eljárást megadni a többszörös lágy és a kollineáris partonsugárzást leíró közelítő mátrixelemek kiszámolására. Az eljárás különlegessége, hogy sem a lágy, sem a kollineáris partonsugárzásra vonatkozó képlet nem tartalmazza a másik járulékait. [Ezek az eredmények egy nemzetközi együttműködésben születtek, két Atomki-tag részvételével. Az intézeti ráfordítás 6,7 MFt, amiből 3,7 MFt pályázati forrásból származik. Rövid jelöléssel: Nagyobb csoport (2) fő, 6,7 (3,7) MFt]

A CERN-i ATLAS együttműködés keretében részt vettek a CSC-analízisekben (Computer System Commissioning). A „műontrigger”-csoport keretén belül a diműontriggeren végzett vizsgálatok bekerülnek az ATLAS műontrigger CSC-tanulmányába. Analíziseket végeztek a topkvarkos események triggerelésével kapcsolatban is, ami az ATLAS topcsoport egyik cikkébe fog belekerülni. [ATLAS project (1) fő, 3 (0) MFt]

Magfizika

A franciaországi nemzeti nehézion-laboratóriumban (GANIL) végzett kísérletben megmutatták, hogy a neutroninstabilitási vonal közelében fekvő, korábban kétszeresen zárt héjúnak hitt ^{42}Si atommag első gerjesztett állapotának az energiája a környező magokhoz képest alacsony, ami egyértelmű jele annak, hogy nincs héjlezáródás. Az $N=8$ és az $N=20$ után az $N=28$ héjzáródás megszűnésére utaló jeleket is sikerült találni, ami arra utal, hogy nagy $N-Z$ esetén a héjszerkezet változása általános jelenség. [37 (4) fő, 20 (0) MFt]

Holland-magyar-japán együttműködésben vizsgálták az izoskalár dipólus óriásrezonancia (ISGDR) direkt proton- és neutronkibocsátással történő bomlását a gronigeni KVI-ben. A

rezonancia bomlási csatornáira nyert kísérleti parciális erősségfüggvényeket elméleti számítások eredményeivel hasonlították össze, és így a rezonancia mikroszkopikus szerkezetére először kaptak információkat. Magasabb gerjesztési energiákon a fenti dipólus óriásrezonancián kívül egy új, szélesebb rezonanciaszerkezetet is megfigyeltek. A szögeloszlás-adatok alapján az új rezonancia kvadrupólus jellegűnek adódott. Becslések szerint ez a rezonancia a kvadrupólus óriásrezonancia első felharmonikus módusa lehet. [13 (5) fő, 20 (0) MFt]

A Stony Brook-i Egyetemmel együttműködve vizsgálták a ^{105}Rh körüli királis forgást mutató atommagok tartományának határait. A ^{105}Ag atommag nagyspinű állapotait fúziós–párolgási reakcióban gerjesztve új forgási sávokat találtak, és korrigálták a kiralitás szempontjából érdekes konfigurációjú, korábban is ismert forgási sáv elhelyezését a nívósémában. A tartományra jellemző királis forgásisáv-pár nem volt kimutatható a kísérletben, amiből arra következtek, hogy egyrészt ez az atommag már kívül esik azon a királis tartományon, másrészt a gamma-deformációval szemben lényegesen keményebb, mint a szomszédos ^{106}Ag atommag. Ugyanakkor egy újonnan talált más konfigurációjú forgásisáv-pár királis forgásra jellemző tulajdonságokat mutat a ^{105}Ag atommagban. [13 (3) fő, 20 (0) MFt]

Bebizonyították, hogy a p+p szórási reakció „trójai faló” elnevezésű módszerrel való mérésével a Coulomb- és a nukleáris szórás interferenciája kiküszöbölhető. [18 (5) fő, 11 (1) MFt]

A $^3\text{He}(\alpha,\gamma)^7\text{Be}$ reakció hatáskeresztmetszetének alacsony energián való mérésével feloldották az irodalmi adatokban található ellentmondást, és a ^7Be és ^8B napneutrínó-fluxus ebből a reakcióból származó hibáját mintegy 8%-ról 3% alá szorították le. [30 (4) fő, 11 (1) MFt]

Az asztrofizikai p-folyamat szempontjából lényeges több magreakció [$^{112}\text{Sn}(\alpha,\gamma)^{116}\text{Te}$, $^{112}\text{Sn}(\alpha,p)^{115}\text{Sb}$, $^{70}\text{Ge}(p,\gamma)^{71}\text{As}$, $^{76}\text{Ge}(p,n)^{76}\text{As}$] hatáskeresztmetszetét mérték meg, és levonták az asztrofizikai konzekvenciákat. [16 (5) fő, 22 (2) MFt]

Két egyrészeszkés neutronállapot energiáját határozták meg az ^{23}O atommagban az $^{22}\text{O}(d,p)^{23}\text{O}^* \rightarrow ^{22}\text{O} + n$ folyamat segítségével. Ennek felhasználásával megmagyarázták, hogy miért nem kötöttek az ^{24}O -nél nehezebb oxigénizotópok, és a méréssel közvetlen bizonyítékot szolgáltatott arra, hogy a stabilitási sávtól távol a 20-as neutronszám mágikusságát felváltja a 16-osé. [36 (5) fő, 11 (1) MFt]

Megmérték az alapállapot és az első gerjesztett állapot közötti átmenet erősségét a ^{26}Ne atommagban. [26 (2) fő, 11 (1) MFt]

Meghatározták a 0_2^+ izomer állapot élettartamát ^{12}Be atommagban. [34 (1) fő, 11 (1) MFt]

Új módszert adtak a kvantummechanikai szórásprobléma megoldására. A hullámfüggvény nehezen megadható aszimptotikus viselkedését azzal küszöbölik ki, hogy a Schrödinger-egyenletet a komplex koordinátatérbe transzformálják. A transzformált hullámfüggvényt már egyszerűen lehet közelíteni. A módszert általánosították hosszú hatótávolságú potenciálok esetére is. Az eljárást a $^3\text{H}(p,n)^3\text{He}$ magreakcióra próbálták ki, sikerrel. [3 (1) fő, 7,5 (0,5) MFt]

Az atommagok törzs+alfa-részecske jellegű klaszterállapotainak kvantitatív leírását adták az U(4/12) szuperszimmetrikus séma keretében. Ehhez meghatározták hat 18, 19 és 20 tömegszámú atommag elektromos kvadrupólus átmeneteit és az e magok között lejátszódó egynukleon-transzfer reakciók spektroszkópiái faktorait. Azt találták, hogy a szuperszimmetrikus séma alkalmas a hat atommag alfa-klaszter-állapotainak egységes

kezelésére. Első alkalommal sikerült egy atommagszerkezeti szuperszimmetrikus modellt egy szupermultipllett két fermionhoz tartozó szektorára kiterjeszteni. [3 (2) fő, 4 (0) MFt]

Vizsgálták a komplex energiájú kvázirészecskék alkalmazhatóságát magfizikai számolásokban. A neutronban gazdag oxigén- és nikkelizotópokra meghatározták a releváns komplex kvázirészecske-rezonanciákat. A formalizmust quadrupólus vibrációk leírására is alkalmazták, és azt találták, hogy ha a korrelált állapot viszonylag hosszú életű kvázirészecske-rezonanciákból épül fel, akkor a kétkvázirészecskés állapot is értelmes lesz fizikailag. [1 (1) fő, 6,5 (0,5) MFt]

Egzaktul megoldható PT-szimmetrikus (egyidejű tér- és időtükrözéssel szemben invariáns) potenciálok vizsgálata során elsőként számolták ki analitikusan a trigonometrikus és a hiperbolikus Rosen–Morse-potenciálok kötött állapotainak normálási konstansát és pszeudonormáját. A trigonometrikus Rosen–Morse- és a korábban vizsgált trigonometrikus Scarf-potenciált alkalmazták új egzaktul megoldható nem centrális PT-szimmetrikus potenciálok származtatására 3 dimenzióban, és rámutattak jelentőségükre a PT-szimmetria spontán sérülésében. [1 (1) fő, 5,4 (0,4) MFt]

Összefonódott állapotpárok felhasználásával unitér időfejlődésű operátorok megkülönböztethetőségére adtak egyszerű algoritmust, egyben alsó időkorlátot is találva az ortogonális állapotok elérésére. [2 (1) fő, 3 (0) MFt]

Valódi háromrészecskés spinbeli összefonódottságot térképeztek fel összefonódottsági tanúoperátorok segítségével szabad Fermi-gázban zérus hőmérsékleten. A háromfermion-konfigurációt jellemző azon távolság, melyen belül a részecskék valódi összefonódottságot mutatnak, összemérhetőnek adódott egy összefonódott fermionpár maximális távolságával. [1 (1) fő, 3 (0) MFt]

A NAÜ orvosi és ipari alkalmazások szempontjából nagy jelentőségű nukleáris adatbázisának bővítése érdekében protonnyalábokkal Sc, Mn, Co, Zr, Mo, Rh, Cd., ¹¹⁶Cd, Cs, Nd, Ho, Yb, Re, Tl, Pb céltárgyakon, deutronnyalábokkal Mn, Co, Mo, Rh, Nd, Ho, Yb, Au, Re, Pb céltárgyakon, alfa-részekkel ¹¹⁴Cd, ¹¹⁶Cd, Cd céltárgyakon előidézett reakciók gerjesztési függvényét mérték és számították ki elméletileg. [9 (4) fő, 22 (2) MFt]

Gépalkatrészek nukleáris kopásvizsgálatának terén folytatták a módszerek továbbfejlesztését, valamint a német és osztrák együttműködő partnerek által küldött minták vizsgálatát. [4 (3) fő, 20 (10) MFt]

Folytatták a kiterjedt bizmutos közegekbeli neutrontranszport tanulmányozását. Az újabb mérések egyik célja a mérési tartomány 18 MeV neutronenergiáig való kiterjesztése volt. A vizsgálatok jelentőségét az adja, hogy a bizmut az egyik alkotóeleme annak a Pb-Bi eutektikus ötvözetnek, amelyet a nukleáris energetika több területén is alkalmaznak. [6 (1) fő, 3 (0) MFt]

Atomfizika

Megvizsgálták azt az atomi ütközési folyamatot, amelyben két elektron egyidejű kibocsátása megy végbe, és mindkét elektron a gerjesztő ionnal azonos irányban és közelítőleg azonos sebességgel repül ki az ütközésből. A méréseket az intézet VdG1 gyorsítóján a közelmúltban megépült repülésiidő-elektronspektrométerrel végezték. Az eredmények egyértelműen igazolták a kételektronos lándzsahegycsúcs (cusp) létezését. A két elektron energiaértékei

között megfigyelt erős korreláció a lövedék sebességével megegyező tömegközépponti sebességű kvázistacionárius kételektron-kontinuumállapot kialakulását valószínűsíti. [2 (2) fő, 15 (0) Mft]

A Lundban végzett korábbi kísérletek során különböző atomi héjakon keltett fotoelektronok hatáskeresztmetszeteiben meglepő bal-jobb aszimmetriát figyeltek meg. Az aszimmetria paraméterének fotonforrástól való függésének vizsgálata céljából most a hamburgi HASYLAB DORIS-III tárológyűrű BW3-as nyalábcsatornáján is végeztek méréseket. (A két nyalábcsatorna paraméterei nagyjából megegyeznek.) Azt találták, hogy a kísérletileg meghatározott aszimmetriaparaméterek jól egyeznek a korábbiakkal. [8 (4) fő, 25 (0) Mft]

A különböző szimmetriájú víz-, metán- és benzolmolekulák elektronhéjaiban a többszörös lyukkeltésnek és a molekula széttörésének a lyukkeltést követő folyamatát vizsgálták. A kísérletek egy részére a franciaországi Caenban, a másik részére Debrecenben a VdG-5 gyorsítón került sor. A tapasztalt anizotrópiát direkt ütközési folyamatokkal sikerült értelmezni, néhány fragmentációs csatornában viszont elméletileg egyelőre még nem értelmezett, finomabb effektusokat is találtak. [6 (2) fő, 7,4 (0,4) Mft]

Megmutatták, hogy a héliumatom kétszeres ionizációja – ellentétben a korábbi eredményekkel – nem értelmezhető a függetlenrészecske-modell keretében. Az elektronkorreláció tényleges figyelembevétele még a teljes hatáskeresztmetszetek értelmezésekor sem mellőzhető. Az ún. kinematikailag teljes mérési eredmények interpretációja során is komoly pontatlanságot eredményez a hengersizmetria torzulása. Erre az Au⁵³⁺-He ütközés vizsgálata során jöttek rá, amikor a lövedékion impulzusátadását és a kilöködött elektron energiáját együtt mérték. [4 (1) fő, 8 (0) Mft]

Magyar–görög együttműködésben elemezték a metastabil 1s2s ³S kezdeti állapotú lítiumszerű fluorionok héliumatomokkal és hidrogénmolekulákkal való ütközéseit a 0,3–3 MeV/amu ionenergia-tartományban. Folytonosan torzított hullámú kvantummechanikai (CDW) és klasszikus pályás Monte-Carlo-számolásokkal megmutatták, hogy a domináns folyamat ebben az ütközésben az elektronbefogás az ion n=2–8 főkvantumszámú héjaira. Megmutatták továbbá, hogy ha a befogásban kvartettállapot jön létre, akkor az foton(ok) kibocsátásával viszonylag gyorsan legerjesztődik az 1s2s2p ⁴P „metastabil alapállapotba”. Így az ezen állapot bomlását jelző Auger-vonal relatív intenzitása az elektronspektrumban igen nagy lehet. Ezzel sikerült értelmezni egy kísérletileg tapasztalt anomáliát. [4 (3) fő, 6,1 (0,1) Mft]

Részt vettek egy új típusú ECR-berendezés prototípusának megtervezésében a Bio-Nano Electronics Research Center (Toyo University, Japán) számára. A berendezéssel vas-fullerén keverékplazmákat és a vas és fullerén szintézise révén új anyagokat fognak előállítani a következő években. [5 (1) fő, 2,5 (0,5) Mft]

Az Atomki elektron-ciklotronrezonanciás (ECR) ionforrásának továbbfejlesztése során sikerült a korábbinál jóval nagyobb intenzitású He-szerű argonnyalábot kapni (Ar¹⁶⁺), továbbá a maximális kivonó-gyorsító feszültség 30 kV-ra emelésével az eddigieknél 30%-kal magasabb energiájú ionnyalábok is elérhetővé váltak. [3 (3) fő, 10,5 (0,5) Mft]

Monokromatikus szinkrotronsugárzással keltett Auger-spektrumok méréséből meghatározták a Ni KLM Auger-átmeneteinek energiáit és az Auger-vonalak relatív intenzitásait. A kísérleti eredmények a relativisztikus atomi számítások és a közbenső impulzusmomentum-csatolási modell érvényét igazolják. [5 (3) fő, 2,5 (0,5) Mft]

A Ge 2s fotoelektron-spektrumainak analízisével kimutatták, hogy a visszaszórt elektronok spektrumaiból származtatott elektron-energiavesztési valószínűségi eloszlások alkalmazása a fotoelektron-spektrumok realisztikusabb leírását eredményezi, mint az optikai adatokból származtatható hasonló eloszlások alkalmazása. [7 (5) fő, 5,5 (0,5) MFt]

Polimerek felületéről visszaszórt elektronok spektrumait nagy energiafelbontással mérték, és a spektrumokat Monte-Carlo-módszerrel szimulálták. A felületi réteg atomi összetételét röntgen-fotoelektron-spektroszkópiai módszerrel, a tömbi sűrűséget hélium-piknometriával, a felületi morfológiát és érdességet atomerő-mikroszkópiával határozták meg. Megállapították, hogy a spektrumokban a rugalmas elektronszórás következtében megjelenő csúcs intenzitása a felület morfológiájától (érdesség és porozitás) erősebben függ, mint a felületi gerjesztések és a hidrogénatomok visszalökődésének a hatásától. Ez az eredmény fontos a rugalmascsúcs-elektron-spektroszkópiának (EPES) a polimerek felületanalízisére történő alkalmazhatósága szempontjából. [9 (4) fő, 3 (0) MFt]

Al- és Si-mintákban a felület közelében fotoelektronokat és Auger-elektronokat keltettek. Megvizsgálták az ezen folyamatokban szerepet játszó különböző típusú (vakancia- és elektrontranszport-indukált) plazmongerjesztések járulékait. Megmutatták, hogy a felületközeli elektronemisszió esetén az interferenciajelenségek valószínűsége megnő, és a különböző gerjesztési folyamatok hatása nem választható szét. [2 (1) fő, 1,3 (0,3) MFt]

Monte-Carlo-módszerrel kiszámították a kétkomponensű félvégtelen polietilén mintáról rugalmasan visszaszórt elektronok hozamát és energiaeloszlását. A teljes hozamon és spektrumon kívül meghatározták külön az egyszeres, az egyatomos és a vegyes szórások hozamát és spektrumait. Megmutatták, hogy figyelembe kell venni a vegyes szórások hatását is. [3 (3) fő, 3 (0) MFt]

Meghatározták 50 és 100 keV energiájú antiproton és héliumatom ütközésének teljes, egyszeresen és kétszeresen differenciális ionizációs hatáskeresztmetszeteit. A számításokat a klasszikus pályájú Monte-Carlo-módszer, valamint a kvantummechanikai folytonos torzított hullámú modell segítségével végezték el. A két modellel kapott teljes ionizációs hatáskeresztmetszetek igen jó egyezést mutatnak egymással. A klasszikus modell esetén jóval nagyobb az az energia- és szögtartomány, ahol a lövedék irányában nem detektáltak elektronokat, azaz az úgynevezett „anticusp” képződése jóval erősebb a klasszikus, mint kvantummechanikai közelítés szerint. [1 (1) fő, 3 (0) MFt]

Szilárdtest- és felületfizika, anyagtudomány és statisztikus fizika

A főleg szuperionikus kristályokból előállított nanoporokra irányuló kutatás eredményeként $\text{Cu}_6\text{PS}_5\text{Br}$, $\text{Cu}_6\text{PS}_5\text{I}$, $\text{Cu}_6\text{PS}_5\text{Cl}$, SbSi és $(\text{Ga}_x\text{In}_{1-x})_2\text{Se}_3$ anyagokból állítottak elő különböző szemcseméretű nanokristályos porokat. A fizikai paraméterek vizsgálata és az eredmények kiértékelése folyamatban van. [5 (1) fő, 2 (0) MFt]

Ionporlasztásos röntgen-fotoelektron-spektroszkópiai (XPS) módszerrel adatokat nyertek modell körülmények között kezelt atomerőművi szerkezeti elem felületi passzív rétegének kémiai összetételéről és egyes felületi szennyezők kémiai állapotáról. Az adatok a felületszennyezési és korróziós folyamatok azonosítására adnak lehetőséget. Az eredmények hasznosításában közvetlenül érdekelve van a Paksi Atomerőmű Rt. [6 (6) fő, 2 (0) MFt]

Vékonyréteg-napelem abszorbens rétegében az alkotók kémiai állapotát és mélységi koncentrációeloszlását tanulmányozták ionporlasztásos röntgen-fotoelektron-spektroszkópiai (XPS) és szekunder atomos tömegspektroszkópiai (SNMS) módszerrel. A kapott információ a napelem működése szempontjából optimális rétegszerkezet kialakításához szükséges. Az eredmények hasznosításában érdekelve van a KPE Kraft Project Elektronika Kft. [6 (4) fő, 11 (1) MFt]

Mágneses és elektromos transzport mérésével megállapították, hogy a LaSrCoO perovszkitvegyületek milyen mértékű Sr-tartalom mellett mutatják a kolosszális mágneses ellenállás tulajdonságát. [3 (3) fő, 20,5 (0,5) MFt]

A renormáláscsoport-módszer segítségével feltérképezték a mágnesesen csatolt réteges szupravezetők örvényszerkezetének leírására általuk megkonstruált réteges sine-Gordon-modell fázisszerkezetét. Modellükben meghatározták a fázisátalakulási hőmérséklet rétegszámfüggését, s ennek kísérleti ellenőrzése folyamatban van. Megmutatták továbbá, hogy a modell nemcsak a szilárdtestfizikában használható, hanem a kvarkbezárás jelenségének egyszerűsített modellezésére is. [3 (1) fő, 10 (0) MFt]

Detektálási és jelfeldolgozási technika

CsI(Tl) kristályokból és Si pin-fotodiódákból felépülő magfizikai detektorrendszerek fejlesztése során szerzett detektálástechnikai tapasztalatot most a DEOEC Élettani Intézetében keletkező esetleg radioaktív szennyvíz monitorozására szolgáló mérőrendszerben alkalmazták. E mérőrendszer megépítése során kifejlesztettek egy intelligens ún. PowerOverEthernet hálózati technológiára alapozott elektronikai rendszert, amely tíz radiokémiai laboratórium folyamatos szennyvíz-kibocsátását felügyeli, az eseményeket naplózza, és szükség esetén riasztja mind az ott dolgozókat, mind a felügyeleti hatóságot. [7 (5) fő, 15 (0) MFt]

Elemezték a 430 keV és 2 MeV energiájú protonoknak a félvezetődióda-detektorok teljesítőképességére gyakorolt káros hatásait. Félempirikus formulákat vezettek le a töltés begyűjtésének (a csúcs helyzete a spektrumban) és a töltésbegyűjtés szórásának (a csúcs szélessége) a besugárzási dózistól és az alkalmazott diódafeszültségtől való függésére. A formulák a kísérleti adatokat jól közelítik. [6 (3) fő, 2,7 (0,2) MFt]

Eljárást dolgoztak ki PET-berendezésekben detektorként alkalmazandó szcintillációs kristályok minőségének jellemzésére. Ennek keretében elemzik a kristály elemösszetételét, gamma-sugárzás-gyengítési együtthatóját, a szcintilláció során keltett fény mennyiségét, statisztikus ingadozását és a fénykibocsátás időbeli lefolyását. A fejlesztési eredmények gyártásban való hasznosítását (kisállat- és humán-PET berendezések) a Mediso Kft. (Budapest) fogja előkészíteni. [1 (1) fő, 8 (1) MFt]

Sikeresen befejezték a mini-PET II hálózati technológiára alapozott helyzetérzékeny detektorának hardver- és szoftverfejlesztését. [9 (6) fő, 56 (16) MFt]

Befejezték a humámdiagnosztikai célra szolgáló multimodalitású TOF-PET/CT rendszerteknikai elemzését. [9 (7) fő, 39 (9) MFt]

A szcintillációs detektorokban a fénybegyűjtés tökéletlenségének a spektrumok minőségében megmutatkozó hatását vizsgálva megállapították, hogy a relatív fényhozamok a fénybegyűjtés hatásfokától és az energiától függően kis mértékben változnak (erre pontos energiakalibráció

esetén figyelemmel kell lenni), továbbá hogy a tökéletlen fotontranszfer csúcskiszéledést okoz. Bizonyították, hogy ez részben a fénybegyűjtés szórásának, másrészt a fénybegyűjtés térbeli inhomogenitásának az eredménye. [1 (1) fő, 1 (0) MFt]

Befejezték a dozimetriai célra kifejlesztett CVD detektorok neutronbesugárzását, amellyel teljesítették az FP6_COOP_EU pályázatban vállalt feladatukat. [3 (3) fő, 8,8 (3,8) MFt]

Ionnyaláb-analitika

A légköri aeroszolk kutatása területén mintavételi kampányokat folytattak az aeroszolkoncentráció gyors időbeli változásának nyomon követésére, valamint az aeroszolk méreteloszlásának részletesebb meghatározására a fűtési időszak kezdetén és végén. Feltérképezték a városi aeroszolk forrásait, rendkívüli emissziós eseményeket figyeltek meg, és becslést adtak az embert érő aeroszolkterhelésre. [5 (4) fő, 32,8 (2,8) MFt]

Meghatározták a lényeges mikro- és nyomelemek eloszlását nehézfémekkel szennyezett területeken élő vízinövények gyökerében. A hagyományos analitikai technikák kiegészítéseként használt ionmikroszkópia jelentősen hozzájárulhat a növények nehézfém-felvételének, -toleranciájának, -akkumulációjának megismeréséhez. [4 (2) fő, 4 (0) MFt]

Kontrollált kísérletben határozták meg halak rézfelvételét „A Tisza és a Felső-Tisza-vidék hidroökológiája” NKFP projekt folytatásaként. [6 (2) fő, 4 (0) MFt]

Bronzkori leletanyagok jellemzésére komplementer analitikai (elektronsugaras, ionsugaras és röntgenemissziós) módszereken alapuló eljárást dolgoztak ki. Az eljárás alkalmazásának célja a magyarországi késő bronzkori leletanyagokhoz tartozó érclelőhelyek, fémkereskedelmi útvonalak felderítése, műhelykörök azonosítása. [2 (1) fő, 3 (0) MFt]

Si pin-fotodiódák helyzetérzékeny detektorként való alkalmazásához végeztek nagy laterális feloldású ionnyalábbal besugárzásokat és roncsolásokat. Meghatározták az összefüggést a detektor jelmagasságának csökkenése és a létrehozott roncsolás, vagyis a vakanciák száma között, és kiszámították az adott típusú és energiájú ionra jellemző roncsolási faktort. [6 (4) fő, 12,8 (0,8) MFt]

Polikristályos CVD gyémánt és szintetikus előállított egykristályos gyémántdetektorok töltéstranszport-vizsgálatainak összehasonlításával megállapították, hogy a kristályok határfelületén töltérekombináció történik, ezért az egykristályos gyémántdetektor spektroszkópiai tulajdonságai a CVD gyémántdetektoréhoz képest lényegesen jobbak. [7 (1) fő, 1 (0) MFt]

Protonnyalábos mikromegmunkálással 10 μm átmérőjű pórusokat tartalmazó szűrőlemezt készítettek 50 μm vastag PMMA fóliákra. A kész lemezek minőségét optikai és elektronmikroszkóppal ellenőrizték. Megállapították, hogy a pórusok a vártak megfelelően kör alakúak, és a hibahelyek száma minden minta esetében kisebb, mint 2%. A szűrők áteresztőképessége (lyukterület/összterület) 20%. Jelenleg a DEOEC III. Belgyógyászati Klinika Regionális Immunológiai Laboratóriumában ígéretes kísérletek kezdődtek a biológiai alkalmazásukra. Lehetőség látszik egy védhető nemzetközi szabadalom kidolgozására és egy termék kifejlesztésére is. [5 (2) fő, 4,2 (0,2) MFt]

Környezetanalitika és kormeghatározás

Nemzetközi együttműködés keretében (MTA–RTA) végzett kutatások eredményeként összefoglaló munka készült a Keleti-Kárpátok szubvulkáni zónájának kronológiájáról. [6 (2) fő, 2,2 (0,2) MFt]

Az Arisztotelész Egyetemen (Szaloniki) együttműködve geokronológiai vizsgálatokat végeztek Szithonia (Görögország) különböző típusú gránitos kőzetein, melynek alapján sikerült különböző magmás fázisokat elkülöníteni. [5 (2) fő, 3,2 (0,2) MFt]

Befejeződött a Nyugati- és a Keleti-Kárpátok közötti átmeneti zóna hidrotermális rendszereinek geokronológiai összehasonlító vizsgálata. [4 (2) fő, 3,4 (0,4) MFt]

K–Ar-os kormeghatározással sikerült elkülöníteniük a Papuk hegységben talált illit kiscokú metamorfózisának fázisait. [5 (2) fő, 1 (0,5) MFt]

A mátraderecskei szén-dioxid szárazfürdőben és környezetében végzett egyéves folyamatos helyszíni mérések elemzése alapján felismerték, hogy a medencében a gyógygáz nemkívánatos viselkedését elsősorban a medencefal időszakos hőmérsékletinverziója, valamint a kültéri szél zavaró hatásai okozzák. Hőszigetelési és légtechnikai beavatkozásokat hajtottak végre, amelynek eredményeképpen 2007 végére a medence alkalmassá vált a rendeltetészerű használatra. Gazdasági hasznosulásban érdekelt vállalkozás: Mofetta Kft, Mátraderecske. [3 (1) fő, 5 (0) MFt]

A talajgáz szén-dioxid-tartalmának és a talajfelszínen való fluxusának egy kb. 1 ha-s területen való feltérképezésével kijelölték egy szén-dioxidos szárazfürdő gyógygázellátását szolgáló gáznyerő hely optimális helyét. Hasznosulásban érdekelt: Erzsébet Park Hotel Kft., Parádfürdő. [2 (1) fő, 3 (0) MFt]

Radiokémia

Nagy fajlagos aktivitású [¹¹C]metil-Ro15-1788 (flumazenil) radiofarmakont állítottak elő desmetil-Flumazenil (Ro15-5528) N-metilezésével. A szintézis ideje a besugárzás befejezésétől számítva 32 perc volt, a bomláskorrigált hozam 75%, a radiokémiai tisztaság >98%, az elért specifikus aktivitás 12Ci/μmol.

Fe-módosított MCM-41 mezopórusos szilikátkatalizátor felületi és katalitikus tulajdonságait tanulmányozták metanol segítségével. A katalizátor reaktív felületét radioaktív ¹¹C-jelzett metanollal határozták meg, sugárzásdetektorok alkalmazásával. Az eredmények megerősítették az elméletileg feltételezett reakciómechanizmust. [3 (3) fő, 13,7 (1,7) MFt]

III. Hazai és nemzetközi kapcsolatok bemutatása

Hazai kutatási kapcsolatok

Az intézet kutatómunkájának minden területén széleskörűek a hazai együttműködések. Ezek közül különösen jelentősek az alábbi intézményekkel való kapcsolatok:

- a részecske- és magfizika és alkalmazásai területén: az MTA RMKI, a Debreceni Egyetem (DE) Kísérleti Fizikai Tanszéke és Elméleti Fizikai Tanszéke, az MTA AEKI,

a BME Nukleáris Technikai Intézete, a Szegedi TE, a DE Nukleáris Medicina Központja;

- az atomfizika és alkalmazásai területén: a DE Kísérleti Fizikai Tanszéke, Szilárdtestfizikai Tanszéke és Alkalmazott Kémiai Tanszéke, a BME Kísérleti Fizikai Tanszéke, a Miskolci Egyetem Fizikai Tanszéke, a Veszprémi Egyetem Radiokémiai Tanszéke, az MTA MFA;
- a kondenzált rendszerek fizikájának területén: az MTA MFA, az MTA SZFKI, az MTA RMKI, az MTA SZTE Lézerfizikai Kutatócsoportja, a DE Szilárdtestfizikai Tanszéke és Fizikai Kémia Tanszéke, a Veszprémi Egyetem Radiokémiai Tanszéke, az ELTE Magkémiai Intézete; a Kraft Projekt Rt., a Szegedi TE, a Paksi Atomerőmű Zrt.;
- a detektálási és jelfeldolgozási technika területén: a DE Nukleáris Medicina Központja, a Mediso Kft. (Budapest), a DE Kísérleti Fizikai Tanszéke;
- ionnyaláb-analitika területén: a DE több tanszéke és klinikája, az MTA MFA, az MTA SZFKI, az MTA RMKI, az MTA AEKI, az MTA Pannon Egyetemi Levegőkémiai Kutatócsoportja, a Szegedi TE Régészeti Tanszéke, az Országos Környezetegészségügyi Intézet, az Országos Meteorológiai Szolgálat, DEOEC Bőrgyógyászati Klinika;
- környezetanalitika és kormeghatározás területén: a DE, az ELTE és a Miskolci Egyetem több tanszéke, az MTA GKI, a MÁFI, az ELGI, az OKK-OSSKI, a VITUKI, a Paksi Atomerőmű Zrt., a püspökszilágyi RHKT Kht., a Mecsekérc Zrt.;
- a régészeti kutatások területén: a Magyar Nemzeti Múzeum és a hazai múzeumi hálózat több más intézménye;
- radiokémia területén: a DE Nukleáris Medicina Központja.

Részvétel a felsőoktatásban

Az intézet 2007-ben megtartotta korábban is betöltött szerepét a felsőoktatásban, a Debreceni Egyetemen fenntartott hagyományos kapcsolatait. Az ATOMKI 15 kutatója a beszámolási időszakban meghirdetett 18 kurzus keretében 353 tantervi óra megtartásával járult hozzá a Debreceni Egyetemen (DE) folyó oktatáshoz. Egy kutató a Szegedi Tudományegyetemen tartott egy harminc órás kurzust. A gyakorlati órák száma 2007-ben 712 volt, amelyet 27 kutató részvételével tartottak. A pregraduális képzésben elsősorban fizikus, fizika tanári, informatikus, környezettan, környezettudományi, valamint környezetgazdálkodási agrármérnök szakos hallgatóknak oktattak (előadások, speciális laboratóriumi gyakorlatok, diplomamunkák). A beszámolási időszak folyamán 8 PhD-, 7 diplomamunkás és 4 TDK-hallgató dolgozott az intézetben, a témavezetésre fordított órák száma összesen 1080 óra volt.

A DE TTK kihelyezett Környezetfizikai Tanszéke helyileg az ATOMKI területén működik. A tanszék a csökkenő létszámú fizika szakos hallgatók mellett jelentős számú környezettan tanári, valamint környezettudomány szakos hallgató képzésében vesz részt.

Nemzetközi kapcsolatok

2007. október 8 és 12 között Japán-Magyar Tudományos Szemináriumra került sor Magyarország három városában (Debrecen, Szeged, Budapest) a fizika a modern tudományban és technológiában tárgykörből. A szemináriumot a debreceni Atomki szervezte. Ugyancsak az Atomki szervezésében zajlott le 2007. április 2-án a Magreakciók a nukleáris asztrofizikában című minikonferencia.

A több intézményre kiterjedő nemzetközi programokban való részvétel, valamint az államközi és a MTA által kötött egyezményekre alapozott együttműködés (l. IV. fejezet) mellett az intézet nemzetközi kapcsolataiban lényeges szerepet tölt be az intézetközi megállapodásokon alapuló, valamint az alkalmi, informális együttműködés is. Ilyen együttműködések voltak:

- a magfizika és alkalmazásai körében 22 ország 49 kutatóhelyével;
- az atomfizika és alkalmazásai területén 15 ország 32 kutatóhelyével;
- a detektálási és jelfeldolgozási technika területén 4 ország 6 kutatóhelyével;
- ionnyaláb-analitika területén 4 ország 4 kutatóhelyével;
- környezetanalitika és kormeghatározás területén 13 ország 19 kutatóhelyével.

IV. Fontosabb elnyert hazai és nemzetközi pályázatok rövid értékelése

Az Atomki kutatói 2007-ben 23 OTKA-, 2 NKTH-OTKA- és 3 NKFP-pályázat céljainak megvalósításában vettek részt.

Az intézet nemzetközi együttműködéseinek részben pályázati rendszerben szervezett kutatási programjai között 2 COST-program, 3 NAŰ-projektum és 2 CERN-projektum volt.

Államközi (TÉT) egyezményeken alapuló, pályázati rendszerben támogatott együttműködési kapcsolatok voltak 14 témában argentin, cseh, dél-afrikai, francia, horvát, román, szlovén, szlovák és ukrán kutatóhelyekkel.

A MTA által kötött egyezményeken alapuló kétoldalú együttműködési kapcsolatok 20 témában bolgár, cseh, egyesült államokbeli, finn, francia, holland, japán, lengyel, mexikói, német, román, spanyol, valamint szerbiai kutatóintézetekkel és egyetemi kutatóhelyekkel folytatott együttműködésekre terjedtek ki.

Mind a TÉT egyezmények, mind az MTA által kötött nemzetközi megállapodások – az általuk biztosított többletforrások szintjétől függetlenül – jelentős mértékben járultak hozzá az intézet nemzetközi kapcsolatainak erősítéséhez. Egyes esetekben az együttműködés a főhatósági egyezmény nélkül teljes egészében meghiúsult volna.

V. Az év folyamán megjelent jelentősebb publikációk, szabadalmak és más bemutatható eredmények

1. Bastin B., Grévy S., Sohler D., Sorlin O., Dombrádi Zs., Achouri N. L. et al.(35), Elekes Z.: *Collapse of the $N=28$ shell closure in ^{42}Si* . Physical Review Letters **99** (2007)2:2503
2. Hunyadi M., van den Berg A. M., Davids B., Harakeh M. N., de Huu M. A., Wörtche H. J. et al. (13), Csatlós M., Gulyás J., Krasznahorkay A., Sohler D.: *Evidence for direct neutron decay of the isoscalar giant dipole resonances in ^{90}Zr , ^{116}Sn , and ^{208}Pb* . Physical Review C Nuclear Physics **75** (2007)1:4606
3. Tumino A., Spitaleri C., Mukhamedzhanov A., Rapisarda G.G., Cherubini S., Crucilla V. et al. (18), Elekes Z., Fülöp Zs., Gyürky Gy., Kiss G.G., Somorjai E.: *Suppression of the Coulomb Interaction in the Off-Energy-Shell $p + p$ Scattering from the $p + d \rightarrow p + p + n$ Reaction*, Physical Review Letters **98** (2007) 252502-1 – 252502-4
4. Gyürky Gy., Confortola F., Costantini H., Formicola A., Bemmerer D., Bonetti R. et al. (30), Elekes Z., Fülöp Zs., Somorjai E.: *$^3\text{He}(\alpha, \gamma)^7\text{Be}$ cross section at low energies*. Physical Review C **75** (2007) 035805-1 - 035805-8
5. Kiss G.G., Gyürky Gy., Elekes Z., Fülöp Zs., Somorjai E., Rauscher T. et al. (7): *$^{70}\text{Ge}(p, \gamma)^{71}\text{As}$ and $^{76}\text{Ge}(p, n)^{76}\text{As}$ cross sections for the astrophysical p process: Sensitivity of the optical proton potential at low energies*. Physical Review C **76** (2007) 055807-1 - 055807-9
6. Elekes Z., Dombrádi Zs., Aoi N., Bishop S., Fülöp Zs., Gibelin J. et al. (37), Kalinka G., Sohler D.: *Spectroscopic study of neutron shell closures via nucleon transfer in the near-dripline nucleus ^{23}O* . Physical Review Letters **98** (2007) 102502-1 - 025801-4
7. Kruppa A.T., Suzuki R., Kato K. : *Scattering amplitude without an explicit enforcement of boundary conditions*. Phys. Rev. C **75** (2007) 044602
8. Lévai G., Cseh J., Van Isacker P: *Application of cluster supersymmetry to nuclei with mass numbers $A=20, 19$ and 18* . Journal of Physics G **34** (2007) 1729-56.
9. Vértesi T.: *Genuine tripartite entanglement in the non-interacting Fermi gas*. Phys. Rev. A **75** (2007), 042330, 1-8.
10. Tárkányi F., Hermanne A., Ditrói F., Takács S., Király B., Baba M. et al. (9): *Production of longer lived radionuclides in deuteron induced reactions on niobium*. Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms **255** (2007)297
11. Sarkadi-Priboczki E., Kumar N., Salmi T., Murzin D.Yu, Z. Kovacs: *Radioisotope tracer study of co-reactions of methanol with ethanol using ^{11}C -labelled methanol over alumina, H-ZSM-5 and Cu-ZSM-5* . Topics in Catalysis **45** (2007) 169. If. 2.321

12. Ricz S., Ricsóka T., Kövér Á., Varga D., Huttula M., Urpelainen S. et al. (8): *Experimental observation of left–right asymmetry in outer s-shell photoionization.* New Journal of Physics **9** (2007) 274-282.
13. Sulik B., Tókési K., Stolterfoht N., Ricsóka T., Vikor Gy., Nagy Sz. et al. (10), Berényi Z., Berényi D.: *Fermi-shuttle processes in the emission by ion impact: Contribution to radiation damages.* Radiation Physics and Chemistry **76** (2007) 483-486.
14. Kövér L., Drube W., Berényi Z., Cserny I., Medicherla V. V., Ishii T. et al. (8): *KLL Auger Resonant Raman transition in metallic Cu and Ni.* Surface Science **601**(2007)1085.
15. Novák M., Egri S., Kövér L., Cserny I., Drube W., Werner W. S. M. : *Energy dependence of electron energy loss processes in Ge 2s photoemission.* Surface Science **601** (2007)2344.
16. Nándori I., Jentschura U. D., Nagy S., Sailer K., Vad K., Mészáros S.: *On the applicability of the layered sine-Gordon model for Josephson-coupled high-Tc layered superconductors.* Journal of Physics: Condensed Matter **19** (2007)23.
17. Németh Z., Homonnay Z., Árva F., Klencsár Z., Kuzmann E., Vértes A. et al. (14), Hakl J., Mészáros S., Vad K.: *Response of La0.8Sr0.2CoO3-beta to perturbations on the CoO3 sublattice.* European Physical Journal B **57** (2007)257.
18. Kis S. A., Emri M., Opposits G., Bükki T., Valastyán I., Hegyesi Gy. et al. (14), Imrek J., Kalinka G., Molnár J., Novák D.: *Comparison of Monte Carlo simulated and measured performance parameters of miniPET scanner.* Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A **571** (2007)449-452.
19. Simon A., Kalinka G., Jakšić M., Pastuović Ž., Novák M., Kiss Á. Z.: *Investigation of radiation damage in a Si PIN photodiode for particle detection.* Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms **260** (2007) 304-308.
20. Rajta I., Chatzichristidi M., Baradács E., Cserhádi Cs., Raptis I., Manoli K. et al. (7): *Proton beam micromachined buried microchannels in negative tone resist materials.* Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms **260** (2007) 414-418.
21. Kertész Zs., Szikszai Z., Pelicon P., Simčič J., Telek A., Bíró T.: *Ion beam microanalysis of human hair follicles.* Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms **260** (2007) 218-221.
22. Molnár M., Bujtás T., Svingor É., Futó I., Svetlik I.: *Monitoring of atmospheric excess ¹⁴C around Paks Nuclear Power Plant, Hungary.* Radiocarbon **49** (2007)1031-1043

23. Szántó Zs., Svingor É., Futó I., Palcsu L., Molnár M., Rinyu L.: *A hydrochemical and isotopic case study around a near surface radioactive waste disposal.* Radiochimica Acta **95** (2007)55-65.
24. Szántó Zs., Kertész R., Morgós A., Nagy D., Molnár M., Grabner M. et al. (14), Rinyu L., Futó I.: *Combined techniques to date the first Turkish bridge over the Tisza river, Hungary.* Radiocarbon **49** (2007)515-526
25. Wijbrans J., Németh K., Martin U., Balogh K.: *$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronology of Neogene phreatomagmatic volcanism in the western Pannonian Basin, Hungary.* J. Volcanology and Geothermal Res., **164** (2007)193-204.
26. Pécskay, Z., Haller, M. J., Németh, K.: *Preliminary K/Ar geochronology of the Crater Basalt Volcanic Field (CBVF), Northern Patagonia, Argentina.* Revista de la Asociación Geológica Argentina **62** (2007)255.