

**AZ MTA ATOMMAGKUTATÓ INTÉZETE**  
4026 Debrecen, Bem tér 18/c  
(4001 Debrecen, Pf. 51)  
Tel: 06-52-509200, fax: 06-52-416181  
E-mail: rgl@atomki.hu; honlap: http://www.atomki.hu

## **BESZÁMOLÓ A 2006. ÉVI TUDOMÁNYOS TEVÉKENYSÉGRŐL**

### **I. Az intézet fő feladatai a beszámolási évben**

Az intézet alapfeladatai 2006-ben nem változtak; 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 elméleti eredményeket értek el a második kvantumszindinamikai sugárzási korrekciók számítására alkalmas általános módszer kifejlesztése érdekében. Sikertelenül olyan közelítő hatáskeresztmetszeteket levezetni, amelyek kielégítően közelítik a faszintű hatáskeresztmetszetet arra az esetre, amikor egy vagy két végállapotú részecske kinematikailag feloldhatatlan. Sikertelenül továbbá olyan kielégítő közelítő hatáskeresztmetszet-formulákat is felírni, amelyek egy egyhurok-hatáskeresztmetszetet közelítenek hasonló esetekre. [Ezek az eredmények egy nemzetközi együttműködésben születtek, két atomki tag részvételével. Az intézeti ráfordítás 12,9 MFt, amiből 0,9 MFt pályázati forrásból származik. Rövid jelöléssel: Nagyobb csoport (2) fő, 12,9 (0,9) MFt]

Pontosították a CPT-szimmetria ellenőrzését antiprotonos atomok lézerspektroszkópiája segítségével. [4 (1) fő, 4,5 (2,5) MFt]

A CERN-CMS mellett sikeresen beüzemelték az elosztott intelligenciára és hálózati technológiára alapozott LED-videoszenzor képfeldolgozó rendszert. [9 (4) fő, 23,5 (13,5) MFt]

A '80-as évek elején felmerült az a lehetőség, hogy az erősen neutrontöbbletes atommagokban a héjmodellátlagtér alakjának változása következtében az egyrészesecske-energiák annyira megváltoznak, hogy a stabilitási völgy közelében megismert mágikus számokhoz tartozó héjzáródások megszűnnek. Az Atomki kutatói Japánban a RIKEN nehézion-laboratóriumában radioaktív ionnyalábok felhasználásával tanulmányozták a  $^{27}\text{Ne}$  és  $^{28}\text{Ne}$  atommagokat a  $^1\text{H}(^{28}\text{Ne}, ^{28}\text{Ne})$  és  $^1\text{H}(^{28}\text{Ne}, ^{27}\text{Ne})$  reakciókkal folyékony hidrogén céltárgy alkalmazásával inverz kinematikában. Meghatározták a neutronok kvadrupólus átmeneti mátrixelemét a  $^{28}\text{Ne}$  atommagban, a  $^{27}\text{Ne}$  izotópnál pedig két alacsonyan fekvő gerjesztett állapotot figyeltek meg egyszerre. Ezek a kísérleti eredmények olyan elmélet keretei között értelmezhetőek, melyben az  $N=20$  héjköz  $Z=10$ -es rendszámnál nagyon kicsi, azaz közvetlenül azt bizonyítják, hogy a 20-as mágikusság eltűnik a neutrongazdag atommagoknál. [37 (3) fő, 16 (1) MFt]

Az AGOR gyorsítóberendezés (KVI, Groningen, Hollandia) 43 MeV/nukleon energiájú tríciumnyalábjával vizsgálták a  $^{48}\text{Ca}(t, ^3\text{He})$  és a  $^{58}\text{Ni}(t, ^3\text{He})$  töltöttreszesecske-reakciókat. A gerjesztésienergia-spektrumokat 30 MeV-ig mérték 350 keV-es feloldással. A reakció torzított hullámos Born-leírását a végmagnak egy újfajta véletlenfázis-közelítéses leírásával társítva mikroszkopikus értelmezést adtak az észlelt Gamow–Teller-típusú óriásrezonancia-gerjesztésekre. [20 (1) fő, 5,2 (0,2) MFt]

A Diamant töltöttreszesecske-detektorrendszerrel kiegészített Euroball-IV  $\gamma$ -detektorrendszer segítségével a  $^{64}\text{Ni}+^{64}\text{Ni}$  magreakciót vizsgálták, hogy kimutassák a modellszámítások által megjósolt hiperdeformált forgási sávok létét. Találtak hiperdeformált alakhoz tartozó "hegygerinc"-szerkezetet a  $^{118}\text{Te}$ ,  $^{124}\text{Xe}$  és  $^{124,125}\text{Cs}$  atommagok  $\gamma$ -spektrumaiban. További hét szomszédos atommagban pedig szuperdeformált alakra jellemző "hegygerinc"-szerkezetet találtak. [77 (10) fő, 32 (2) MFt]

A  $^{14}\text{N}(p, \gamma)^{15}\text{O}$  reakció hatáskeresztmetszetét korábbi saját, szilárd céltárgyas méréseik után extrém alacsony energián, gázcéltárggyal mérték meg, és az eredményekből a hidrogénégés CNO-ciklusának sebességére következtettek. [31 (3) fő, 12 (2) MFt]

A napneutrínók termeléséért részben felelős  $^3\text{He}(\alpha, \gamma)^7\text{Be}$  reakciót minden eddiginél alacsonyabb energián tanulmányozták a LUNA földalatti laboratóriumban. Az eredmények jelentősen csökkentették a napmodellek magfizikai bemenő-paramétereinek bizonytalanságát. [30 (4) fő, 11 (1) MFt]

Megmérték a  $^7\text{Be}$  atommag felezési idejének változását különböző anyagokba implantált  $^7\text{Be}$  esetében. Azt találták, hogy a mérések hibahatárán belül a felezési idő nem függ az anyagi közegtől. Erre a vizsgálatra azért volt szükség, mert az ellenkező lehetőségre utaló becslések láttak napvilágot. [23 (3) fő, 11 (1) MFt]

Megmérték a  $^{106,108}\text{Cd}(p, \gamma)^{107,109}\text{In}$  befogási hatáskeresztmetszeteket az asztrofizikai p-folyamat szempontjából lényeges energiatartományban. A mért adatok alapján kimutatták, hogy a statisztikus modell megfelelő pontossággal képes e reakciók leírására. [5 (5) fő, 11 (1) MFt]

Bebizonyították, hogy a  $^{22}\text{O}$  atommag esetében a  $^{16}\text{C}$  magban korábban felfedezett neutron-lecsatolódás nem tapasztalható. [36 (5) fő, 11 (1) MFt]

Bebizonyították, hogy a hatáskeresztmetszet meghatározásának többrészecske-reakciók felhasználásával történő indirekt módszere alkalmazható a  ${}^7\text{Li}(p,\alpha){}^4\text{He}$  reakció vizsgálatára. [15 (2) fő, 10,5 (0,5) MFT]

Az atommagok egzotikus alakú állapotainak háromrészecskes klaszterizációját tanulmányozták. E munka módszertanilag is jelentős, hiszen arra nézve tartalmaz útmutatást, miként lehet a Pauli-féle kizárási elvet közelítőleg tekintetbe venni soknukleon-rendszerek esetében. E vizsgálatok rámutattak arra az érdekes lehetőségre, hogy ugyanazon alkotóelemeket tartalmazó klaszterizáció előfordulhat a mag alap-, szuperdeformált és hiperdeformált állapotában egyaránt. [4 (2) fő, 6,7 (0,7) MFT]

Vizsgálták, hogy komplex energiájú kvázirészecskék alkalmazhatók-e magfizikai számolásokban. A neutronban gazdag oxigén- és nikkelizotópokra meghatározták a releváns komplex kvázirészecske-rezonanciákat. Az  ${}^{132}\text{Sn}$ -közeli magok egy- és kétkvázirészecske-rezonanciáinak energia- és részecskeszám-függését tanulmányozták. Azt találták, hogy a keskeny egyrészecske-rezonanciákon alapuló kvázirezonanciák általában a részecskeszám növelése mellett is keskenyek maradnak. [3 (1) fő, 4 (0) MFT]

Szupernehéz atommagok önkonzisztensen számolt energiáiból a héjkorrekció figyelembevételével meghatározták az energia sima részének tömegszám-függését. Függvénykapcsolatokat adtak meg a makroszkopikus modell paramétereit között. [4 (1) fő, 4 (0) MFT]

Mérési elvet dolgoztak ki a kvantummechanikai relatív információ összefonódott két kvantumbites rendszerekből való kinyerésére. [1 (1) fő, 5 (0)]

PT-szimmetrikus potenciálok vizsgálatát kiterjesztették 2 és 3 térbeli dimenzióban értelmezett problémákra, és vizsgálták azok egzakt megoldásának feltételeit. Kimutatták, hogy egyes esetekben a feladat szeparálható egy hermitikus radiális és egy PT-szimmetrikus szögfüggő Schrödinger-egyenletre úgy, hogy az utóbbiban a potenciál PT-szimmetriája sértetlen. [1 (1) fő, 5,25 (0,25) MFT]

Széles körű nemzetközi együttműködésben folytatták a NAÜ nukleáris adatbázisának bővítését, mely orvosi és ipari alkalmazások számára készül. Protonnyalábokkal Yb, W, Er, Co, In céltárgyakon, deuteronnyalábokkal Sn, Au, Co, V, Ti, Ta, Nb, In, W, Tm, Pr, Er, Ho céltárgyakon, alfa-részekkel Er, Yb céltárgyakon előidézett reakciók gerjesztési függvényét mérték és számították ki elméletileg. [9 (4) fő, 22 (2) MFT]

Német–magyar és osztrák–magyar együttműködésben több különböző formájú gépalkatrész nukleáris kopásvizsgálatának módszerét dolgozták ki, és az együttműködő partner által küldött mintákon a vizsgálatokat el is végezték. A vizsgálatok eredményeinek egy része közvetlen ipari felhasználást nyer. [3 (3) fő, 12 (2) MFT]

### *Atomfizika*

Az előző években épített repülésiidő-elektronspektrométeren megkezdtek az előre irányuló szögekbe történő korrelált elektronemisszióra vonatkozó méréseket. A vizsgált folyamatban két elektron egyidejű emissziója megy végbe úgy, hogy mindkét elektron a gerjesztő ionnal azonos irányban és közelítőleg azonos sebességgel repül ki az ütközésből. Az elektron energiaspektrumában egy jellegzetes csúcs, a „cusp” figyelhető meg. A folyamat kísérleti tanulmányozásához három részecskét (két emittált elektront, valamint a töltésállapota szerint analizált kimenő iont) kell egyidejűleg detektálni. Az Intézet VdG-1 gyorsítóján végzett

mérések első értékelhető eredményét 200 keV-es  $\text{He}^0$  atomokat He atomokkal ütköztetve kapták, a két elektront a kimenő  $\text{He}^+$  ionnal detektálva koincidenzában. Az egyik elektron (rögzített) energiájának függvényében adódó cusp-eltolódásokból az ütközésben fellépő erős elektronkorreláció jelenlétére következtettek. [2 (2) fő, 18 (0) MFT]

A lineárisan polarizált fotonok atomokkal történő ütközésében keletkező fotoelektronok hatáskeresztmetszeteiben szisztematikus bal-jobb aszimmetriát figyeltek meg. A méréseket az ESA-22 elektronspektrométerrel a lundi Max-II szinkrotron végezték. Gondos ellenőrző méréseik azt mutatják, hogy az észlelt aszimmetria nagy valószínűséggel valódi fizikai folyamat eredménye, és nem instrumentális effektus. A mért és a standard modell alapján számolt adatok közötti eltérés egyértelműen mutatja, hogy a megfigyelt aszimmetria nem magyarázható a gyenge kölcsönhatással. [9 (4) fő, 25,7 (0,7) MFT]

Megállapították, hogy a biológiai szövetekben lelassuló ionok által keltett másodlagos elektronok lényeges szerepet játszanak a fontosabb molekulák (elsősorban a DNS) károsításában, szétaprósításában. Sugárterápia esetén a másodlagos elektronok spektruma alapvető fontosságú a célterület környékének sugárterhelése szempontjából. Azt találták, hogy az ionok lefékezésének célterülethez közeli, de még az előtti szakaszaiban a relatív gyors elektronok emissziója a többszörös szórás miatt jelentős mértékben megnő, ami erősen roncsoló belsőhéj-ionizációs folyamatokhoz vezethet. A többszörös elektronszórás folyamatok vizsgálatára a VdG-5 gyorsító nyalábján újabb méréseket is végeztek. [5 (4) fő, 12,3 (0,3) MFT]

Ionspektroszkópiai módszerrel vizsgálták a különböző szimmetriájú víz-, metán- és benzolmolekulák elektrónhéjaiban a többszörös lyukkeltésnek, valamint a molekula szétaprósításának a lyukkeltést követő folyamatát. Néhány fragmentációs csatornában határozott anizotrópiát sikerült találniuk. [6 (2) fő, 6,3 (0,3) MFT]

A szigetelő kapillárisokban létrejövő ionterelődés mechanizmusát vizsgálták  $\text{Al}_2\text{O}_3$  anyagú nanokapilláris mintákon. Megállapították, hogy a néhány keV-es energiájú  $\text{Ne}^{6+}$  ionok egy jelentős része a beesés irányához képest 10 fokkal elforgatott, 140 és 250 nm átmérőjű, 15000 nm hosszú kapillárisokon is töltéscsere nélkül képes áthaladni, és a kapillárisok tengelyének irányában lép ki. Ezt a channelingre emlékeztető jelenséget a szigetelő csatornák belső felületének önszerveződő módon létrejövő feltöltődése hozza létre. Részletesen megmérték a kapillárisok ionterelő képességét, és ennek időbeni kifejlődését is. [11 (6) fő, 24,8 (0,8) MFT]

Folytatták fullerének és fullerénmódosulatok kutatását. Tiszta és kevert fullerénplazmákat állítottak elő az elektron-ciklotronrezonanciás (ECR) ionforrás új kiépítésében. A fullerén mellett a plazma másik komponense vas vagy ferrocén volt. Azt vizsgálták, hogyan változik a plazma összetétele a komponensek arányainak és az ECR beállításainak (mágneses tér, mikrohullám teljesítmény stb.) függvényében. [7 (3) fő, 16 (1,0) MFT]

Elméletileg vizsgálták a kétszeres ionizáció folyamatát  $3,6 \text{ MeV/amu Au}^{53+}$  – He és  $100 \text{ MeV/amu C}^{6+}$  – He ütközésekben. Számításaikban csak az aszimptotikus atomi állapotokban fellépő korrelációt vették figyelembe. Eredményeik alátámasztják a korábbi kísérleti adatokra és elméletei vizsgálatokra támaszkodó érvelést, amely szerint a végállapotú korrelációnak meghatározó a szerepe. Rámutattak, hogy a korreláció eddigi tanulmányozására bevezetett korrelációs függvény nem egyértelmű, és javasolták egy módosítását. [3 (1) fő, 2 (0) MFT]

Analizálták az ionizációs folyamat leírása során alkalmazott torzított hullámú közelítéseket. Ezekben az átmenti amplitúdó rendszerint két tag összegeként írható fel. Az egyik tag a torzított, míg a másik a torzító potenciál okozta átmenetet írja le. Megmutatták, hogy a széles körben alkalmazott „folytonosan torzított hullámos közelítés eikonál típusú kezdeti állapottal” (CDW-EIS) esetén a torzító potenciál okozta járulék zérus. Ezzel remélhetőleg sikerült pontot

tenni az irodalomban kialakult vitára, melyet az az állítás váltott ki, hogy a korábbi CDW-EIS számolásokban jogtalanul hanyagolták el a torzító potenciál járulékát. [4 (1) fő, 2 (0) MFt]

Magyar-amerikai együttműködésben vizsgálták, hogy a Darmstadtban most létesülő FAIR gyorsítókomplexumnál tanulmányozhatók lesznek-e az ún. inverz (e,2e) folyamatok a relativisztikus sebességtartományban. (Az inverz (e,2e) folyamatokban, a „direkt” esettől eltérően, nem elektront, hanem egy iont gyorsítanak, és azt kis kötési energiájú elektronokat tartalmazó céltárgyba (pl. hidrogéngázba) lövik, és az ütközésben keletkező két kirepülő elektron impulzusvektorait mérik koincidenzában.) [4 (2) fő, 4 (1,0) MFt]

Az Atomki elektron-ciklotronrezonanciás (ECR) ionforrását 2005–2006 folyamán egy infrastrukturális GVOP-pályázat támogatásával jelentősen átalakították. Alapkiépítésben a berendezés továbbra is kisméretű, magas ionizáltsági fokú plazmákat állít elő, melyből nagytöltésű ionnyalábok vonhatók ki. Egy új elrendezésben viszont alacsonyabb mikrohullám-frekvencián nagyobb térfogatú, de kevésbé lefosztott ionokból álló plazmákat kapunk. Ilyenkor a berendezés elsősorban anyagkutatásra, fémfelületek plazmakezelésére és plazma–fal–kölsönhatások tanulmányozására alkalmas. A világon ez az első ilyen kétfunkciós ECR-berendezés. [5 (3) fő, 20 (8,0) MFt]

Továbbfejlesztették az ECR-plazmák szimulációjára korábban kifejlesztett programcsomagot, amellyel az ECR és hasonló szerkezetű ionforrás mágneses csapdája bármennyi elektronjának mozgása és energiaváltozása követhető numerikusan és grafikusán is. [5 (3) fő, 5,2 (0,2) MFt]

Megállapították, hogy a Cu és Ni fémekből fotonokkal keltett rezonáns KLL Auger-elektronok kísérleti spektrumalakjának leírásához a rezonáns rugalmatlan röntgenszórás és a fémek elektronszerkezetének modellezésén kívül figyelembe kell venni az elektronoknak a vakanciakeltés okozta energiavesztéseit is. [8 (3) fő, 1,2 (0,2) MFt]

4, 6, és 8 keV energiájú fotonokkal polikristályos Ge-rétegekből keltett 2s fotoelektronok spektrumait mérték, és modellek segítségével az energia függvényében meghatározták a vakanciakeltés, az elektrontranszport és az elektronok felületen történő áthaladása (plazmonkeltés) okozta energia-vesztésének arányát. Kimutatták, hogy a felületi veszteségek járuléka igen kicsiny, és a modellek egybehangzó eredményeket adnak. [6 (4) fő, 5,5 (0,5) MFt]

Szabadelektron-közelítéssel leírható elektronszerkezetű anyagokból röntgensugárással keltett fotoelektronok energiaspektrumainak analízisére és a különböző eredetű energiavesztések meghatározására új egyszerű eljárást dolgoztak ki, amely a többszörös rugalmatlan elektronszórás hatását a korábbi hasonló modelleknél pontosabban veszi figyelembe. Az új módszert alkalmazták polikristályos vékony Ge-rétegből keltett 2s fotoelektron-spektrumok elemzésére. Az eredmények jól egyeznek az elektronszórás Monte-Carlo-módszerrel történő szimulációján alapuló parciális intenzitások analízise elnevezésű modellel kapott eredményekkel. [7 (6) fő, 2,5 (0,5) MFt]

Kisenergiájú elektronok bolyongási problémáit tanulmányozták Monte-Carlo-módszer segítségével, figyelembe véve az elektronok spinjét, valamint mind a rugalmas, mind pedig a rugalmatlan folyamatokat (elektron–lyuk-párkeltés, tömbi és felületi plazmon gerjesztése, Stoner-gerjesztés). Az első számítások igen jó egyezést mutatnak a kísérleti megfigyelésekkel. [4 (1) fő, 1 (0) MFt]

Berilliumkristályban végbemenő atomkilökődési kaszkádokat szimuláltak molekuláris dinamikai módszerrel. A berilliumatomok kölcsönhatását kéttest-potenciállal írták le első lépésként, és előkészületeket tettek soktest-potenciálok használatára is. A vizsgálatokkal az energetikai célú fúziós reaktorok extrém sugárterhelésnek kitett belső falának viselkedését

kutatják, és a tríciumtenyésztő köpeny neutronszorozók közegének fejlesztéséhez fontosak. [5 (3) fő, 8 (0) MFT]

*Szilárdtest- és felületfizika, anyagtudomány és statisztikus fizika*

Komplex, több anyagvizsgálati (ezen belül fotoelektron-spektroszkópiái) módszert alkalmazó eljárást dolgoztak ki atomerőművi szerkezeti anyagok korróziós állapotának monitorizálására. Megállapították, hogy a Paksi Atomerőműben korábban alkalmazott dekontaminációs eljárás a felületi passzív réteget amorf és kristályos fázisokból álló „hibrid” szerkezetté alakította és megvastagította, ami a korrózióra való hajlamot növelte. A kidolgozott komplex eljárás elősegíti a korrózióvédelem szempontjából is optimális dekontaminációs technika kifejlesztését. Az eredményeket a Paksi Atomerőműben hasznosítják. [14 (4) fő, 5 (0) MFT]

Különböző szemcseméretű  $\text{Cu}_6\text{PS}_5\text{Br}$  nanoporokat állítottak elő mechanikai őrléssel. Raman-spektroszkópiát alkalmazva meghatározták a szuperionikus kristályok több optikai jellemzőjét, és értelmezték azokat. [6 (1) fő, 2 (0) MFT]

$\text{Sn}_2\text{P}_2\text{S}_6$  kerámiát készítettek mechanikai őrléssel előállított nanoporokból. A piezoelektromos tulajdonságokkal rendelkező kerámia egyik fontos potenciális alkalmazási területe lehet a hidrofónia (szonártechnika). Rezonanciatechnikát alkalmazva néhány elektromechanikai paraméter meghatározását végezték el. [8 (1) fő, 2 (0) MFT]

Cu/Ni multirétegekben végbemenő diffúziós folyamatokat vizsgáltak repülési idő-neutronreflektometriával az ILL grenoble-i reaktornál. [8 (1) fő, 3,2 (0,2) MFT]

Al-adalékolt vékony ZnO-rétegek Al-koncentrációjának meghatározására új fotoelektron-spektroszkópiái módszert dolgoztak ki. Az Al-adalék koncentrációjától erősen függ a ZnO-réteg vezetőképessége. Ilyen rétegeket napelemek fényáteresztő vezető felületi rétegeként alkalmaznak. Az eredmények hasznosításában érdekelt a Kraft Projekt Rt. [6 (4) fő, 11 (1) MFT]

A  $\text{LaSrCoO}$  és  $\text{EuSrCoO}$  perovszkitvegyületekben végbemenő mágneses és elektromos transzportot mérték. Az anyagok belső mágneses szerkezetére és elektromos vezetési mechanizmusára irányuló vizsgálatok hozzájárulnak a „kolosszális mágneses ellenállás” (CMR) eredetének megértéséhez. [2 (3) fő, 20,5 (0,5) MFT]

Mágnesesen csatolt vékony szupravezető rétegek kritikus hőmérsékletének rétegszám-függésére elméleti számolásokat végeztek a renormálás-csoport-módszeren alapuló tömeges sine-Gordon-modell segítségével. Megállapították, hogy a mások által előszeretettel használt sine-Gordon-modell nem alkalmas a Josephson-csatolással rendelkező szupravezető rétegszerkezet leírására. Ehelyett viszont kiváló a mágneses csatolás okozta fázisszerkezet feltérképezésére. Eredményeik teljesen összhangban vannak mások által, más módszerekkel elvégzett számításokkal. [3 (1) fő, 10 (0) MFT]

A SIMS/SNMS berendezéssel vizsgálták magnetronos porlasztással készült vékony filmekben és elektrokémiai leválasztással készült Cu/Co(Ni) multiréteges vékony filmekben az elemek mélységi eloszlását. A vizsgálat célja egyrészt az előállított filmek minősítése, másrészt az elektrokémiai leválasztás atomi folyamatainak tanulmányozása volt. Az alkalmazott módszer révén sikerült megérteni a mágneses filmek kialakításakor lejátszódó elektrokémiai folyamatokat. Perovszkitvegyületekben oxigén és praeodímium koncentrációját határozták meg. Bizonyos elemek kis mennyiségű adalékai (pl. O- vagy Pr) jelentősen megváltoztatják a

perovszkit-vegyületek mágneses és elektromos tulajdonságait. A SIMS/SNMS berendezés érzékenysége egyedülálló lehetőséget ad ezen adalékolási folyamatok vizsgálatára. Üzembeállítottak egy nanométer mélységi feloldású profilométert, melynek segítségével a SIMS/SNMS által előidézett porlasztási kráter alakját lehet ellenőrizni a legjobb mélységi feloldás elérése céljából. Ipari megrendelésre három nemzetközi cég részére is végeztek méréseket, elemvizisést és mélységprofil-meghatározást. [2 (2) fő, 15,5 (0,5) MFt]

Szilárdtestekben lokalizáltan létező háromtest-rendszerek rezonanciaállapotait modellezték 2 és 3 dimenzióban. Meghatározták a rezonanciaállapotok energiájának tömegaránytól való függését. Ráműtattak, hogy a szilárdtestekben kialakuló elektron–lyuk rendszerek rezonanciái a jelenleg elérhető kísérleti eszközökkel is kimutathatók. [3 (2) fő, 8 (0) MFt]

Véges és végtelen szabadsági fokú kvantummechanikai rendszerek fázisátmenetét és a fázisokat jellemző szimmetriák viselkedését tanulmányozták. Megmutatták, hogy a végtelen szabadsági fokú rendszereket jellemző fázisátmenet a véges rendszerekben is észlelhető. A fázist meghatározó dinamikai szimmetria pedig, dacolva a szimmetriasértő kölcsönhatás romboló voltával, kvázidinamikai szimmetria formájában érvényes marad egészen a kritikus pontig, sőt néha még azon túl is. [3 (1) fő, 3,2 (0,2) MFt]

Folytatták a hiszterézises optimalizáció módszerének fejlesztését, és az ezzel kapcsolatos nagy volumenű számításokat. A módszer optimalizációs problémák széles körére kiterjeszhető, hatékonyságát a kezdeti próbálkozásokhoz képest nagyságrendekkel sikerült javítaniuk. Az eljárás különösen hatékonynak bizonyult olyan spinüvegmodellek alapállapotának meghatározására, amelyekben hosszú hatótávolságú kölcsönhatások vannak. [1 (1) fő, 8 (0) MFt]

#### *Detektálási és jelfeldolgozási technika*

Si pin-fotodiódák alkalmazhatóságát töltöttrészecske-detektorként és sugárkárosodását vizsgálva megállapították, hogy a korszerű szilícium fotodiódák a „dedikált” félvezető detektorokkal egyenértékű tulajdonságokkal (szivárgási áram, holt réteg, energiafelbontó képesség stb.) rendelkeznek, holott lényegesen olcsóbbak. Megállapították továbbá, hogy a detektált részecskék okozta sugárkárosodás hatására bekövetkező töltésbegyűjtési hatásfok-csökkenést kellően nagy feszültség alkalmazásával jelentősen mérsékelni lehet – meghosszabbítva ezzel a fotodiódadetektorok élettartamát. [7 (4) fő, 14,5 (0,5) MFt]

Félvezető detektorok kapacitás–feszültség karakterisztikáiban sikerült kimutatniuk a detektált részecskék által a detektorban okozott, a mélységgel változó eloszlású sugárroncsolás okozta változásokat. [6 (3) fő, 10 (0) MFt]

Nemzetközi együttműködésben (Osaka Electro-Communication University, Japán) röntgen- és gamma-sugárzás detektálására szolgáló korszerű félvezető detektorok fejlesztésében vettek részt. Elsősorban a  $p^+$  és  $n^+$ -elektródok körüli védőgyűrű(k)nek és az alkalmazott potenciáloknak a detektorok záróirányú visszarámára gyakorolt hatását vizsgálták. Megállapították, hogy bár alkalmas feltételekkel a visszarám igen jelentősen csökkenthető, az áramzaj mégsem csökken, mivel az több független zajkomponens eredője. A fejlesztések célja a detektorok gyakorlati alkalmazhatóságának a javítása. [8 (2) fő, 3 (0) MFt]

Ipari gyémántokból készült nukleáris detektorokat sugároztak be  $p+Be$  reakcióból származó neutronokkal. A sugárkárosodás során keletkező atomkilökődések számának változtatásával szabályozni lehet a detektorok elektromos paramétereit, és nagyintenzitású sugárzási terekben

is jól használható nagy térbeli feloldású gyors detektorokat lehet létrehozni. [25 (3) fő, 7 (4) MFt]

Kis állatok vizsgálatára alkalmas pozitronemissziós tomográfhoz „második generációs” detektormodulokat fejlesztettek ki tükristályokból álló szcintillációs detektormátrix és helyzetérzékeny fotoelektronsokszorozó felhasználásával. Az alkalmazott kisebb tükristály-keresztmetszet és a többelemű nagyobb detektormátrix a PET térbeli feloldóképességét, a nagyobb kristályhossz pedig a detektálási hatásfokot növeli. A fejlesztés eredményét a Mediso Kft. fogja gyártásra előkészíteni.

Kifejlesztették és tesztelték a helyzetérzékeny detektort kiszolgáló analóg „frontend”-elektronikát. Megkezdték az ehhez kapcsolódó FPGA-alapú adatgyűjtő egység fejlesztését.

A Mediso Kft.-vel közösen kifejlesztettek egy PET-detektorok időzítési tulajdonságait szimuláló programot.

[30 (5) fő, 32,7 (12,7) MFt]

### *Ionnyaláb-analitika*

Világviszonylatban is korszerű műszerekkel felszerelt ionnyaláb-analitikai laboratóriumot hoztak létre egy infrastrukturális GVOP pályázatban (2005-2006) kitűzött céloknak megfelelően. [20 (20) fő, 66,8 (26,8) MFt]

A légköri aeroszolkutatás területén a régió légköri aeroszolterhelését jelző adatbázisukat értékelve szezonális változásokat, tendenciákat állapítottak meg az aeroszol 10 µm-es és 2,5 µm-es mérettel jellemzett részecskéinek tömegeire, elemiszen-tartalmára és egyéb fontosabb elemi összetevőinek koncentrációjára vonatkozóan. Elvégezték a sztochasztikus-tudómodell-program tervezett fejlesztését. [6 (6) fő, 47,6 (3,6) MFt]

A magyar-szlovén TÉT pályázathoz kapcsolódva, a NANODERM projektum keretében folytatott kutatások továbbviteleként különböző növekedési fázisban (anagén és katagén) lévő szőrtüszők elemeloszlását határozták meg. Plasztikai műtéten átesett felnőttek bőrének és szervkultúrából származó emberi szőrtüszőknek az analízise betekintést nyújt a szőrtüsző funkciójának, fejlődésének, valamint ciklikus aktivitásának részleteibe. [6 (2) fő, 4,1 (0,1) MFt]

A DE Neurológiai Klinikával együttműködve összefüggést találtak a nyaki verőerekben levő kalciumeloszlás és az intimamedia vastagsága között. [7 (4) fő, 4 (0) MFt]

Sikerrel alkalmaztak [(hfac)Cu]poly(siloxane) vegyületeket prekurzorként tintasugaras nyomtatási technológiára alapozott eljárásban mintázatok létrehozására. Ennek a direkt írásos módszernek a mikroelektronikában, pl. nyomtatott áramkörök előállításában/javításában lehet jelentősége. Kimutatták, hogy a mintázatok Cu-dúsak, így jó vezetőképességgel rendelkeznek, ugyanakkor a mintázatok körül háló helyezkedik el, ami rövidzárlatot okozhat. Meghatározták a mintázatok morfológiáját és vastagságeloszlását, ami alapján modellt alkottak a leválasztás mechanizmusára. Eredményeik alapján megmutatták, hogy a leválasztott mintázat minősége a prekurzor mellett a hordozó kémiai minőségétől is függ. Az alkalmazott komplexre a direkt írás módszerét teljeskörűen leírták és eredményeiket tudományos közleményben közzétették. [5 (1) fő, 4 (0) MFt]

Meghatározták könnyű elemek deutronindukált gamma-sugárzásának (DIGE) differenciális hatáskeresztmetszeteit az analitikai szempontból fontos energiatartományban, lehetővé téve

ezen elemek sztenderdek nélküli mennyiségi analízisét. Ezek az irodalomban eddig el nem érhető adatok a nemzetközi adatbázis részeivé váltak. [5 (5) fő, 11 (1) MFt]

Meghatározták a protonok által a polimer céltárgyban a behatolás mentén okozott törésmutató-változást. Ez nagyon fontos ismeret „eltemetett” (tehát a közeg belsejében lévő) optikai hullámvezetők tervezéséhez; az irodalomban eddig ilyen megközelítést mások nem alkalmaztak. [6 (2) fő, 6,4 (0,4) MFt]

Szilícium visszacsapó szelepeket készítettek protonnyalábos mikromegmunkálással a besugárzás beesési szögének és az ionenergiáknak a változtatásával. E lehetőségek révén más litográfiai eljárások közül egyedül ez a módszer alkalmas ilyen típusú szerkezetek előállításához. [5 (2) fő, 6,4 (0,4) MFt]

Az ADEPR új típusú negatív rezisztanyag továbbfejlesztésében vettek részt, továbbá új eljárást dolgoztak ki hosszú eltemetett csatornák kialakítására ebben és az SU-8 negatív rezisztanyagban. [5 (2) fő, 6,4 (0,4) MFt]

### *Környezetanalitika és kormeghatározás*

1994-96-ban az Atomki 4 db kombinált  $^3\text{H}/^{14}\text{C}$  mintavevőt telepített a Paksi Atomerőmű 2 km-es körzetében létesített környezetellenőrző állomásokra és egyet a dunaföldvári háttérmérő állomásra. A havonta vett minták mérési adatai alapján 2006-ban megállapították:

- Az erőmű 2 km-es körzetében a légkör  $^{14}\text{C}$  aktivitása az erőműből kibocsátott anyag miatt átlagosan  $1\text{-}2\text{ mBq m}^{-3}$  értékkel magasabb, mint a természetes érték (Dunaföldvár,  $\sim 45\text{ mBq m}^{-3}$ ). Az erőművi járulék a távolság harmadik hatványával csökken, 3 km távolságban gyakorlatilag nem mutatható ki.

- Az atmoszféra fajlagos  $^{14}\text{CO}_2$  aktivitása általában még az erőmű közvetlen környezetében sem érte el a „tisztá levegőben” (magaslati levegőben) mérhető értéket (kozmos sugárzás hatásának köszönhető természetes háttér). Ennek oka a fosszilis tüzelőanyagokból a légkör alsó részébe kerülő inaktív szén-dioxid (Suess-effektus) növekvő mennyisége. A mérési sorozat érdekességét az adja, hogy a légköri szén-dioxid-tartalom eredetéről is információt nyújt, ebben az értelemben az adatsorok Kelet-Közép-Európában egyedülállóak.

- A levegő HT gáztól származó aktivitása a kimutathatóság határán van. A vízpára fajlagos T-aktivitása a csapadékokra jellemző szezonális változást mutatja, átlagos tríciumkoncentrációja másfél-kétszerese a Debrecenben hullott csapadék tríciumkoncentrációjának. [5 (5) fő, 14 (4) MFt]

Az Atomkiban a radiokarbonos kormeghatározási módszerhez korszerű gyorsító tömegspektrométeres (AMS) méréstechnika is kiépülőben van. 2005-ben az Intézet munkatársai megépítették az AMS  $^{14}\text{C}$  kormeghatározáshoz egy gázkezelőt és grafit-előállító rendszert. A kifejlesztett mintakezelési módszereket (hatásfok, tisztaság, memória-effektus) 2006-ban izotópanalitikai módszerekkel ellenőrizték a Leccei Egyetemen együttműködve. A vizsgálatok azt mutatják, hogy a kidolgozott módszerekkel rendkívül tiszta, jó minőségű grafit céltárgyak állíthatók elő. [7 (5) fő, 20 (10) MFt]

A romániai Porcika barlangból származó 2 m mélységű jég fúrómagban a tríciumtartalom alapján meghatározták az 1963-as atombombacsúcs helyét, mely lehetővé tette a barlangi jegesedés léptékének mérését. [3 (1) fő, 1 (0) MFt]

Többoldalú folyamatos nemzetközi együttműködés keretében végzett kutatások eredményeként összefoglaló munka készült a Kárpát-Pannon régió vulkanizmusának

kronológiájáról. Ebben a munkában mintegy húszmillió év alatt lezajlott vulkáni tevékenység tér-időbeli rekonstruálása található. [13 (2) fő, 6,3 (0,3) MFt]

A Tokaji-hegység két legfontosabb nyersanyag-előfordulásának (Pálháza: perlit, Füzéradvány: illit) kutatása révén ismertté váltak a telepek kialakulásának körülményei, valamint a vulkáni tevékenységgel való kapcsolatuk. Ez a munka az ELTE Ásványtani Tanszékével való együttműködésben folyt. [2 (1) fő, 4,3 (0,3) MFt]

Elvégezték a Pohorje plutonjának (Szlovénia) részletes kronológiai vizsgálatát. Bizonyították, hogy a gránittest körülbelül 16-18 millió évvel ezelőtt került a felszínre, és a magmatizmus lezajlása a Pannon-medence kialakulásával kapcsolatos. Ezt a munkát a Szlovén Geológiai Intézettel közösen végezték. [2 (1) fő, 1,1 (0,1) MFt]

A Papuk kisfokú metamorfózisát alsó- és felsőkréta-korinak találták, a Keleti Bükkét pedig felsőkréta-korinak. [2 (1) fő, 2,2 (0,2) MFt]

Gazdasági hasznosulásban érdekelt vállalkozások megbízásából végzett vizsgálataik azt igazolták, hogy az utóvulkanikus működésből származó mofettagázok radontartalmának döntő része a felszínközeli talajrétegekből származik. [4 (1) fő, 2 (0) MFt]

Radioaktív anyagok terjedését modellezték annak érdekében, hogy hozzájáruljanak azoknak a heterogén fedési eljárásoknak az optimalizálásához, amelyeket hulladéklerakókban az ipari tevékenység következtében bedúsult természetesen előforduló radioaktív anyagok lefedésére alkalmaznak. Hasznosulásban érdekeltek: az ÁNTSZ Sugárvédelmi Decentrumai. [3 (1) fő, 5 (0) MFt]

### *Radiokémia*

Az előző évben kidolgozott on-line módszerhez megépítették a nagy fajlagos aktivitású [ $^{11}\text{C}$ ]CH<sub>3</sub>I prekuzort előállító berendezést. A diagnosztikai kutatások céljára készült eszköz lényege egy kapilláris reaktor, amelyben nagy fajlagos aktivitású CH<sub>3</sub>I nyerhető.

Három, különböző Si/Al arányú (25, 75 és 300) H-, valamint Fe-béta zeolit katalizátoron vizsgálták a metanol konverzióját jelzett metanollal. [3 (3) fő, 14,8 (1,8) MFt]

## **III. Hazai és nemzetközi kapcsolatok**

### *Hazai kutatási kapcsolatok*

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

- a részecskefizika és a magfizika területén: az MTA RMKI, a Debreceni Egyetem (DE) Kísérleti Fizikai Tanszéke, Elméleti Fizikai Tanszéke, az MTA AEKI, a BME Nukleáris Technikai Intézete;
- az atomfizika és alkalmazásai területén: a DE Kísérleti Fizikai Tanszéke, Szilárdtestfizikai Tanszéke, a BME Kísérleti Fizikai Tanszéke, a Miskolci Egyetem Fizikai Tanszéke, a Veszprémi Egyetem Radiokémiai Tanszéke, az MTA MFA, a TEVA Magyarország Zrt;

- a kondenzált rendszerek fizikájának területén: az MTA MFA, az MTA SZFKI, az MTA RMKI, az MTA Lézerfizikai Kutatócsoportja, a Veszprémi Egyetem Radiokémiai Tanszéke, a DE Szilárdtestfizikai Tanszéke, az ELTE Magkémiai Intézete;
- a detektálási és jelfeldolgozási technika területén: a DE Nukleáris Medicina Központja, a DE Kísérleti Fizikai Tanszéke;
- ionnyaláb-analitika területén: a DE több tanszéke és klinikája, az MTA SZFKI, az MTA AEKI, a Veszprémi Egyetem Levegőkémiai Kutatócsoportja, Szegedi TE, Országos Környezet-egészségügyi Int., Országos Meteorológiai Szolgálat;
- környezetanalitika és kormeghatározás területén: a DE, 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 intézménye;
- radiokémia területén: a DE Nukleáris Medicina Központja

### *Részvétel a felsőoktatásban*

Az intézet 2006-ban megtartotta a felsőoktatásban korábban is betöltött szerepét, a Debreceni Egyetemmel fenntartott hagyományos kapcsolatait. Az ATOMKI 9 kutatója a beszámolási időszakban meghirdetett 22 kurzus keretében 416 tantervi óra megtartásával járult hozzá a Debreceni Egyetemen (DE) folyó oktatáshoz. 2 harminc órás kurzust a Szegedi Tudományegyetemen tartottak meg. A megtartott gyakorlati órák száma 2006-ban 254 volt. A pregraduális képzésben fizikus, fizika tanári, informatikus, környezettan, környezettudományi valamint a környezetgazdálkodási agrármérnök szakon oktattak (előadások, speciális laboratóriumi gyakorlatok, TDK- és diplomamunkák). A beszámolási időszak folyamán 10 PhD és 7 diplomamunkás hallgató, továbbá 2 TDK-s hallgató dolgozott az intézetben, a témavezetésre fordított órák száma összesen 996 óra volt.

A DE TTK és az ATOMKI közös Környezetfizikai Tanszéke (2007-től: 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*

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

- a magfizika és alkalmazásai körében 16 ország 33 egyetemével és kutatóintézetével;
- az atomfizika területén 17 ország 30 kutatóhelyével;
- a kondenzált rendszerek fizikájának területén 9 ország 12 kutatóhelyével;
- a detektálási és jelfeldolgozási technika területén Svédország 3 kutatóhelyével;
- ionnyaláb-analitika területén 3 ország 4 kutatóhelyével;
- környezetanalitika és kormeghatározás területén 10 ország 13 kutatóhelyével;

#### IV. Fontosabb elnyert hazai és nemzetközi pályázatok rövid értékelése

Az ATOMKI kutatói 2006-ban 23, alvállalkozóként további 4 OTKA pályázati téma kidolgozásában vettek részt. Az elnyert GVOP-pályázatok száma 3 volt. Konzorciumi tagként vagy alvállalkozóként három NKFP pályázat céljainak megvalósításában vettek részt.

Az intézet 2006-ban nemzetközi, részben pályázati rendszerben szervezett kutatási programjai között 2 COST-program, 4 keretprogrambeli projektum, 3 NAÜ-projektum és 2 CERN-projektum volt. Ehhez járult még az intézet részvétele több sokoldalú nemzetközi együttműködésben, így többek között az EXOGAM programban és a LUNA-II kollaborációban.

Államközi (TÉT) egyezményeken alapuló, pályázati rendszerben támogatott együttműködési kapcsolatok voltak 19 témában argentin, cseh, dél-afrikai, görög, horvát, kínai, osztrák, román és szlovén kutatóhelyekkel.

A MTA által kötött egyezményeken alapuló kétoldalú együttműködési kapcsolatok 18 témában belga, cseh, egyesült államokbeli, finn, francia, horvátországi, japán, lengyel, mexikói, német, román, 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 együttműködésnek főhatósági egyezményre alapozott volta elengedhetetlennek bizonyult.

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

1. Algora A, Cseh J, Darai J, Hess PO: Ternary clusterization and quadrupole deformation, Phys. Lett. B639, 451-455 (2006)
2. Al-Khatib A, Timár J, Algora A, Dombrádi Zs, Gál J, Kalinka G et al. (75), Molnár J, Nyakó BM, Sohler D, Zolnai L: Competition between collective and noncollective excitation modes at high spin in  $^{124}\text{Ba}$ , Phys. Rev. C74, 4305(18) (2006)1
3. Bemmerer D, Confortola F, Costantini H, Formicola A, Gyürky Gy, Bonetti R et al. (30), Elekes Z, Fülöp Zs, Somorjai E: Activation measurement of the  $^3\text{He}(\alpha,\gamma)^7\text{Be}$  cross section at low energy, Phys. Rev. Lett. 97 122502-1 – 122502-5 (2006)
4. Biri S, Fekete É, Kitagawa A, Muramatsu M, Jánossy A, Pálinkás J: Fullerenes in ECR Ion Sources, Review of Scientific Instruments 77, 03A314 (2006)
5. Ditrói F, Takács S, Tárkányi F, Reichel M, Scherge M, Gervé A: Thin layer activation of large areas for wear study, Wear 261, 1397(2006)
6. Dombrádi Zs, Elekes Z, Saito A, Aoi N, Baba H, Demichi K, Fülöp Zs et al. (37): Vanishing N=20 shell gap: Study of excited states in  $^{27,28}\text{Ne}$ , Phys. Rev. Lett. 96, 182501-1 – 182501-4 (2006)

7. Elekes Z, Dombrádi Zs, Aoi N, Bishop S, Fülöp Zs, Gibelin J et al. (36), Kalinka G, Sohler D: Search for neutron decoupling in  $^{22}\text{O}$  via the (d,d' $\gamma$ ) reaction, Phys. Rev. C74, 017306-1 – 017306-3 (2006)
8. Elekes Z, Dombrádi Zs, Saito A, Aoi N, Baba H, Demichi K et al. (37), Fülöp Zs: Proton inelastic scattering studies at the borders of the "island of inversion": The  $^{30,31}\text{Na}$  and  $^{33,34}\text{Mg}$  case, Phys. Rev. C73, 044314-1 – 044314-5 (2006)
9. Gaodefroy L, Sorlin O, Beaumel D, Blumenfeld Y, Dombrádi Zs, Fortier S et al. (32), Sohler D: Reduction of the spin-orbit splittings at the N = 28 shell closure, Phys. Rev. Lett. 97, 9:2501 (2006)
10. Gómez Morilla I, Simon A, Simon R, Williams CT, Kiss AZ, Grime GW: An evaluation of the accuracy and precision of X-Ray microanalysis techniques using BCR-126A glass reference material, Nucl. Instr. Meth. B249 897-902. (2006)
11. Guillot J, Galés S, Beaumel D, Fortier S, Rich E, Van Giai N et al.(21), Hunyadi M: The (t, $^3\text{He}$ ) reaction at 43 MeV/nucleon on  $^{48}\text{Ca}$  and  $^{58}\text{Ni}$ : Results and microscopic interpretation, Phys. Rev. C73, 1:4616 (2006)
12. Gulyás L, Igarashi A, Kirchner T: Double ionization of helium by fast ion impact I: Reexamination of the correlation function, Phys. Rev. A74, 032713 (2006)
13. Koltay E, Borbély-Kiss I, Kertész Zs, Kiss AZ, Szabó Gy: Assignment of Saharan dust sources to episodes in Hungarian atmosphere by PIXE and TOMS observations, J. of Radioanalytical and Nucl. Chem. 267, No.2, 449–459 (2006)
14. Kövér L, Berényi Z, Cserny I, Lugosi L, Drube W, Mukoyama T et al. (7): Initial- and final-state excitations in  $\text{KL}_{23}\text{L}_{23}$  Auger spectra of Cu and Ni metals, induced near threshold, Phys. Rev. B73, 195101 (2006)
15. Mátéfi-Tempfli S, Mátéfi-Tempfli M, Piraux L, Juhász Z, Biri S, Fekete É et al. (12), Iván I, Gáll LF, Sulik B, Víkor Gy, Pálincás J: Guided transmission of slow Ne(6+) ions through the nanochannels of highly ordered anodic alumina, Nanotechnology 17, 3915 (2006)
16. Nándori I, Vad K: Length-scale dependence of vortex dynamics in HTSC superconductors, Journal of Optoelectronics and Advanced Materials 8, 1161 (2006)
17. Pál KF: Hysteretic optimization for the Sherrington-Kirkpatrick spin glass, Physica A 367, 261 (2006)
18. Pécskay Z, Lexa J, Szakács A, Seghedi I, Balogh K, Konecny V et al. (13): Geochronology of Neogene magmatism in the Carpathian arc and intra-Carpathian area, Geologica Carpathica 57, 6, 511-530 (2006)
19. Rickerby J, Simon A, Jeynes C, Morgan JT, Steinke JHG: 1,1,1,5,5,5-Hexafluoroacetylacetonate copper(I) poly(vinylsiloxane)s as precursors for copper direct-write, Chemistry of Materials 18, 2489-2498 (2006)
20. Simon A, Csákó T, Jeynes C, Szörényi T: High lateral resolution 2D mapping of the B/C ratio in a boron carbide film formed by femtosecond pulsed laser deposition, Nucl. Instr. Meth. B249, 454-457 (2006)

21. Schnitchen C, Charman D, Magyari E, Braun M, Grigorszky I, Tóthmérész B, Molnár M, Szántó Zs: Reconstructing hydrological variability from testate amoebae analysis in Carpathian peatlands, *Journal of Paleolimnology* 36, 1 (2006)
22. Del Duca V, Somogyi G, Trócsányi Z: Progress on NNLO subtraction, *Nucl. Phys. B Proceedings Supplement* 157, 37 (2006)
23. Světlík I, Tomášková L, Molnár M, Svingor É, Futó I, Pintér T et al. (8): Monitoring of atmospheric  $^{14}\text{CO}_2$  in Central European countries, *Czechoslovak Journal of Physics* 56 (1), 291-297 (2006)
24. Szíki GA, Simon A, Szikszai Z, Kertész Zs, Dobos E: Gamma ray production cross-sections of deuteron induced nuclear reactions for light element analysis, *Nucl. Instr. Meth. B251*, 343-351 (2006)
25. Timár J, Vaman C, Starosta K, Fossan DB, Koike T, Sohler D et al. (8): Role of the core in degeneracy of chiral candidate band doubling:  $^{103}\text{Rh}$ , *Phys. Rev. C* 73, 011301(R) (2006)
26. Vad K, Mészáros S, Nándori I, Sas B: Length-scale-dependent phase transition in  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_8$  single crystals, *Philosophical Magazine* 86, 2115 (2006)
27. Valastyán I, Kerek A, Molnár J, Novák D, Végh J, Emri M, Trón L: A SPECT demonstrator - revival of a gamma camera, *Nucl. Instr. Meth. in Physics Research, Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment* 563, 274 (2006)
28. Varga D, Tőkési K, Berényi Z, Tóth J, Kövér L: Observation of the hydrogen peak in the spectra of electrons backscattered from polyethylene, *Surf. Interface Anal.* 38, 544 (2006)
29. Vértési T: Relative information encoded in the degree of entanglement to discriminate bipartite states, *Phys. Lett.* A357, 167–170 (2006)
30. Zouros TJM, Sulik B, Gulyás L, Orbán A: Production of projectile  $1s2s2p\ 4P$  states by transfer-loss in collisions of  $\text{O}^{5+}$  and  $\text{F}^{6+}$  ions with  $\text{H}_2$  and He targets, *Journal of Physics* B39, L45-L52 (2006)