

ALAP- ÉS ALKALMAZOTT KUTATÁSOK AZ UKRÁN NEMZETI TUDOMÁNYOS AKADÉMIA ELEKTRONFIZIKAI KUTATÓINTÉZETÉBEN

Az Ukrán Nemzeti Tudományos Akadémia (UNTA) Elektronfizikai Kutatóintézete (EFKI) az első akadémiai kutatóintézet Kárpátalján, amely az UNTA elnökségének határozata alapján jött létre 1992 szeptemberében. Ez az egyetlen olyan kutatóintézet Ukrajna nyugati vidékén, ahol modern kutatások folynak az atomfizika, az elektron-atom ütközések fizikája, az alacsony energiájú magfizika, a fémgözlézerek fizikája, valamint kristálynövesztési és vékonyrétegek technológiáinak kidolgozása terén.

Az EFKI megalakulásának előzményei még a múlt század 60-as éveinek végére és 70-es éveinek elejére nyúlnak vissza, amikor is Ungváron létrejöttek az akadémiai és az ágazati kutatások első hajtásai. Így 1969 szeptemberében megalakult az Ukrán Szovjet Szocialista Köztársaság (USZSZK) Tudományos Akadémiája Fizikai Kutatóintézetének Fotonukleáris Folyamatok Osztálya, amely 1970-ben az akkor létrejött Magfizikai Kutatóintézetbe került át. Az osztály első vezetője *V.O. Skoda-Uljanov* (1927–1978) professzor volt, aki előtte az Ungvári Állami (ma Nemzeti) Egyetem Magfizikai Tanszékét vezette. Rövidesen, 1970 januárjában megalakult az USZSZK Tudományos Akadémiája Elméleti Fizikai Kutatóintézetének Hadronelméleti Osztálya. Ennek kezdeményezője és vezetője (1978-ig) *J.M. Lomszadze* (1924–1988) professzor volt, aki addig az egyetem Elméleti Fizikai Tanszékét irányította.

1981 júliusában az említett két osztály és az egyetemről átjött kutatók egy nagyobb csoportjából megalakult az Akadémia Magfizikai Kutatóintézetének Ungvári Fiókjá. E fiókéntézet szervezője és első vezetője (1987-ig) *I.P. Zapiszocsnij* (1922–2001) professzor volt, aki előtte az egyetemen megalapította és vezette előbb az Optikai, majd a Kvantumelektronikai Tanszékét. A fiókhoz 1986-ban csatlakozott az Össz-szövetségi Monokristály Kutatóintézet ungvári laboratóriuma, melynek vezetője *M.I. Holovej* professzor volt.

Tíz év megfeszített munka eredményének köszönhetően az ungvári fiókéntézetben megépült egy sor eredeti tudományos berendezés, közben olyan kutatási módszereket fejlesztettek ki, melyek révén az atomfizika, a magfizika, a kvantumelektronika, a lézerezés, a besugárzásos anyagkutatás aktuális területén világszínvonalon folyhattak kutatások. A fiókéntézet számbelileg is fokozatosan bővült, azonban különösen minőségileg fejlődött. Rendelkezett saját tudományos kutatási irányzatokkal, volt tudó-

mányos tanácsa, aspirantúrája, könyvtára, alkatrészkészítő műhelye. Az említett idő alatt készült el az új jelentős méretű laboratóriumi épületkomplexum terve, majd elkezdődött az építkezés, amely 1992-ben sikeresen be is fejeződött. Mindez elősegítette, hogy ezen év szeptemberében – mint említettük – megalakulhatott az UNTA Elektronfizikai Kutatóintézete.

Az intézet tudományos kutatásainak főbb irányzatai a következők:

- elemi folyamatok és jelenségek kutatása, melyeket alacsony és közepes ütközési energiával rendelkező elektron-, ion-, foton-, és molekulanyalábok egymással és a kondenzált állapotú anyaggal való kölcsönhatásuk vált ki;
- elemi folyamatok és gerjesztési mechanizmusok kutatása gázlézereknél, új típusú lézerek, optikai anyagok és kvantumelektronikai műszerek kifejlesztése és megépítése.

Az intézetben 7 tudományos osztály működik közel 70, kutatással foglalkozó munkatárssal, közülük 11-en a tudományok doktori, 35-en pedig kandidátusai. Az intézet korszerű kutatási felszereléssel és eredeti berendezésekkel rendelkezik. Itt említhető meg a 25 MeV energiájú elektronrotyorsító (M-30 mikrotron), a gázdinamikai atom- és molekulanyaláb-forrás, a nehéz atomok alacsonyban fekvő héjainak kisugárzását és ionizációját vizsgáló elektronütközéses berendezés, a széles hullámhosszhatárok között változtatható festéklézer, a szilárdtestek ultravákuumban történő kutatására alkalmas berendezés, kristálynövesztő és különböző módszerek segítségével történő vékonyrétegek felvívó berendezések. Ezenkívül az intézet korszerű számítástechnikai eszközökkel rendelkezik, beleértve a kísérleteket vezérlő számítógépes mérőrendszereket.

Az eltelt évek alatt az intézet munkatársai közül heten a doktori, 14-en pedig a kandidátusi értekezésüket védtek meg. Az intézet működését fémjelzi, hogy több kutatója szerzője volt öt tudományos monográfiának, s ezek közül kettő angolul jelent meg. A munkatársak által, csak a folyóiratokban publikált cikkek száma meghaladja a kétszázat, méghozzá többségük külföldön és igen rangos lapokban jelent meg. Az intézet hét kutatója megkapta Ukrajna Állami Díját a tudomány és a technika terén elért eredményekért, ugyancsak heten az UNTA kiváló tudósairól elnevezett díjak kitüntetettjei lettek.

Az EFKI több nemzetközi konferencia és más tudományos fórum rendezője volt. Ezek közül csak a legfontosabbakat említjük meg: *Atomí ütközések folyamatai* háromszög-szeminárium (Ungvár–Debrecen–Miskolc) (kezdeményezője: *Berényi Dénes* akadémikus, 1992, 1993),

Cím: Universzitetstszkaja u. 21., 88017 Ungvár, Ukrajna. A kézirat nem felkérésre, hanem önálló kezdeményezésből született, és bár az intézet nem a magyar határokon belül működik, örömmel közöljük ebben a rovatban.

Hadronok-94 munkatalálkozó (1994), *Infravörös optoelektronika anyagtudománya és anyagainak tulajdonságai* (1996), *Száz éves az elektron* (1997), *Nem-euklideszi geometria a modern fizikában* (1997), *Nemzetközi ukrán–magyar szeminárium a sugárzásos gyógyításról* (1999), *Elemi folyamatok az atomi rendszerekben* európai konferencia (2000). Évente az intézet 5–6 munkatársa utazik külföldi konferenciákra, amelyeken bemutatják legújabb eredményeiket. Néhányan huzamosabb ideig vendégkutatók voltak Németországban, Nagy-Britanniában, Franciaországban, Hollandiában, Belgiumban, Ausztriában, Olaszországban, Lengyelországban, Magyarországon, Szlovákiában, az USA-ban. A közös kutatások újabb gyümölcsöző személyes kapcsolatok kiépítéséhez vezettek, ami sokszor döntő momentumnak számít a külföldi pályázatok elnyerésénél. A hazaiak mellett eddig az intézet négy Soros-, egy INTAS (*International Association for the Promotion of Cooperation with Scientists from the Independent States of the Former Soviet Union*), és két CRDF (*Civilian Research and Development Foundation*) ösztöndíjat nyert el.

Az eltelt évek alatt az intézet gyümölcsöző kapcsolatokat épített ki sok tudományos intézménnyel, többségükben külföldiekkel. A kapcsolatok elsősorban egyéni kezdeményezésekre jöttek létre a kutatási témáknak megfelelő tanszékekkel, osztályokkal, laboratóriumokkal. Ezen intézmények közül csak azokat említjük meg, amelyekkel szoros együttműködés alakult ki. Ezek az MTA Atommagkutató Intézete (Debrecen), a Gdanski Műszaki Egyetem, a Cseh Műszaki Egyetem (Prága), a Fizikai Kutatóintézet (Pozsony), a Szilárdtestfizikai Kutatóintézet (Szófia), a Manchesteri Egyetem, a Nashville-i Egyetem, a Dubnai Egyesített Atommagkutató Intézet.

Megemlítendő még, hogy intézetünk több kutatója tagja az MTA Szabolcs-Szatmár-Bereg megyei Tudományos Testületének (1992-ben alakult meg), valamint a Magyar Professzorok Világtanácsának (MPV, 1998-ban alakult meg), melyeknek kezdeményezője és elnöke *Kecskés Mihály* professzor. A Testület évente rendszeresen megrendezett munkakonferenciáin aktívan részt vesznek kutatóink, beszámolni legújabb eredményeikről. Ugyancsak a tudományos kapcsolatokat gazdagítják az MPV munkatalálkozó, valamint a DAB-ban Berényi Dénes akadémikus vezetésével két évente megtartott tanácskozások, melyeken a tudomány és az oktatás problémáival foglalkoznak a résztvevők, köztük többen az intézetünkből is.

Alapkutatások: irányzatok és eredmények

Az intézet elsősorban alapkutatásokkal foglalkozik.

Az *Elemi Kölcsönhatások Elmélete Osztályon* továbbfejlesztik és széleskörűen alkalmazzák a többrészecskes rendszerek leírására szolgáló olyan hatásos kvantumelméleti módszereket, mint például az átlózási módszert, a hipergömbfüggvény-koordináták módszerét, a sűrűségfüggvény elméletét, a Hartree–Fock, a konfigurációkeverés, a reakciócsatornák erős kötődése és az optikai potenciál módszerét. Úgyszintén a kutatások tárgyát képezik a kvantumelmélet általános kérdései, a Maxwell- és Dirac-egyenletek pótlólagos szimmetriái, ezek következményei. A felsorolt módszerek alapján sokoldalú programcsomagokat dolgoztak ki az atomfizikában és az elemi részek fizikájában adódó bonyolult feladatok megoldására. Ezen programok megfelelő nagyteljesítményű számítógépeken futnak.

Az eredmények közül csak a legfontosabbakat ismertetjük. Kiszámították több atom és pozitív ion autoionizációs állapotainak (AIÁ), valamint negatív ionok autoleváló (*autodetaching*) állapotainak energiáit és szélességeit. Leírták azokat a rezonanciastruktúrákat, melyeket az intézetben és másutt elvégzett kísérletekből nyert elektron–atom és elektron–ion szóródás hatáskeresztmetszeteiben figyeltek meg. Az AIÁ-k által előidézett pótlólagos rezonanciákat jósoltak meg a munkatársak több atom sokfotonos ionizációjának teljes és differenciális hatáskeresztmetszetein. A háromrészecske-rendszerek esetében a szög- és radiálkorrelációk járulékaiknak számítása során sikerült kilépni az adiabátikus közelítés kereteiből. Lényeges eredmények születtek az elektromágneses térrősség fogalmára alapozott klasszikus és kvantum-elektrodinamika kidolgozásában. Az utóbbiban megalkották a definit metri-kájú axiomaticus elméletet. A fent említett egyenletekre egy sor geometriai, valamint nem geometriai szimmetriákat kaptak, kivizsgálták a spinor és az elektromágneses mezők közötti összefüggéseket. A szabad elektromágneses mező esetére teljes leírást nyert az elsődleges megmaradási törvények csoportja.

Az *Ionfolyamatok Osztályán* alacsony energiájú monoenergiás ($\Delta E = 10\text{--}20$ meV) elektronok atomokkal, ionokkal, molekulákkal és szilárd felülettel történő ütközései során fellépő folyamatokat tanulmányozták. A kutatásokat főleg egymást metsző részecskenyalábokkal végzik, alkalmazva a foton-, elektron-, küszöb- és metastabil-spektroszkópiát. E kutatások megvalósításához több eredeti berendezést és módszert fejlesztettek ki a munkatársak, közöttük nagy hatású, kisméretű elektron-, atom- és ionforrásokat, elektron-monokromátort és -analizátort, hipocikloidális elektron-spektrométereket, semleges és töltött részecskék detektorait.

A kísérletekből nyert adatok elsősorban a rugalmas és rugalmatlan ütközések hatáskeresztmetszeteire vonatkoznak. Sikerült észlelni és megbízhatóan tanulmányozni ezen görbék energiafüggő finomsztruktúráját, amely a görbék nem monoton – extrémumok (maximumok és minimumok) váltják egymást – viselkedésében nyilvánul meg. Kimutatták, hogy a struktúrák küszöb- és rezonanciajelenségei (rövid életű negatív ionok keletkezése és bomlása) a lassú, szórt elektron és az autoionizáció következtében emittált elektronok közötti, ütközések utáni kölcsönhatás, illetve a kinematikus (az elektron által a célatomnak átadott impulzussal összefüggő) jelenségek következményei is lehetnek. A hidrogént és deutériumot tartalmazó egyszerűbb molekulák disszociációs ionizációjánál, amelyet alacsony energiánál végbemenő elektronütközés vált ki, felfedezték az úgynevezett izotopikus eltolódást. Az alacsony energiájú elektronok hátraszóródásánál a germániumnál új felületi elektronállapotokat mutattak ki.

Az *Elektronfolyamatok Osztályán* kísérleti kutatások folynak az atomok és az ionok belső elektronhéjaiban végbemenő folyamatokkal kapcsolatban, amelyek az elektronokkal való ütközéskor keletkeznek. A kutatásokban elektron-, foton- és röntgenspektroszkópiai módszereket alkalmaznak. A kísérletekhez korszerű berendezéseket építettek a munkatársak, eredeti készülékeket fejlesztettek ki a mérésekhez.

A kutatások főbb eredményei a következők: 1) a belső elektronhéjak lényeges hatása az AIÁ-k gerjesztési függvényeire; 2) a rezonanciafolyamatok domináló jellege a kálium- és a stronciumatomok p-alhéjainak gerjesztésekor a küszöbenergia közelében; 3) korreláció léte azon elektronok között, amelyek a kálium legbelsőbb K-héját hagyják el az atom ionizációjakor, és ilyen korreláció hiánya a bárium L-héjának ionizációja esetében; 4) a rezonanciafolyamatok lényeges hatása a tallium átmeneteinek elektronokkal való gerjesztésénél a küszöb közelében, amikor is a lassú elektronokat befogja az ion, létrejönnek a semleges atom AIÁ-i, melyek spontán elbomlanak gerjesztett állapotú ionokra; 5) monoenergiás elektronok cink-, kadmium- és tallium-ionokkal való ütközések kimutatták, hogy az AIÁ-k sugárzásos szétválása, melyeket nem vesznek figyelembe az elméleti számításoknál, lényegesen megváltoztatja a küszöb melléki gerjesztési keresztmetszeteiket, erősen csökkenti a rezonanciaerjesztés járulékát, valamint a tiltott optikai és az interkombinációs átmenetek keresztmetszetei közel olyan nagyságúak, mint az engedélyezett optikai átmenetek gerjesztési keresztmetszetei.

A *Kvantumelektronikai Osztály* kutatásai fémgözlézerek, kémiai vegyületeket tartalmazó, plazmadinamikus és excimerlézerek inverz állapotainak létrehozásával, valamint a nagy teljesítményű lézersugárzás és a szabad atomok kölcsönhatását kísérő nemlineáris jelenségek tanulmányozásával kapcsolatosak. A kutatások elvégzésére az osztályon korszerű kísérleti bázist hoztak létre, amelyben megtalálható holográfberendezés, excimer- és változtatható hullámhosszú festéklézer, impulzus üzemmódban működő plazmasugárforrás, repülésidő-tömegspektrométer, gyors működésű oszcillográfok.

Az osztály munkatársai kidolgozták a lézerek aktív közegei plazmájának, valamint a sugárzási szintek populációkinetikájának kísérleti diagnosztizáló módszereit. A rézgőzlézer atomjaiban lévő metastabil nívók téridő relaxációjának elemzése következtében először sikerült megállapítani, hogy az önkorlátozott átmeneteken alapuló lézerekben az impulzusközi időtartam alatt az aktív közeg tüzemképségének visszaállításánál a lézeryanyag alapállapotban lévő atomjainak koncentrációredukciója játsza a főszerepet. Az atom-molekuláris bizmutgőz aktív közegű lézereknél kimutatták, hogy a generálásnál a dimérek disszociációs gerjesztése a legfontosabb. Első alkalommal sikerült generálást elérni – excimer ArF-lézer sugárzását alkalmazva – a bizmut diméreinek fotodisszociációs gerjesztésénél. Ukrajnában elsőként építettek olyan excimerlézert, amelynél röntgen-előionizációt alkalmaztak. Széles hullámhossztartományban változtatható lézer segítségével részletesen tanulmányozták a nátrium alsó nívóinak háromfotonos ionizációját és rezonanciagerjesztését. A színekép látható tartományában az itterbiumatom három- és négyfotonos ionizációjánál új nívókat sikerült megfigyelni. Kimutatták, hogy – ellentétben az alkáliföldelemekkel – ennél az atomnál a pótlólagos f-héj lényeges hatással van az ionizációra.

A *Fotonukleáris Folyamatok Osztályán* a kutatások zöme az M-30 mikrotronon bonyolítódik. Ez az Ukrajnában egyedülálló gyorsító 25 MeV energiájú képes felgyorsítani az elektronokat, amelyeknek, vagy az általuk létrehozott fékezési sugárzás hatására keletkeznek a tanulmányozandó folyamatok. A berendezésben a 0,02% hibahatárt nem meghaladó monoenergiájú elektronok árama eléri az 50 mikroamperet.

A nehéz atommagok széles skáláján az E1 óriásrezonancia tartományában a munkatársak tanulmányozták a (γ,γ) - és (γ,n) -reakciókban az izomérállapotok létrejöttének hatáskeresztmetszeteit, ezeknek arányát az alapállapotokhoz viszonyítva, más szóval az izomérarányokat. A kísérleti eredményekből a Fermi-gázból kiinduló statisztikus magelmélet Bethe-Bloch-képletén keresztül következtettek az arányok függőségére az alap- és az izomérállapotok spinjeinek különbségéből. Ugyancsak kiszámították az úgynevezett spin-határparaméter azon értékeit, amelyeknél a kísérlet egyezik az elmélettel. Ezen értékek a deformált magoknál 2–3-szoros eltérést mutatnak az elméleti képletekből számítottaktól, ami az elmélet még meglévő hiányosságaira utal. A Th, U, Np és Am egyes izotópjainak fotobomlásánál vizsgálták a neutronok idő- és energiaspektrumait, kiszámították a megfelelő hatáskeresztmetszeteiket. Továbbá a bomlásnál létrejövő különböző magokra megmérték a kumulatív hozamokat. A kísérleti adatokból energia- és impulzusmomentum-függésekre következtettek, kiszámították a bomlási termékek anizotrópiáit.

Az osztály elméleti részecskefizikai kutatásai elsősorban a nagy energiájú proton–proton és antiproton–proton ütközésekkel kapcsolatosak. A tripólusú módosított Regge-modellben sikerült jó leírást kapni az említett folyamatok gyorsalmas differenciális és teljes hatáskeresztmetszeteire, valamint a σ_{tot} arányra. Ugyancsak jó leírást nyertek a proton szerkezetfüggvényei.

A *Kvantumelektronika Optikai Anyagainak Osztályán* kidolgozták a nagyméretű ($d = 60$ mm, $b = 60$ mm) paratellurit, valamint a tetraborát-lítium kiváló tisztaságú egykristályok előállításának technológiáját. Az utóbbi ötvenöt alkalommal is növesztik a laboratóriumában. A kapott egykristályokat széles körű fizikai vizsgálatnak vetik alá. Például mérték a tetraborát-lítium dielektrikus állandójának függését a hőmérséklettől és a besugárzás frekvenciájától, termoluminációs karakterisztikáját, elnyelési tulajdonságát, az energianívókat stb. Az olvasztott közegből húzással olyan egykristálynövesztést fejlesztettek ki, amikor a közeg nem érintkezik az edény falával. Az osztályon fontos irányzat a vékonyréteg-bevonatok létrehozása az előállított egykristályokon, s ezek fizikai tulajdonságainak tanulmányozása. Itt elsősorban a fényelnyelő, -osztó és -áteresztő karakterisztikák vizsgálata fontos. Kutatásokat folytatnak gazdaságos napelemek létrehozására. Sikerült előállítani elasztikus anyagon olyan napelemet, amelynek a hatásfoka ugyan csak 1% körül mozgott, de könnyen kezelhető és olcsó.

A *Kristályfizikai Osztály* fő figyelmét az A^2B^5 , A^3B^5 típusú félvezető kristályok megaelektronvolt nagyságrendű energiájú elektronokkal való besugárzásnál keletkező elektrofizikai és optikai karakterisztikák törvényszerűségeinek és ezen anyagok radiációs hibáinak keletkezési és kilégvási mechanizmusának feltárására irányítja. Az utóbbi néhány évben fontos téma lett a különböző üvegmátrixokba ágyazott nanostruktúrák tanulmányozása nagy nyomásnál, lézerbesugárzásnál stb. Az említett irányzatokban az osztály szép eredményekkel büszkélkedhet. A fotolumineszcenciánál kimutatták például, hogy az elnyelési határ a rövid hullámok felé tolódik el. Az elektronbesugárzás hatásának tanulmányozása során az A^3B^5 monokristályoknál arra a következtetésre jutottak, hogy a töltéshordozók szóródásának fő mechanizmusa a radiációs hibákat övező kristály-

rács deformációin való szórásban rejlik. Az említett besugárzásnál tanulmányozták a szennyeződés hatását az optikai elnyelési spektrumra és a fotolumineszcenciára, új állapotokat fedeztek fel a sugárzási hibák alacsony hőmérsékletű kilégvátsánál. Kimutatták továbbá, hogy egyes kristály nagy energiájú (15 MeV-ig) elektronokkal való besugárzásának esetén a töltéshordozók mozgékonyságának nem monoton függését az elektronfluxustól, ami a sugárzás ideje alatt a hibakomplexumok átrendeződésének a következménye. Más anyagokkal ellentétben ezek az anyagok a koncentráció és a hordozók mozgékonytsága dóziszfüggvényének sajátossága alapján magas szintű sugárzási rezisztenciával bírnak. A paratellurit monokristályoknál az optikai spektrum vizsgálata rámutatott arra, hogy bennük a 10 MeV energiájú elektronbesugárzás hatására olyan hibák keletkeznek, amelyekben oxigénvakanciák vannak.

Alkalmazott kutatások

Lézerfizika. A múlt század 80-as éveinek második felében még a kutatóintézet elődjében megépítettek egy XeF excimerlézert, melynek impulzusa elérte az 1 J-t 10 Hz frekvenciánál. Ez a lézer sikeresen működött egy ózónmérő (lidár) berendezés részeként. Ugyancsak egy kisebb ózónmérő blokkjaként elkészült egy alacsonyabb teljesítményű elektromos kisüléssel gerjesztendő XeCl-lézer, amely 308 nm-en sugárzott 200 mJ energiájú impulzusüzemben. Ebben a lézerben a hullámhossz változtatható volt, mégpedig az első komponens 353 nm-nél 15 mJ, a második komponens 414 nm-nél 4 mJ energiát vitt magával.

A világűrben szükséges kommunikáció és a tengerek felületének ökológiai vizsgálata céljából kidolgozás alatt áll egy a zöld-kék hullám-sávban sugárzó előzetes röntgenionizációs excimerlézer, valamint egy olyan lézer, amely az infravörös sugárzást láthatóvá tévő berendezésben fog működni.

Az ungvári városi kórházzal közösen kidolgozták a lézer alkalmazását a vér intravénás besugárzásában. Ez a vizsgálati és gyógyítási mód-szert még ma is megállja helyét a kórházban.

Magfizika. Nagy jelentőségű munkának bizonyult a mikrotron hasznosítása, mint technikai módszer, a nyersolajban és származékjaiban lévő nehézfémek koncentrációjának és mennyiségének meghatározására. A besugárzás egyidejű hőkezeléssel történt, hogy a frakciókra gyakorolt hatást is lehessen vizsgálni. A hőmérsékleti sáv 50 és 340 °C között volt, míg az elektronok energiája elérte a 15 MeV-et. A kísérletek a következő vizsgálatokat ölelték fel: 1) a nyersolaj frakcióösszetételének; 2) a kémiai elemek frakciók közötti átcsoportosulásának; 3) a nyersolaj szállítására, tartálékolására, feldolgozására hatással lévő paraméterek és 4) a származékok paraméterváltozásainak tanulmányozása. A kidolgozott neutron- és gamma-aktivációs módszerrel nemcsak nyersolajban, hanem aranytartalmú ércben is meg lehetett állapítani a mikroelem-tartalmat. Ezen elemzéseket alkalmazzák a nyersolaj nehézfémektől való megtisztításánál, az ércben lévő arany mennyiségének meghatározásánál is.

A mikrotron sterilizálásra is alkalmazható. Például a sebészszekéket és az ivóvizet lehet csíramentesíteni vele. A cukorgyárakból kifolyó szennyvízben még a 10^6 Rg besugárzás sem tudta megtisztítani a mel-léktermékeket az erjedést okozó baktériumoktól.

Széles körű alkalmazást nyert a gamma-spektrometria is. Az elemek kimutatása és mennyiségük meghatározása a vérben, a vizekben, a talajban, a levegőben és más közegekben gyakran és szinte rutinszerűen megy végbe. A megrendelők széles köre veszi igénybe a munkatársak ilyen szolgáltatásait, amit gyakran ingyen is elvégeznek.

A mikrotron hasznosítható a világűrben jelenlévő sugárzás imitálására is. A munkatársak megszerkesztettek egy olyan berendezést, melynek segítségével tanulmányozható a sugárzás hatása a mérőműszerekre, készülékekre. A berendezés segítségével vizsgálták a félvezetőket, a vékonyrétegeket viselkedését nagy intenzitású és dóziszú besugárzás után. Az eredmények alapján döntöttek el, hogy a műszer vagy a készülék megbízhatóan viselkedik-e a világűrben.

Monokristályok, vékonyrétegek. Az intézetben, mint említettük, külön osztály foglalkozik egykristályok növesztésével és vékonyrétegek felvitelével bizonyos alapokra vagy az előállított monokristályokra.

Legnagyobb mértékben a TeO₂ paratellurit egykristály növesztésével és paramétereinek tanulmányozásával foglalkoznak az osztály munkatársai. Az eddig kidolgozott technológiával optikailag nagyon tiszta és viszonylag nagyméretű (lásd följebb) paratellurit egykristályokat növesztenek, majd megrendelés szerint ezeket metszik, csiszolják. A kristályokat elsősorban akusztikai–optikai spektrométerekben alkalmazzák. Szállítottak már olyan megrendelőnek is, aki a bor és a vodka szesztartalmát meghatározó mérőműszerbe építette be a megfelelően előkészített kristályt.

Érdekes és perspektivikus a lítium-tetrabor ($\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7$) egy- vagy polikristály. E vegyület fontos tulajdonsága, hogy a radioaktív sugárzással szembeni ellenállóképessége megfelel az emberi testszövetnek, vagyis alkalmazható sugárdózist mérő műszerekben. Az intézetben továbbra is folynak a kutatások ebben az irányban.

Még 15 évvel ezelőtt fontos szerepet töltött be a prouzit (Ag_3AsS_3) növesztése. Ezt a kristályt univerzálisnak is lehet nevezni tulajdonságai miatt: egyidejűleg félvezető, nemlineáris optikai kristály. Piroelektromos, piezoelektromos, akusztikai–optikai sajátosságai elterjedté tették a műszergyártásban. Továbbá kettős fénytörésű, és a nemlineáris kristályok között rekordtartó a fényáteresztő-képességben (0,6–13 μm). Használható az infravörös sugárzás láthatóvá tételére. A lézerekben generálja a második harmonikus rezgést, vagy, mint parametrikus generátor, transzformálja a sugárzást az 1,22–8,5 μm sávba. Régebben, az intézet elődje sok megrendelőnek szállította ezeket az egykristályokat (átmérő 40 mm, hossz 60–80 mm).

Itt csak felsoroljuk azokat az egykristályokat, amelyeket szintén az intézetben (vagy az elődjében) növesztettek és szállítottak a megrendelőnek: a pirargirit (Ag_3SbS_3), az ezüst-tiogallát (AgGaS_2), a kadmium-tiogallát (CdGa_2S_4), a tallium-tioarzenát (Tl_3AsS_4) és analógjai (Tl_3PS_4 , Tl_3PSe_4 , Tl_3AsSe_4), a kadmium-tiogallát (CdGa_2S_4).

Az intézetben a vékonyrétegek előállítására kidolgozott technológiák szintén alkalmazást nyertek. Például a KCl vagy a ZnSe alapra felviszik a lítium-metaszelen-arszenát (LiArSe_2), illetve az ólom-fluoridot (PbF). Ezeket a kész elemeket nagy teljesítményű CO_2 -lézerekben ki-

meneti ablakokként és rezonátortükrökként alkalmazzák. Kidolgozás alatt vannak másfajta rétegek is (például germánium- és arzén-szulfid GeS_2 , Ar_2S_3), de ezeknek egyelőre csak a vizsgálata folyik. Együttal megemlítjük, hogy a vékonyrétegek előállításához nagy tisztaságú vegyszerek szükségesek. Ezért az intézetben a gyári vegyszereket további tisztításnak vetik alá, vagyis addig tisztítják, amíg a szennyező anyagok mennyisége nem több mint 10^{-5} – 10^{-6} tömegrész.

Utószó

Ebben az ismertetőben csak a leglényegesebb alap- és alkalmazott kutatásokról tettünk említést. A több mint húsz év alatt nagyon sok, az alkalmazott kutatáshoz kapcsolódó rendelést teljesített az intézet és elődje. Annnyit feltétlenül meg kell jegyezni, hogy a megrendelések zöme és a megfelelő bevétel a szovjet érára esett. Akkor az alkalmazott kutatásokból befolyt pénzösszeg egyes években az intézet költségvetésének 50%-át is elérte. Ma ez alig 2–3%, néha még kevesebb is.

Spenik Ottó

BÚCSÚZUNK

HEVESSY JÓZSEF

1931–2005

Egy fizikus polgármester halálára

Hevessy József Debrecen város rendszerváltás utáni első szabadon választott polgármestere 2005. július 18-án elhunyt. Ki volt Ő és mi kvalifikálta arra, hogy fizikus és mérnöki diplomával a Debreceni Orvostudományi Egyetem Biofizikai Intézetében közel másfél évtizedig végzett tanácsadói és kutatói tevékenysége után Magyarország második legnagyobb városának polgármesterévé válasszák?

Hevessy József 1931. október 10-én Hámorban született, ahol erdész édesapjától tanulta a természet szeretetét. Hámor, Újvidék, Zánka és Esztergom voltak alsóbb iskoláinak színhelyei, míg középiskolába Miskolcon járt. Debrecennel 1951 és 55 között ismerkedett meg, ahol az akkori Kossuth Lajos Tudományegyetemen a fizika és matematika szakot végezte el. A tanulmányait kiemelkedően végző fiatalember a KLTE *Szalay Sándor* akadémikus által vezetett Kísérleti Fizikai Intézetében kapott tanársegédi állást. Gyakorlati érdeklődését mutatja, hogy a debreceni Gördülőcsapágy Művektől kapott megbízást: dolgozzon ki röntgenátvilágításon alapuló módszert a selejt kiszűrésére.

A történelem hamar beleszólt a kibontakozó karrierbe! 1956-ban részt vett az egyetemi ifjúság forradalmi megmozdulásában. E tevékenysége miatt a forradalom leve-

rése után az egyetemről eltávolították, majd 3 évi börtönbüntetésre ítélték. 1958-ban ugyan kiszabadult a börtönből, de végzettségének megfelelő állást nem kapott, ezért a Képcsarnok Vállalatnál képügyökként helyezkedett el.

1961-ben végre a Miskolci Műszaki Egyetemen megalkult Tüzeléstechnikai Intézetben sikerült kutatóként elhelyezkednie. A feladatkörébe tartozó kutatási feladatok, amelyekkel a helybeli nagyüzemek látták el az intézetet, nagy lelkesedéssel oldotta meg. Sikerét azon is lemérhetjük, hogy a kohók biztonságosabb üzemeltetése érdekében kifejlesztett Certa elnevezésű szellemes lángőrző berendezés szabadalmát Hevessy József is jegyezte.

1966-ban került vissza Debrecenbe családjával együtt, ahol a MEDICOR gyár fejlesztőmérnökeként helyezkedett el. Erre a periódusra is rányomta maradandó hozzájárulása bélyegét egy új gázsterilizátor kifejlesztésével. Nem feledkezett meg saját továbbképzéséről sem. Munka mellett a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karán 1971 és 73 között második diplomáját is megszerezte.

A gyári munkához képest minőségileg új lehetőséget kapott, amikor – baráti segítséggel – 1976-ban a Debreceni Orvostudományi Egyetem Biofizikai Intézetében kapott műszaki főtanácsadói állást. Itt már valóban elmélyült kutatómunkát végezhetett, és párhuzamosan az akkori tudományos rektorhelyettes tanácsadója is volt az egyetem