

saihoz kötötték. Ezek többsége valóban drasztikus változásokhoz, globális természeti katasztrófákhoz köthető, amelyek mintegy szelektálták a többnyire már korábban meggyengült élőlénycsoportokat, jöllehet a legnagyobb katasztrófák sem vezettek az élővilág nagy csoportjainak teljes megsemmisüléséhez. Ilyen esetekben természetes határokról beszélhetünk, és ezek megkeresése, pontos meghatározása a feladat. Más esetekben azonban – ez a helyzet a részletesebb tagolást adó, rövidebb időtartamot átfogó egységek (emeletek, illetve korszakok) nagy részének esetében – nem történt a Föld egészére kiható lényeges változás, zavartalan az evolúció, ezért nincs természetes határ, azt valamilyen módon, nemzetközi megegyezéssel ki kell jelölni. A globális geológiai skála minden egységének alsó határát egy konkrét helyen, a Föld egyetlen pontján jelölik ki, amelyet sztratotípusnak, illetve határpontnak neveznek. A határok kijelölése – ami nemzetközi program keretében jelenleg is folyik – természetesen előfeltétele annak, hogy években kifejezett korukat viszonylag pontosan meg tudjuk határozni, de ennek egyéb nehézségei is vannak.

Ma már a kréta időszak középső részéig, hozzávetőlegesen 100 millió évig visszamenve a geológiai időskála években meghatározott kora viszonylag pontos, a határok korát legfeljebb néhány 100 ezer éves hiba terheli. Eddig ugyanis támaszkodhatunk a mai óceánok aljzatán végezett mágneses mérések adataira, kiváló magnetosztratigráfiai skálával, biosztratigráfiai rendszerrel és nagyszámú radioaktív izotópos koradattal rendelkezünk. A fanerozoikum korábbi szakaszait illetően már sokkal kevesebb a közvetlen adat, és a hibahatár emiatt 4–5 millió évre nő (*Gradstein és mtsai, 1994, 7. ábra*). A fanerozoikumnál korábbi, azaz 545 millió év előtti földtörténeti szakaszra nézve még sokkal nagyobb a bizonytalanság, hiszen itt már biosztratigráfiai rendszert nem használha-

tunk. A geológiai kormeghatározáshoz kizárólag a litosztratigráfiai egységek kapcsolatai és a radiometrikus adatok adhatnak támpontot.

A geológiai időmeghatározás módszereinek kidolgozása, rendszerének felépítése és az időskála megalkotása a földtudomány kiemelkedő teljesítménye, amely több mint 200 év kutatásainak, kutatók ezreinek eredményeire épül. A skála alapját egymáshoz kapcsolódó, de független elvi alapokon álló ismeretek hálózata képezi. Az ismeretek természetesen állandóan bővülnek, a skála egyes elemei módosulhatnak, a határok kora pontosabbá válik. A földtörténet utolsó, mintegy félmilliárd éves szakaszára nézve már ma is jól használható, tudományosan sokoldalúan megalapozott időskálával rendelkezünk az élettelen természet és az élővilág változásainak időbeli elemzéséhez. Az időmeghatározás módszereinek és magának az időskálának a fejlesztése azonban ma is a földtudomány egyik legfontosabb feladata. Ebben kiemelkedő szerepe van a fizikai alapú módszereknek, jöllehet a geológiai időtagolás ma és a jelenleg belátható jövőben is az élővilág egyirányú evolúcióján alapul.

Irodalom

- DODSON M.H. (1973): *Closure temperature in cooling geochronological and petrological systems* – Contributions to Mineralogy and Petrology 40 259–274
- GRADSTEIN F.M., AGTERBERG F.P., OGG J.G., HARDENBOL J., VAN VEEN P., THIERRY J., HUANG Z. (1994): *A Mesozoic time scale* – Journal of Geophysical Research B99 24051–24074
- HEDBERG H.D. (1986): *International Stratigraphic Guide. A Guide to Stratigraphic Classification, Terminology, and Procedure* – ISSC
- RAYMO M.E., RUDDIMAN W.F. (1992): *Tectonic forcing of Late Cenozoic climate* – Nature 359 117–122
- SPEAR F.S. (1993): *Metamorphic phase equilibria and pressure-temperature-time paths* – Mineralogical Society of America, Monograph, p. 799, Washington, D.C.
- SZABÓ J. (1893): *Előadások a geológia köréből* – Természettudományi Társulat, Budapest

INTÉZETEINK, TANSZÉKEINK

BEMUTATKOZIK A PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM KÍSÉRLETI FIZIKA TANSZÉKE

Berkes József, Buzády Andrea, Pálfalvi László

A Tanszék története

A Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Karának Kísérleti Fizika Tanszéke nagyon fiatal az ország más hasonló intézményeihez viszonyítva, mégsem előzmények nélküli. A Tanszék története, fejlődése szervesen összekapcsolódik a felsőfokú fizikaoktatás történetével Pécsen, amely a Pécsi Pedagógiai Főiskola megalakulásával 1948-ban indult.

A Fizika Tanszék az alapítók között szerepelt, melynek első vezetője 25 éven keresztül, nyugdíjba vonulásáig *Jeges Károly* volt. Őt 1973-ban *Litz József* követte,

1983-ig. Ebben az időben a Tanárképző Főiskolán a főiskolai szintű tanárképzés rendszere a minőségi fejlődés jegyében többször átalakult. Ennek megfelelően a fizikaoktatás tematikája állandóan fejlődött, több főiskolai jegyzet, számos ötletes kísérleti eszköz készült, amelyek tanári ankétokon is bemutatásra kerültek. Tudományos kutatómunka már 1957-től folyt a Tanszéken. Az első eredmények az elektrolumineszcencia területén *Jeges Károly* nevéhez fűződtek, természetes, majd mesterséges ön-dioxidon észlelte az elektrolumineszcens hatást. Eredményeiről számos cikkben számolt be. Ezekbe a vizsgálatokba kapcsolódott be *Litz József*, aki több

elektrolumineszcens anyagot állított elő, majd elsősorban a kalcium-sztannáttal végzett kísérleteket. Kvantitatív összefüggéseket állapított meg a kristályon átfolyó áram erőssége, a fényáram, a felvett teljesítménysűrűség és a kristályra jutó feszültség között. A kísérletező tudóstanárr Jeges Károly emlékére 2000-ben emléktáblát avattunk az Intézetben.

1982 mérföldkő a Tanszék életében, ekkor alakult meg a Janus Pannonius Tudományegyetem és a Tanárképző Kar. 1983-ban *Kozma László* lett a Fizika Tanszék vezetője, a Tanszék az egyetemi oktatás és a tudományos kutatás iránt elkötelezett kollégákkal bővült, megkezdődött a majdani egyetemi képzés előkészítése. A Tanárképző Kar megalakulásakor megfogalmazott céloknak megfelelően a természettudományi területen folyamatos fejlesztőmunka kezdődött, jelentős tárgyi beruházások történtek. Az épületegyüttes 1989-ben megkezdett teljes rekonstrukciója 1999-ben fejeződött be, aminek eredményeként korszerű infrastruktúrájú campus jött létre. Új hallgatói és kutatólaboratóriumok, konferenciaterem, könyvtár, étterem, aula, sportcsarnok, sportpálya, uszoda kerültek átadásra. Az „egyetem-mé válás” jegyében mind a természettudományi, mind a bölcsészettudományi területen jelentős személyi fejlesztés valósult meg, indokoltá és lehetségessé vált a két terület szétválása. 1992-ben a Tanárképző Kart átszervezték, és megalakult a Természettudományi Kar és a Bölcsészettudományi Kar.

A Fizika Tanszéken, a szegedi hagyományokon felnőtt oktatói gárda lézerfizikai, lézerspektroszkópiái és lumineszcencia-spektroszkópiái kutatásokkal kezdett el foglalkozni. A témában több nemzetközi konferenciát is szerveztünk. Az oktatás fejlesztése, átszervezése után 1989-ben megkezdődhetett az egyetemi szintű fizikaoktatás. A kilencvenes években a kutatási terület bővült, megjelent az elméleti magfizika, a plazmafizika, szükségessé vált a Tanszék újraszervezése. Első lépésként 1995-ben megalakult az Elméleti Fizika Tanszék és a Kísérleti Fizika Tanszék. Előbbi vezetője *Korpa Csaba* lett. Majd 1997-ben *Sánta Imre* vezetésével megalakult az Általános Fizika és Lézerspektroszkópia Tanszék. *Kozma László* nyugdíjba vonulása után, 1999-ben *Hebling János* lett a Kísérleti Fizika Tanszék vezetője, akivel új tudományos kapcsolatok és témák jelentek meg a Tanszéken. A TTK-n eközben az egyes szakterületek intézeti struktúrába szerveződtek. Ennek keretében 1998-ban létrejött a Fizikai Intézet is, amelynek az első években *Bergou János*, majd 2001-től *Janszky József* lett az igazgatója.

A mai Kísérleti Fizika Tanszék

A Tanszék munkájában jelenleg 10 fő vesz részt a következők szerint: a Tanszék vezetője *Hebling János* egyetemi docens, további három egyetemi docens: *Almási Gábor*, *Erostyák János*, *Kublevszkij Szergej*, három egyetemi adjunktus: *Berkes József*, *Buzády Andrea*, *Kozma Ida Zsuzsanna*, egy tudományos munkatárs: *Pálfalvi László*, egy tudományos segédmunkatárs: *Nyitrai Gergely* és egy PhD-hallgató: *Bartal Balázs*.



A Tanszék épülete

Hebling János Széchenyi Professzori, *Erostyák János* Bolyai János-, *Buzády Andrea* Békésy György-ösztöndíjat nyert el. *Kozma Ida Zsuzsanna* jelenleg Humboldt-ösztöndíjas a Ludwig Maximilian Egyetemen (Németország, München).

Oktatási tevékenység

Oktatási feladatainkat az Intézet másik két tanszékével együttműködve látjuk el. Munkatársaink a fizika és más szakterülethez tartozó hallgatók oktatásában egyaránt részt vesznek. Hallgatóink egyrészt egyetemi szintű *fizikatanár* szakon, másrészt az újabb képzési igényeknek megfelelően, nem régen indított, főiskolai szintű *alkalmazott fizikus* és *vegyész-fizikus laboratóriumi operátor* szakon tanulnak. Idén ősztől pedig elindul a régióban egyetlen egyetemi szintű informatikusképzés, az *informatikus fizika* szak. Ez utóbbi a kötelező alapkollégiumok teljesítése után a rugalmas tanrendnek köszönhetően mind fizikus, mind informatikus orientációt lehetővé tesz.

Az előadásokon a jobb megértés és szemléltetés érdekében igyekszünk kihasználni a korszerű multimédiás lehetőségeket. A már régebb óta meglévő, videolemezen rendelkezésünkre álló oktatási anyagokon kívül felhasználunk a világhálón elérhető anyagokat is. Ezenkívül továbbfejlesztjük a demonstrációs eszközparkot, hogy növelhessük az élő kísérletek számát.

A kísérleti fizikai alapkollégiumok közül a mechanikát (*Hebling János*), az elektromosságtant (*Almási Gábor*), az optikát (*Erostyák János*) és az anyagszerkezetet (*Hebling János*) tanítják előadások, szemináriumok és laboratóriumi gyakorlatok formájában. A felsőbb évfolyamok számára lézerfizika, fluoreszcencia-spektroszkópia, hullámvezető optika, plazmafizika, fizikai informatika témakörökben speciális kollégiumokat hirdetünk.

A képesítési törvénynek megfelelően a TTK más, nem a fizika szakterülethez tartozó hallgatói is tanulnak fizikát. A biológushallgatók számára *Erostyák János* tartja a két féléves bevezető jellegű *Fizika* tárgyat.

A fizikatanár szakon a nappali tagozatos képzésen kívül levelezőoktatást is szervezünk. A már főiskolai fizi-



A Tanszék munkatársai

katanári oklevéllel rendelkezők számára kiegészítő, az új diplomaszerezők számára főiskolai és egyetemi szintű képzés folyik. A vegyész-fizikus laboratóriumi operátor levelező, alpdiplomás képzésünk nagyon népszerű, különösen a laboratóriumokban dolgozó középfokú vegyésztechnikus végzettségűek körében.

Litz József és Erostyák János az utóbbi években több egyetemi tankönyv szerkesztésében és írásában vett részt. Litz József *Eletromosság- és mágnesség-tan* című tankönyve az *Általános Fizika* tankönyvsorozat II. köteteként a Műszaki Könyvkiadó kiadásában jelent meg 1998-ban. A sorozat további kötetei a Dialóg-Campus Kiadónál jelentek meg. Az *Általános Fizika* III. kötetében a *Fénytant* Erostyák János írta, ebből a könyvből az 1999-es első kiadás után 2003-ban javított kiadás is készült. A 2001-ben megjelent *Általános Fizika* I.b. kötetében a *Hőtant* Litz József írta. A nem fizika szakosok számára készült a Nemzeti Tankönyvkiadó gondozásában, 2003-ban megjelent *Fizika alapjai* című könyv. Kollégáink a kísérleti fizika alapjait tartalmazó könyv alkotó szerkesztői és több fejezetének szerzői is egyben.

A Fizikai Intézetben a tanárjelöltek tantárgy-pedagógiai, szakmódszertani képzése, felkészítése a Kísérleti Fizika Tanszéken történik. A területtel kapcsolatos előadásokat Berkes József tartja, vezeti a gyakorlatokat, el látja a záróvizsgával kapcsolatos teendőket és szervezi, irányítja a hallgatók gyakorlati képzését.

Az előadásokon a hallgatók megismerik a fizikatanítás folyamatát, a legfontosabb módszereket, eszközöket, a szemléltetés különféle változatait, a szervezési formákat, az ellenőrzés, értékelés alapvető lehetőségeit. Gyakorlat keretében megismerik, elvégzik azokat a legfontosabb tanári, illetve tanulói kísérleteket, melyek alkalmazására majd az általános iskolai vagy a középiskolai munkájuk során szükségük lesz. Ezekhez a gyakorlatokhoz kapcsolódva megismerkednek a jelenleg érvényben lévő többféle tankönyvvel és a tanításra kerülő tananyaggal. A negyedéves általános iskolai és a negyedéves középiskolai tanítási gyakorlatokon az iskolákban rájuk váró feladatok kerülnek előtérbe, az egyetemen tanultakat kezdik alkalmazni tapasztalt szaktanárok irányításával három gyakorlóiskolában.

A hallgatók jelentős része szabad idejében vállalja a tanulásban lemaradt, illetve az iskolai lehetőségeknél többre vágyó diákok felkészítését, ami jelentősen hozzájárul későbbi munkájuk végzéséhez, a gyerekek alaposabb megismeréséhez. A hallgatóknak módjukban áll a

területtel kapcsolatos diákköri munkában, illetve a fizika-tanári ankétokon részt venni. Néhányan diplomamunkájuk témáját is a fizikatanítás köréből választják.

A Tanszéken fontosnak tartjuk a város, a megye és a régió iskoláival, pedagógiai intézeteivel történő kapcsolattartást. Ebben a munkában Intézetünk más tanszékén dolgozó kollégák is szerepet vállalnak. Most 22 éve annak, hogy Berkes József és *Kotek László* Pécsen először írtak ki versenyfeladatokat a város hetedik és nyolcadik osztályos diákjai számára. Ebből később háromfordulós megyei, illetve területi (Baranya, Somogy és Zala) verseny lett. Az országos Öveges József-fizikaverseny 1991-es elindításával, ahhoz kapcsolódva ma is működik a rendszer. Az elmúlt évek során két feladatgyűjteményben – *Alapfokú fizika versenyfeladatokban* (1993), *Felkészítő feladatok fizikából* (2000) – jelentettük meg azokat a feladatokat, amelyek az évente ismétlődő versenyeken szerepeltek. Berkes József 1992-től feladatkitűzőként és verseny szervezőként vesz részt az Öveges József-fizikaverseny munkájában. Az országos verseny első öt évének feladatai nyomtatásban is megjelentek. Az ELFT minden évben (az utóbbi években Berkes József szerkesztésében) megjelenteti az országos döntőről készített kiadványát, mely a verseny krónikáját, a kitűzött feladatokat, azok megoldásait, az eredménylistát stb. tartalmazza. Berkes Józsefet az Öveges József-fizikaverseny szervezésében és az ELFT Általános Iskolai Szakcsoportjának irányításában végzett tevékenységéért az ELFT idén Eötvös-éremmel tüntette ki.

Az iskolákkal, intézettekkel, kollégákkal való jó kapcsolatok következményei a tanártovábbképzésekre, az iskolanapokra, a kísérleti bemutatókra szóló meghívások, amelyek Sarkadtól Sopronig, Egertől Lentiig az ország számos iskolájából érkeztek hozzánk. Ezek a szakmai, módszertani előadások, kísérleti bemutatók, versenyek a Tanszék munkájának megismertetése mellett hozzájárulnak beiskolázási elképzeléseink megvalósításához is. Több alkalommal fogadtuk az egykori tanítványaink vezetésével az ország különböző iskoláiból érkező országjáró diákokat, akik intézményünk megismerésére, kísérleti bemutatókra látogattak el hozzánk.

A közoktatás átalakítása kapcsán új tankönyvek, feladatgyűjtemények megírására került sor. Ebben az Intézet szakemberei is részt vettek, *Szűcs József* a tankönyv-írásban, Berkes József és *Kotek László* az egységes érettségi feladatgyűjtemény gyakorló feladatainak megírásában vett részt. Évek óta mindhárman érettségi elnöki és fizika szaktárgyi szakértői feladatokat is végeznek.

Tudományos kutatások

A Tanszéken elsősorban lézerekkel kapcsolatos kutatásokkal foglalkozunk. Ide tartozik a különböző lézerek, optikai erősítőrendszerek tervezése, építése, fejlesztése, lézerek spektroszkópiai alkalmazása, illetve különböző fény–anyag kölcsönhatások vizsgálata. Ehhez csak részben kapcsolódó téma a fluoreszcencia-spektroszkópia. Az új tanszéki irányításnak köszönhetően a Tanszék tudományos életére az utóbbi öt évben a dinamikus fellendülés volt a jellemző. A kutatási témák, a hazai és nemzetközi kapcsolatok jelentősen bővültek. Mindez több sikeres pályázatban is megmutatkozott (NKFP, OTKA), az elnyert műszerpályázatok (OTKA, OMFB) az eszközpark jelentős fejlődését eredményezték. Ez utóbbi öt évben született egy MTA doktora (Hebling János) és öt PhD doktori fokozat (Almási Gábor, Buzády Andrea, Kozma Ida Zsuzsanna, Nyitray Gergely, Pálfalvi László). Ez idő alatt kollégáink 57 nemzetközi, referált folyóiratcikket jelentettek meg, és 25 előadással szerepeltek nemzetközi konferencián. A tudományos munkába a hallgatók is bekapcsolódnak, a módszertani témán kívül többen választanak a kutatáshoz kapcsolódó diplomamunka-témát.

A Tanszék kutatási témái három fő irányvonal köré csoportosulnak.

A különböző *nemlineáris optikai folyamatok és nemlineáris optikai anyagok vizsgálatával* kapcsolatos kutatások irányítója Hebling János. Mivel a legjobb tulajdonságú lézerek csak bizonyos frekvenciatartományban tudnak működni, a nemlineáris optikának évtizedek óta legfontosabb területe a lézerek frekvenciájának átalakításával foglalkozik. Az ultrarövid ($< 10^{-12}$ s) impulzusok előállításával kapcsolatos alkalmazás orientált kutatások különösen igényelték a különböző nemlineáris frekvenciaátalakító berendezések fejlesztését. A szinkronpumpált optikai parametrikus oszcillátor (OPO) egy rezonátorba helyezett nemlineáris kristály, melyet ultrarövid fényimpulzusokkal pumpálunk, és amely a pumpáló fénynél kisebb, általában változtatható frekvenciájú fényimpulzusokat állít elő. Az ultrarövid fényimpulzusok előállítása esetén az egyik legfontosabb feladat a fényimpulzusnak az optikai berendezések anyagi diszperziója miatt bekövetkező időbeli megnyúlásának az ellensúlyozása, az úgynevezett csoportkésés-diszperzió kompenzálása. Hebling János elsőként tervezett és épített olyan OPO-kat, amelyek a csoportkésés-diszperzió kompenzálására speciális tükröket tartalmaztak. KTP kristályt, illetve periodikusan polarizált LiNbO_3 -ot (PPLN-t) tartalmazó berendezéssel sikerült az eddigi legrövidebb (34 fs) infravörös, illetve legnagyobb (1 GHz) ismétlési frekvenciájú OPO-működést elérnie. A kísérleti munka végzésére eddig a stuttgarter Max-Planck-Institut für Festkörperforschungban, illetve a Bonni Egyetem Alkalmazott Fizikai Intézetében volt lehetőség. Az OPO-kal kapcsolatos elméleti számításokban Bartal Balázs és Pálfalvi László vesz részt. Az OPO működését számítógépes programmal szimulálva, a bemenő paramétereket (pumpálás, jel, kristály jellemzői) szisztematikusan, széles tartományon változtatva kívánják megtervezni minél rövidebb és minél nagyobb energiájú OPO-impulzusokat. A Tanszék mun-

katársai által tervezett OPO Németország öt egyetemén, illetve kutatóintézetében működik. Jelenleg egy OPO az MTA SZBK, egy másik pedig a PTE ÁOK Biofizikai Intézete számára készül.

A nemlineáris optikai folyamatok során a legjobb hatásfok eléréséhez úgynevezett fázisillesztésre vagy sebességillesztésre van szükség. Ezt a legtöbb anyag, így a LiNbO_3 esetén is csak úgy lehet elérni, ha a nemlineáris kölcsönhatásban részt vevő hullámok polarizációja nem egyezik meg. Márpedig a LiNbO_3 nemlineáris optikai tenzorának az a d_{33} komponense, amely azonos polarizációjú hullámok kölcsönhatásával kapcsolatos, közel tízszer nagyobb, mint az összes többi komponens. Az átalakítás hatásfoka d négyzetével arányos. Ezért volt nagyon fontos az a mintegy 15 éve született felismerés, miszerint LiNbO_3 esetén elektromos úton megvalósítható, hogy periodikus doménstruktúra alakuljon ki (ezt a folyamatot nevezzük periodikus polarizálásnak), és ezzel (kvázi)fázisillesztést lehet elérni azonos polarizációjú hullámokra is. Mivel az akár közel két nagyságrendnyi hatásfok-növekedés hatalmas fejlődési lehetőséget jelent a lézerfizika területén, továbbá az MTA-SZFKI Kristálytechnológiai Osztályán a világ egyik legjobb minőségű (különleges összetételű) LiNbO_3 -kristályait tudják előállítani, 1999-ben javasoltuk *PPLN kristályok közös hazai előállítását*. E téma tanszéki irányítója Almási Gábor. A gyakorlat orientált kutatásokat és fejlesztéseket a 2000-ben Sánta Imre vezetésével megalkult PTE – Dél-Dunántúli Kooperációs Kutató Központ (DDKKK) Nemlineáris Optikai Osztályán végezzük, melynek vezetője Hebling János. A frekvenciaátalakítóban történő alkalmazás szempontjából legígéretesebb összetételű LiNbO_3 kiválasztásához az anyag ferroelektromos és nemlineáris optikai tulajdonságainak az összetételtől (Li/Nb arány, Mg-adalékolás) való függésének vizsgálatára van szükség. A polarizálás folyamata szempontjából fontos koercitív erő mérését Almási Gábor végzi. A frekvenciaátalakítóként történő alkalmazás során fellépő fényindukált törésmutató-változás jelentős nyalábtorzuláshoz vezethet, ami az alkalmazás szempontjából hátrányos. Pálfalvi László olyan kísérleti elrendezést és elméleti modellt dolgozott ki, mely alkalmas a nemlineáris effektusok okozta törésmutató-változás nagy érzékenységgel történő vizsgálatára. A módszert a LiNbO_3 -ra alkalmazta, és megállapította, hogy a nagyintenzitású alkalmazások során két egymástól független eredetű, zavaró hatású nemlineáris jelenség lép fel: a fotorefrakció és a termooptikai nemlinearitás. A kvantitatív eljárást az alkalmazás szempontjából legmegfelelőbb kristályösszetétel kiválasztásához használja. Pálfalvi László ebből a témából készítette el PhD-értekezését Hebling János vezetésével.

A Tanszéken folytatott nemlineáris optikai kutatások egy másik területe a *THz-es frekvenciatartományú (távoli infravörös) elektromágneses impulzusok előállítása*. A THz-es spektrumtartomány először a múlt század ötvenes éveiben volt az érdeklődés középpontjában, akkor ennek elsősorban hadászati okai voltak. A lézerek elődei a mézerek is a THz-es tartományon működtek. Az érdeklődés azután nőtt meg újra a THz-es sugárzás iránt, hogy mintegy húsz éve, ultrarövid fényimpulzusok segítségével lényegében egy periódusból álló ultrarövid THz-es im-

pulzusokat tudtak előállítani, és lehetőség nyílt ezen impulzusok elektromos térerőssége időbeli lefutásának a mérésére. Ez a THz-es impulzusok több mint két nagyságrendnyi frekvenciaszélességével együtt a legkülönbözőbb anyagok azonosítását teszi lehetővé akár egy levél vagy csomag belsejében is, hiszen a papíron áthatol a THz-es sugárzás. Nagy hatásfokú THz-es impulzus előállítására céljából Hebling János olyan sebességillesztési elrendezést valósított meg, amelyben a pumpáló lézerműimpulzus frontja döntött a fázisfronthoz képest (azaz nem merőleges az impulzus haladási irányára). A Huygens-elv alapján a THz-es sugárzás erre a döntött impulzusfrontra merőlegesen terjed. A sebességillesztést a pumpáló impulzus frontjának megfelelő mértékű döntésével lehet elérni. Az elrendezés fontos előnye, hogy kiterjedt pumpáló nyaláb alkalmazását és így nagyenergiájú THz-es impulzusok előállítását teszi lehetővé. A THz-generálás optimalizálására vonatkozó modellszámításokat Almási Gábor, Bartal Balázs és Kozma Ida Zsuzsanna végzi. A THz-es impulzusok előállítása és a LiNbO₃ fejlesztése terén elért eredményeink alapján a japán RIKEN kutatóhálózat THz-es csoportja együttműködési ajánlattal kereset meg tanszékünket.

Kuhlevszkij Szergej nevéhez fűződik *Európában az első elektromos kisüléssel gerjesztett röntgen (Ar¹⁸) lézer kísérleti megvalósítása*. A lézerműfolyamat a neon-szerű argon (Ar¹⁸) 46,9 nm hullámhosszú 3p–3s ($J = 0-1$) átmenetén működik. Ez az eredmény magyar–olasz együttműködés keretében jött létre, melyet az Italian National Institute of Nuclear Physics, az Olasz–Magyar TÉT program és az OTKA támogatott. A csoport relatíve lassú és alacsony áramú kisülést alkalmazva elérte, hogy még nagyon hosszú (~ 0,5 m) Al₂O₃-kapillárisban is stabil és hatékony lézerműködés jöjjön létre. A lézerműimpulzus energiája 300 μJ, időtartama 2 ns-nál rövidebb. Az előállított nyaláb divergenciája közel diffrakció által határolt (szub mrad) volt. A lézer nagy impulzusenergiája és ismétlési frekvenciája, valamint a sugárzás jó térbeli koherenciája és a lézernyaláb Gauss-alakú intenzitáseloszlása számos alkalmazást tesz lehetővé. Ilyen potenciális alkalmazás az anyagmegmunkálás, a mikrolitográfia, a röntgen-mikrofluoreszcencia, a plazmadiagnosztika, a röntgenholográfia vagy a biológiai minták leképezése. A csoport nemrég a lézermű megmutatta a szubmikrométer felbontású leképezés lehetőségét. Ezekben a kísérletekben lítium-fluorid kristályban létrehozott színcentrumokat alkalmaztak detektálásra. A kísérleti adatok összevetése az elméleti számításokkal azt mutatta, hogy a nyaláb kis divergenciáját a hosszú plazmaoszlopon belüli hullámvezetési mechanizmus hozza létre. A hullámvezetés a lézer aktív közegében csökkenti a veszteségeket. Ez különösen nagy jelentőséggel bír kis erősítés esetén, amikor a sugárzásnak hosszú plazmaoszlopon kell keresztülhaladnia. A hosszú plazma-hullámvezetők előállításának önmagában is számos potenciális alkalmazása van, mint például részecskegyorsítás ultranagyintenzitású lézerműimpulzusokkal vagy magasrendű felharmonikusok előállítása.

A *hullámvezetők elméleti vizsgálatával* Kuhlevszkij Szergej és Nyitray Gergely foglalkozik. Kuhlevszkij Szergej, a többmódusú hullámvezetők jelentős csoportjához

új szemléletű megközelítést dolgozott ki. Ezt nyalábkifejtés módszernek (NKM-nek) nevezzük. Ez jól ismert módszerek (virtuális források, skaláris diffrakcióelmélet) egyéni alkalmazásaként épül föl. Az NKM alapján a hullámvezetés diffrakciós problémaként is megfogalmazható. Az NKM-ben a hullámvezető falainak hatása az adott hullámvezető alakjától függő ekvivalens forrásból álló úgynevezett Fresnel-rendszerrel helyettesíthető. A Fresnel-rendszer a hullámvezető transzverzális méreténél szélesebb, a hullámvezető belső szimmetriái alapján fölépülő fényforrás. A hullámvezetőn belüli pontokban az adott térjellemzők értékét (amplitúdó, fázis) az ekvivalens forrásokból kiinduló nyalábok interferenciája határozza meg. Elképzelhető, hogy a jövőben ezen megközelítés alapján úgynevezett Fresnel-hullámvezetőket fognak készíteni, amelyek fizikai szerepüket tekintve a Fresnel-lencséhez hasonlíthatók. A nyalábkifejtés módszer szemléletes képet szolgáltat a hullámvezetés alapvető folyamataihoz és számos, ma aktuális téma (röntgen-kapillarisoptika, ultrarövid impulzusok terjedése, nemdiffraktáló nyalábok) vizsgálatához, kutatásához jól alkalmazható. A módszer használható a közeltér-optika és az anyagmegmunkálással kapcsolatos problémák megoldásában is. Nyitray Gergely e témában védte meg PhD-értekezését.

A *fluoreszcencia-spektroszkópiai kutatások* története egészen a 90-es évek elejéig nyúlik vissza, amely témáknak művelői Erostyák János és Erostyákné Buzády Andrea. Ebben az időben az intra- és intermolekuláris energia átadást vizsgálták lantanida-komplexekben. A különböző európium(III)-komplexek oldataiban és pormintáiban a gerjesztő fényt a központi Eu(III)-ionhoz kapcsolt szerves ligandok abszorbeálják. Ezután megjelenik mind a ligand, mind az Eu(III) lumineszcencia-emissziója, amely a ligandról az Eu(III) ionra történő energia-átadás következménye. Ez a molekuláris rendszer széles körben nyer alkalmazást a „fluoroimmunoassay” vizsgálatoknál. A jelenség lefolyását vizsgálták különböző kísérleti feltételek között.

Az utóbbi néhány év alap kutatásai a makromolekulákban lejátszódó oldószer-dinamikával és a dipoláris relaxációval kapcsolatosak. Humánszérum-albumin (HSA) és acrylodan emissziós hullámhossztól függő fluoreszcencia-lecsengését és rotációs anizotrópiáját vizsgálják fázisfluoriméter, időkorrelált egyfotonszámlálás és fs-os tranziensjel-spektroszkópiai módszerek alkalmazásával. A kooperáló partnerek: PTE ÁOK, Biofizikai Intézet; Department of Physical Chemistry, University of Jyväskylä; LURE CNRS-CEA, Université Paris-Sud, Orsay és MPI für Festkörperforschung, Stuttgart. A projektet OTKA-pályázat, az ULTRA ESF Femtochemistry and Femtobiology programja és Magyar–Francia TÉT pályázat is támogatta. A fluoreszcencia- és az anizotrópialecsengések élettartam-eloszlása oldószerösszetétel- és viszkozitás-függését a makromolekula (HSA) emittáló fluorofórja közelebbi és távolabbi környezetének változásaival, széles, ps–ns időtartományon lejátszódó relaxációs folyamataival magyarázták. A fehérjénél több mint két nagyságrenddel kisebb tömegű fluoreszcens jelölőmolekula, az acrylodan hasonló vizsgálata során a fs–ns időskálán széthúzó, egymással versenyző relaxációs folyamatok időbeli fejlődését mérték és magyarázták meg.

A fluoreszcencia-emisszió időbeli változásával kapcsolatban csatolt differenciálegyenlet rendszer segítségével modellezik a gerjesztett állapotok közötti újrendeződést és ennek hatását a fluoreszcenciaidő-emissziós mátrixára.

Az alkalmazott fluoreszcencia-spektroszkópiai kutatásokhoz tartozik a természetes vizek urán tartalmának kvantitatív meghatározása. A Pécshez közeli uránbányák környéken a talaj urántartalmú vegyületekkel szennyezett. Ez a szennyeződés jelen van a terület természetes vizeiben is. A víz urántartalmát az urán-ion fluoreszcenciájának detektálásával határozzák meg. A PTE TTK Általános és Fizikai Kémiai Tanszékével közösen fejlesztett módszert a Paksi Atomerőmű vizeinek vizsgálatára is eredményesen alkalmazták. Ezt a projektet NKFP-pályázat segíti.

Egy szintén régióspecifikus kutatás a mecseki karsztvizek fluoreszcenciás nyomjelzése. Kollégáink egyfoton-számláló fluorométerrel 10^{-11} M detektálási koncentrá-

cióhatárt értek el. A különlegesen érzékeny kimutatási technikájuknak köszönhetően a vízfestések idejére sem kell a vizsgált területeket lezárni, a vízkivételi rendszerrel szeparálni.

Természetes vizek pigmenttartalmának vizsgálatára is alkalmas integráló gömbök fejlesztése és kísérleti tesztelése folyik az MTA SzBK Növénybiológiai Intézetével együttműködésben, alkalmazott K+F pályázat keretében. A kifejlesztett integráló gömbök az alacsony koncentrációjú minták abszorpciós és emissziós vizsgálata mellett szóró közegek korrekt színképeinek meghatározására is alkalmasak.

Pécsi Tudományegyetem, TTK Kísérleti Fizika Tanszék
H-7624 Pécs, Ifjúság útja 6.

Telefon: (72) 503600, fax: (72) 501571

Honlap: <http://physics.ttk.pte.hu>

VÉLEMÉNYEK

MINDEN MÁSKÉPP VAN?

Hetvenéves koromban megkért egy fiatalember, hogy mondanék egy nagy és bölcs aforizmát: mondanék egy egyetemes nyilatkozatot, melyben világnézetemet egybefoglalom. Ennek a fiatalembernek azt feleltem: Minden másképp van. Amivel nem a szkeptikusok és kételkedők közé sorozom magam, mert a szkeptikusok csak azt mondják: nem bizonyos, hogy minden úgy van, ahogy hisszük – én pedig határozottan és meggyőződéssel mondom, bizonyos, hogy semmi sincsen úgy. Ez az egyetlen tétel, amiben fanatikusan binni szabad és amitől eltántorodni bolondság: minden másképp van.

Karinthy Frigyes

Korom Gyula könyve is pontosan ezt az üzenetet közvetíti: a fizikában valójában minden másképp van.

Relativitáselmélet

A fénysebesség szigorú állandóságát bizonyítani látszó mérések kiértékelése téves, ezért a valóságban nem a fénysebesség állandósága, hanem éppenséggel a változékonysága a kísérletileg bizonyított tény (11).¹

Az írás a Szerkesztőség felkérésére készült Korom Gyula: *Einstein tévedett! Relativitáselméletek az ókortól napjainkig* (Magánkiadás, Budapest, 2003) könyvének bírálataként.

¹ Zárójelben az oldalszám, ahonnan az idézet származik. A szemelvényekben a fizikára vonatkozó idézetekre korlátozódtam. Nem válogattam be olyan becsmérlő jelzőket tartalmazó mondatokat, amelyeket Korom Gyula időnként megenged magának az övétől eltérő nézetekre vonatkozóan, és olyanokat sem, ahol tisztán tudományos kérdésekbe vallási szempontokat kever bele (mint például a 215. oldalon).

Az *aberráció* és a fénynek a *fényforrástól függetlenül terjedő* jellegzetessége közötti logikai összhangot mind a mai napig egyedül az éterhipotézis tudta megteremteni (53). Ezt az *éter kettős természete* teszi lehetővé. Fénysebesség közeli hatásokra az éter képes szilárd testként reagálni, míg lassú mozgások előtt akadálytalanul kitér. Mint a víz (670). Ugyanakkor az éter szuperfolyékony állapotban van (350).

Az éter kettős természetének az elmélete sokkal hihetőbb és érthetőbb, mint a fény-foton és az anyag kettős természetéről szóló modern mítosz, amely utóbbiról egyébként bebizonyosodott, hogy nem tartható (132).

A nyugvó fényforrás miniatűr oszcillátorainak rezgései az éteranyaggal úgy ütköznek, hogy az erőhatások átadásának iránya merőleges a koordináta-rendszer valamennyi tengelyére nézve (74).

Az összes állítólagos, a fénysebesség állandóságát bizonyító méréseken nem a fénysebességet, hanem a frekvenciát mérték meg. Ezeket a *frekvencia állandóságát* igazoló mérési eredményeket az *einsteinisták* úgy értékelik, hogy a fénysebesség állandó (234). Ez így van a Michelson–Morley-kísérlet esetében is, amelyben a berendezés megfigyelője és forrása az éterhez képest azonos sebességgel halad (98). Hiába változik a kísérleti berendezés éterhez viszonyított sebességének nagysága és az éterszéllel bezárt szög, a megfigyelő által észlelt frekvencia nem változik (99), ez a null-effektus oka.²

² A Michelson–Morley-kísérletben az éterszélnek az interferenciakép eltolódásában kellett volna jelentkeznie változatlan frekvencia mellett. A kísérlet negatív eredményét ezért képtelenség a frekvencia állandóságára fogni.