

5.5635

ÉVKÖNYV

A
MAGYAR
TUDOMÁNYOS
AKADÉMIA
KÖZPONTI
FIZIKAI
KUTATÓ
INTÉZETE



1981-82

ÉVKÖNYV 1981-82



MTA • KÖZPONTI FIZIKAI KUTATÓ INTÉZET

BUDAPEST

cím:

*Központi Fizikai Kutató Intézet
1525 Budapest 114, Pf. 49*

SZERKESZTŐ:

Nárayné Ziegler Mária

TECHNIKAI SZERKESZTŐ:

Mészáros János

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG:

*Bencze Gyula, Tompa Kálmán, Zsoldos Lehelné,
Schiller Róbert, Forró Péter, Muzsnay László,
Lőcs Gyula, Sándor János*

HU ISSN 0133-5502

TARTALOMJEGYZÉK

| | |
|--|---------|
| Előszó | V |
| Szervezeti felépítés | IX |
| RÉSZECSKE- ÉS MAGFIZIKAI KUTATÓ INTÉZET | 1 |
| Összefoglaló | 3 |
| Kvantum-szindinamika rácson | 17 |
| Lassu, periodikus diszrupció tokamak plazmában | 19 |
| A VEGA program | 23 |
| Publikációs jegyzék | 26 |
| SZILÁRDTESTFIZIKAI KUTATÓ INTÉZET | 39 |
| Összefoglaló | 41 |
| Neodimium-lézer fejlesztése | 46 |
| Átmenetifém-metalloid féművegek lokális szerkezete | 50 |
| Elektronlokalizáció és elektron-kölcsönhatás | 56 |
| Publikációs jegyzék | 62 |
| MIKROELEKTRONIKAI KUTATÓ INTÉZET | 77 |
| Összefoglaló | 79 |
| Mikroáramköri maszklabor a KFKI-ban | 84 |
| Szilicid kutatása | 88 |
| Publikációs jegyzék | 97 |
| ATOMENERGIA KUTATÓ INTÉZET | 103 |
| Összefoglaló | 105 |
| Töltéstranszport és napenergia-átalakítás | 112 |
| A paksi atomerőmű környezetellenőrző rendszere | 117 |
| Publikációs jegyzék | 126 |

| | |
|---|---------|
| MÉRÉS- ÉS SZÁMITÁSTECHNIKAI KUTATÓ INTÉZET | 135 |
| Összefoglaló | 137 |
| Adatbáziskutatás | 143 |
| MSX típusu számítógépes digitális mágnesszalagos adattároló .. | 147 |
| A PROCON folyamatirányító rendszer és egy alkalmazása | 153 |
| Publikációs jegyzék | 160 |
| MŰSZAKI SZAKIGAZGATÁS | 163 |
| Összefoglaló | 165 |
| A sziv villamos és mechanikai rezgésterének testfelszíni térképezése | 170 |
| Statisztikus energia analízis a szerkezeti dinamikában | 172 |
| Publikációs jegyzék | 176 |
| SZÁMITÓKÖZPONT | 179 |
| Összefoglaló | 181 |
| Általánosított Padé approximációk | 183 |
| Publikációs jegyzék | 190 |
| KFKI SZABADALMAK JEGYZÉKE | 193 |
| KFKI PREPRINTEK JEGYZÉKE | 203 |

ELŐSZÓ

A Központi Fizikai Kutató Intézet (KFKI) tudományos kutatási-fejlesztési tevékenységéről 1971-1979-ig évente, 1979-től kétévenként angolul és oroszul kiadott Évkönyv most először jelenik meg magyar nyelven is, azzal a céllal, hogy az ország határain belül az eddiginél szélesebb kör számára adjon tájékoztatást, tegye lehetővé tevékenységünk és eredményeink megismerését.

Mielőtt rátérnénk a kutatóközpont egyes intézeteiben végzett munka és az elért tudományos és műszaki eredmények részletes ismertetésére - ami az Évkönyv fő részét alkotja - röviden írunk kell a KFKI-ról, mint egészről. Meggyőződésünk, hogy a KFKI fő erőssége - a kutató-fejlesztő munkában közvetlenül résztvevő kutatók és mérnökök egyéni képességei, tudása és lelkes munkája mellett - éppen komplexitásában rejlik. Az az adottság, hogy a KFKI-ban egymás szomszédságában található meg a nukleáris reaktor és a fúziós berendezés, az elméleti és kísérleti szilárdtestfizika és részecskefizika, a kozmikus sugárzás vizsgálata és az űrkutatás, a magfizika és a biofizika, a lézerekutatás és a mikroelektronika, a számítástechnika és az anyagtechnológia nem csupán geográfiai, de szellemi értelemben is, egyedülálló lehetőséget teremt mind a viszonylag szűk területen, mind a több tudományág szervezett együttműködése keretében folyó komplex (multi- és interdiszciplináris) kutatások számára.

A specifikus és komplex kutatások e termékeny egymás mellett élése nem máról holnapra született meg, hanem a KFKI története során - melyet az alábbiakban röviden vázolunk - fokozatosan alakult ki.

A KFKI létrehozását a Magyar Tudományos Akadémia Elnöksége 1950 július 7-i határozatával kezdeményezte. Az alapító oklevél szerint az intézet a fizikai kutatások területén alap-, alkalmazott és fejlesztő kutatásokat folytat; kutatási eredményeit a népgazdaságban ipari kapcsolatai révén hasznosítja; közreműködik a felsőfokú szakemberképzésben.

Az intézet 1958-ig a Magyar Tudományos Akadémia felügyelete alatt működött, 1958-tól 1967-ig a Magyar Tudományos Akadémia és az Országos Atomenergia Bizottság közös irányítása mellett fejtette ki tevékenységét. 1967 óta ismét a Magyar Tudományos Akadémia látja el az intézet felügyeletét.

A fejlődés első szakaszában (1950-1955) az alapvető feladat az volt, hogy korszerű kísérleti bázis jöjjön létre a fizikának Magyarországon művelhető csaknem valamennyi ágában.

A második szakaszt (1956-1959) az jellemezte, hogy a korábban tisztán fizikai kutatókkal foglalkozó intézetben az ezekhez kapcsolódó más tudományágak - magkémia, elektronika, reaktorkutatás - szervezett művelése is megkezdődött.

Az intézet fejlődésének harmadik szakaszában (1960-1969) a kutató munka jellege fokozatosan megváltozott. A KFKI a korábban kizárólag alapkutatással foglalkozó fizikai kutatóintézetből alap-, alkalmazott és fejlesztő kutatóvá végző és bizonyos kísérleti gyártási feladatokat is ellátó kutatóközponttá vált. A központ komplexitása részben abban jut kifejezésre, hogy több tudományág szervezett együttműködését biztosítja, részben pedig abban, hogy az alapkutatástól a kísérleti gyártási tevékenységig a kutatás valamennyi fázisa többé-kevésbé megvalósul, illetve megvalósítható.

A negyedik szakaszt (1970-től) az jellemzi, hogy az intézet egyre nagyobb figyelmet fordít az ország gazdasági fejlődését közvetve vagy közvetlenül szolgáló kutató-fejlesztő munkára, eredményeivel megjelenik a gyakorlati alkalmazás számos területén, belföldön és külföldön egyaránt. Ebben a periódusban kezdődnek meg a konkrét gazdasági célra irányuló kutatási programok (memóriaanyagok kutatása, ionimplantációs technológia kifejlesztése a félvezető ipar számára, atomenergia-kutatások stb.), és fokozódik az ipari üzemekkel való együttműködés. A gyakorlati orientáció egyben serkentően hat az alapkutatásokra, amelyek mindig nagy szerepet játszottak a kutatóközpont fejlődésében.

A KFKI 1975-ben szerveződött át több intézetből álló kutatóközponttá; 1975-től 1980-ig négy, 1980 óta öt kutatóintézet működik a kutatóközpont keretében, amely azonban az irányítás szempontjából továbbra is egységes szervezet maradt.

A kutatóközpont vezetésében lényegesen operatív szerepe van

- az Igazgató Tandcsnak, melynek elnöke a főigazgató, tagjai a főigazgatóhelyettesek, az egyes intézetek igazgatói és a társadalmi szervek képviselői.

A vezetés munkáját ezenkívül több tandcsadó testület segíti. Közülük a legjelentősebbek:

- a Tudományos Tandcsadó Testület, melynek feladata, hogy a tudományos kérdések megvitatásával, vélemény kialakításával, tervek, beszámoló elkészítésével, a tudományos díjak odaítélésére tett javaslataival segítse a kutatóközpont tudományos stratégiájának kialakítását.

- a Gazdasági Tanácsadó Testület a kutatóközpont gazdálkodását, a kutatás és a gazdaság kapcsolatát érintő kérdésekben nyilvánít véleményt és tesz javaslatot.

A következőkben a kutatóközpont öt kutatóintézetét, úgymint a

- Részecske- és Magfizikai Kutató Intézet
- Szilárdtestfizikai Kutató Intézet
- Mikroelektronikai Kutató Intézet
- Atomenergia Kutató Intézet
- Mérés- és Számítástechnikai Kutató Intézet,

továbbá a

- Műszaki Szakigazgatás

és a

- Számítóközpont

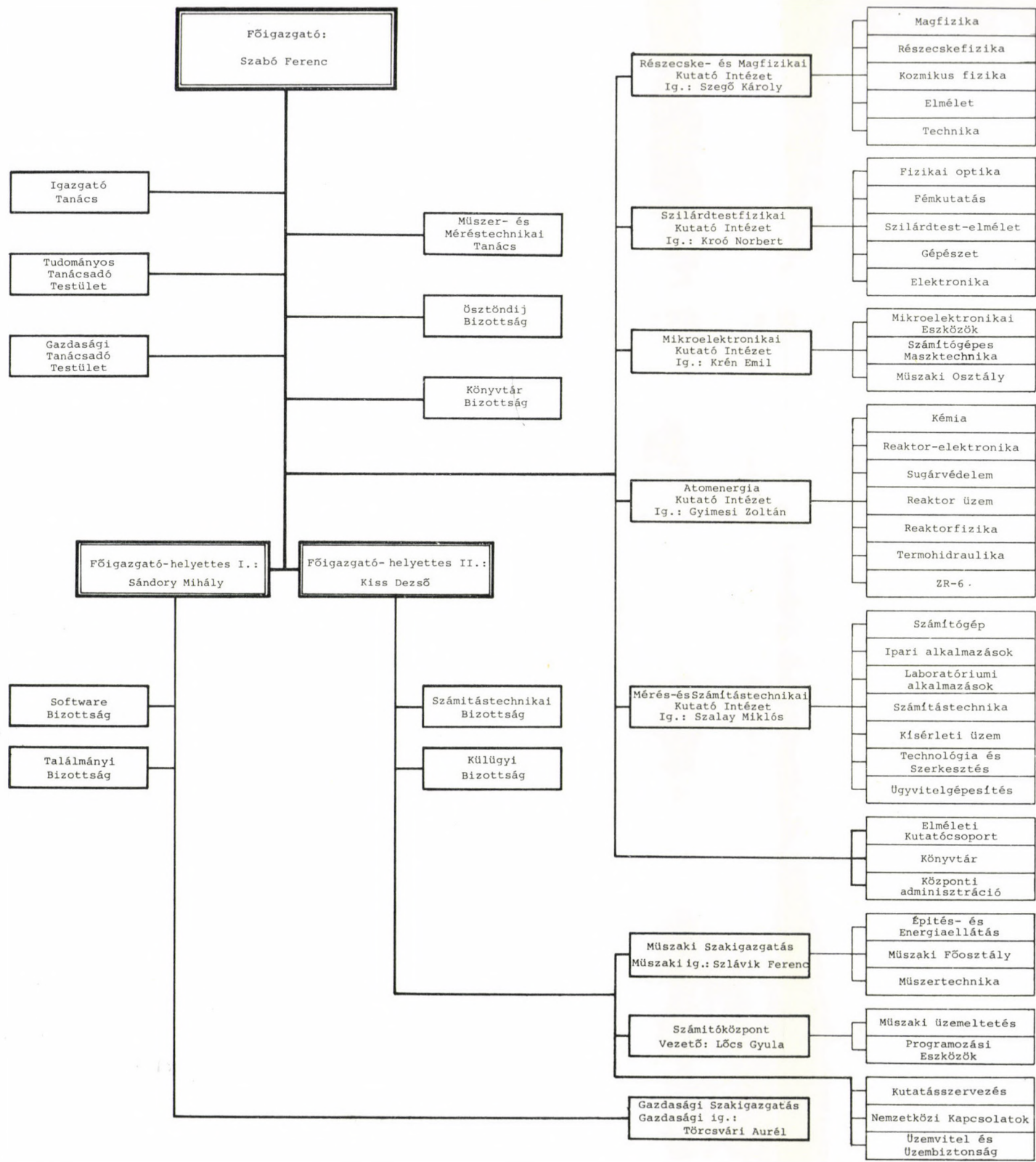
1981/82 év munkájáról számolunk be. Az egyes intézetek tudományos tevékenységének ismertetését az adott periódusban elért kiemelkedő eredményeik részletesebb leírása követi, majd az intézet kutatóinak publikációs listája¹ következik.

Az Évkönyv végén található a KFKI-ban 1981/82-ben kiadott preprintek listáját, s az elfogadott szabadalmak jegyzékét.

Reméljük, hogy ez a rövid áttekintés felkelti az Olvasó érdeklődését a kutatóközpont széleskörű tevékenysége, kül- és belföldön egyaránt elismert eredményei iránt.

Vissz Dáni

¹ Az Évkönyvben a nem KFKI-s kutatókat a nevük melletti * jelzi.



RÉSZECSCKE-ÉS
MAGFIZIKAI
KUTATÓ INTÉZET

(RMKI)

Az intézet tudományos profilja alapvetően alapkutatás jellegű. A hagyományos értelemben vett részecske- és magfizikán kívül az elmúlt években a kutatási terület jelentősen kibővült olyan témakörökkel, amelyek ugyan a részecske- és magfizika egyes speciális problémáinak vizsgálatából indultak ki, azonban ma már önálló tudományágak. Az RMKI tevékenységében továbbá fontos szerepet játszik a magfizikai módszerek alkalmazása mind a fizika különböző ágaiban, mind pedig más természettudományokkal határos területeken.

Az RMKI kutatási tevékenysége az alábbi fő témák köré csoportosul:

1. részecskefizikai alapkutatások,
2. magfizikai alapkutatások,
3. a kozmikus térség fizikájának kutatása földi és űreszközökkel,
4. tokamak berendezésekben lezajló plazmafizikai folyamatok vizsgálata ("fúziós kutatások"),
5. alkalmazott magfizikai és biofizikai kutatások.

A felsorolásban nem szerepel, de az intézet tevékenységében alapvető fontosságú a Technikai Főosztályon folyó műszaki-fejlesztő munka, amelyre a későbbiekben külön kitérünk.

A fenti témákban kevés kivétellel mind kísérleti, mind pedig elméleti kutatás is folyik. Bár az intézet szervezeti felépítése szerint az elméleti kutatások központja az Elméleti Osztály, e beszámolóban az eredményeket a fő témakörök köré csoportosítva fogjuk ismertetni. Ezzel is hangsúlyozni kívánjuk, hogy a kísérleti és elméleti kutatások szerves egységet képeznek a természet egyre mélyebb megismerésére irányuló erőfeszítéseinkben.

1. RÉSZECSEFIZIKA

A modern részecskefizikai kutatások ma két fő irányban haladnak. Az egyik az anyag végső alkotórészeinek feltérképezése, a másik pedig ezen alkotórészek közötti kölcsönhatások vizsgálata. Az első célkitűzést legjobban a mai tudásunk szerint pontszerű nagyenergiájú elektronok és po-

zitrónok centrális ütköztetésével, illetve az ugyancsak pontszerűnek feltételezett nagyenergiájú müonok összetett objektumokon, hadronokon történő szórásával lehet megvalósítani. A másik probléma tanulmányozásához az említett ütközésekből nyert információt kiegészítve további fontos adalékot szolgáltatnak a hadron-hadron és hadron-atommag szórás-kísérletek. Ezek a kísérletek olyan költségesek, hogy folytatásukra széles körű nemzetközi együttműködést kellett életre hívni. Intézetünk legfőbb együttműködő partnere e területen a dubnai Egyesített Atommagkutató Intézet (EAI) és a genfi Európai Atommagkutató Központ (CERN). A hazai kutatások elsősorban ezekből a nagy gyorsítóberendezésekkel rendelkező kísérleti centrumokból hozott elektronikus adatok számítógépes adatfeldolgozására, illetve az ún. streamer-kamrával rögzített részecskefelvételek kiértékelésére szorítkoznak.

Egy kutatócsoportunk hosszú ideje tevékenyen részt vesz a dubnai EAI-ben folyó RISZK spektrométer kísérletben. Ennek során hadronok atommagokkal való kölcsönhatását vizsgálják a periódusos rendszer széles tartományában, a lithiumtól az ólomig. Az eddigiekben azt tanulmányozták, hogy a hadron-atommag és hadron-nukleon ütközések végtermékeiben mennyi a negatív töltésű részecskék átlagos relatív multiplicitása a magon belüli rugalmatlan ütközések átlagos számának a függvényében. Megfigyelték, hogy több pozitív, mint negatív töltésű gyors részecske keletkezik, és arányuk növekedik a target tömegszámának a növekedésével.

A dubnai EAI 2 méteres propán töltésű buborékkamrájával is hadron-hadron és hadron-atommag kölcsönhatásokat vizsgáltak. A 40 GeV/c impulzusú negatív pionok nukleonokkal és ^{12}C atommagokkal való kölcsönhatásánál meghatározták a keletkezett töltött pionok azimutális korrelációit egy- és többnukleonos eseményeknél a rapiditás függvényében. A kamrát 2-10 GeV/c nukleon impulzusú p, d, ^4He és ^{12}C részecskékkel besugározva a részecskék tantál atommagokkal való kölcsönhatását tanulmányozták. A kísérletek során megmérték a keletkezett negatív pionok impulzus- és szögeloszlását, valamint a nagy szögekben kilépő protonokkal való korrelációját.

Kutatóink egy csoportja a CERN-ben az Európai Müon Együttműködés (EMC) munkájában vesz részt, amelynek célja a müon-nukleon szórás vizsgálata a CERN nagyenergiás müon nyalábjához épített detektorrendszer segítségével. Az együttműködés résztvevői nagy pontossággal meghatározták a proton ún. struktúra függvényét, amely a protonban jelenlévő elemi alkotórészek (kvarkok) impulzuseloszlását jellemzi. Meghatározták továbbá a nukleonokban jelenlévő kvarkok "íz" (flavor) összetételét, kimutatva ezek között az utóbbi évek részecskefizikájában fontos szerepet játszó ún. "bájos" (charmed) kvarkot. A világon elsőnek sikerült kimutatni a müon-szórásban a kvarkokat összetartó erőter kvantumait, a gluonokat. A reakcióban keletkező hadronok vizsgálata arra utal, hogy a kvantum-szindinamika helyesen írja le a kvark-gluon kölcsönhatást.

A mérések második szakasza 1981-ben indult meg, miután az addig használt spektrométer kibővült egy 2 m hosszúságú streamer-kamrából és elektronikus detektorból álló vertex detektorrendszerrel. Az új berendezés lehetővé teszi a teljes hadronikus végállapot mérését, és így teljesebb kép nyerhető a kvarkok közötti kölcsönhatásról.

A Bologna-CERN-München-Saclay együttműködés keretében kutatóink megmérték a nukleonok strukturafüggvényét a müonok szén-atommagokon történő szóródásában. Meghatározták a pozitív és negatív müonok hatáskezesztetésének különbségét, és ez a kísérleti adat az elektromágneses és gyenge kölcsönhatások egyesített elméletének egy újabb alátámasztása.

1982 folyamán kutatóink egy csoportja bekerült a CERN S. Ting Nobel-díjas professzor által vezetett munkacsoportjába. Ez a team 1986-tól a genfi LEP gyorsítónál fog elektron-pozitron szembeütköztetéseket tanulmányozni minden eddigi kísérletnél nagyobb energiákon.

Az elméleti részecskefizikai kutatások alapvető célja szintén az anyag végső alkotórészei közti kölcsönhatások felderítése és annak ismeretében a részecskék tulajdonságainak kvantitatív leírása. Ezen belül intézetünkben a kutatások két fő témaköre a térelméletek matematikai tulajdonságainak vizsgálata, valamint a kvantum-szindinamika alapján a hadronok szerkezetének leírása.

A klasszikus térelmélet keretében sikerült egy általános módszert kidolgozni, amely lehetővé teszi tetszőleges számú mágneses monopólust tartalmazó megoldás megszerkesztését. Ennek és az ezzel összefüggő további eredményeknek a későbbiekben fontos szerepe lehet a kvantum-térelméleti kutatások egyes irányzataiban.

Szovjet és kanadai kutatókkal együttműködve kutatóink megmutatták, hogy az additív kvark-modell jól írja le a nagyenergiájú hadron-hadron és hadron-atommag kölcsönhatásokat, valamint a gyenge kölcsönhatás több tulajdonságát.

A CERN kutatóival együttműködve hiperonok szemileptonikus bomlásaihoz meghatároztuk a sugárzási korrekciókat a Dalitz plot azon pontjaiban, amelyekre a kísérleti eredmények kiértékelésénél van szükség.

Jelenleg az érdeklődés középpontjában a kvantum-szindinamika áll, és a fő cél az elmélet alapján a hadronok spektrumának leírása és a hadronok szerkezetének értelmezése. A fellépő matematikai nehézségek miatt az elmélet rácson való megfogalmazásával és numerikus módszerek alkalmazásával kísérleteznek a kutatók. E vizsgálatok terén intézetünkben is jelentős erőfeszítések történtek és számos fontos eredmény született.

Mivel a hadrontömegek számítására perturbatív módszerek nem alkalmazhatók, más, matematikailag megbízható módszereket kell találni. Ilyen lehetőség az elmélet diszkrét tér-idő rácson való megfogalmazása; ez utat nyit a statisztikus fizikából jól ismert nemperturbatív módszerek, mint pl. a Monte Carlo szimulálás vagy magashőmérsékletű kifejtés, alkal-

mazására. E két módszer kombinációjából született az ún. "hopping paraméter" szerinti kifejtés. Kutatóink elsőként mutattak rá arra a fontos körülményre, hogy a véges rácson végzett numerikus számítások a felületi effektusokra igen érzékenyek.

A nehézségek kikerülésére folyamatban van egy másik közelítő módszernek - a sztochasztikus kvarkpályák módszerének - a kidolgozása is. A módszer alkalmazhatósága már ellenőrzésre került egzaktul megoldható modellek esetén.

Igen érdekes eredmény adódott a tiszta SU(2) rács mértékelméletben, ahol a véges hőmérsékleten végbemenő kvarkfelszabadító fázisátalakulás egy globális szimmetria sérülésével hozható kapcsolatba.

2. MAGFIZIKA

A magfizikai alap kutatások fő célja intézetünkben a magreakciók dinamikájának vizsgálata mind kísérleti, mind pedig elméleti módszerekkel. Az egyes magreakciók mechanizmusának a felderítése egyrészt hozzájárul az atommagok szerkezetének egyre pontosabb megismeréséhez, másrészt lehetővé teszi a folyamatok részletes elméleti leírását a rendelkezésre álló egzakt formalizmus, vagy annak hiányában különféle heurasztikus modellek alapján.

A magreakciók kísérleti vizsgálatában az érdeklődés egyre inkább a magasabb bombázó energiák felé fordul, mivel az energia növekedtével egyrészt új mechanizmusok jelennek meg, másrészt a relativisztikus energiákhoz közeledve remény van arra, hogy a hadronok belső szerkezetéből eredő hatások magfizikai módszerekkel is észlelhetők lesznek. Az intézetünkben folyó vizsgálatok az alacsony ($E < 5$ MeV) energiáktól egészen a nagy ($E > 10$ GeV) energiáig terjednek. Természetesen ez utóbbi esetekben a kísérleti munka, akárcsak a részecskefizikában, nemzetközi együttműködésben folyik.

Az intézetünkben működő 5 MV-os Van de Graaff gyorsítóberendezésnél az alkalmazott kutatásokon kívül főként magspektroszkópiai vizsgálatokra nyílik lehetőség. Az izobár analóg rezonanciák vizsgálatával megismert és bevált módszerek alkalmazásával sikerült tanulmányozni a ^{24}Mg atommag izoskalár kvadrupól óriás rezonanciájának szerkezetét.

A direkt magreakciók mechanizmusának vizsgálata tipikus ciklotron energiákon könnyű bombázó részecskékkel a hamburgi egyetem kutatóival együttműködésben folyik. A konkrét vizsgálatok célja a ^3He atommagok könnyű magokon történő rugalmas és rugalmatlan szórásának tanulmányozása, valamint a páros tömegszámú szamárium izotópokon végzett (p,t) reakciók leírása. Ez utóbbi mérésekben a kétlépéses folyamatok szerepét és járulékanak fontosságát a kvantitatív leírásban sikerült meghatározni.

A közepes energiák tartományában a dubnai EAI-vel együttműködve 670 MeV energiájú protonokkal kiváltott (p,d,d) típusu magreakciókat vizsgál-

tak kutatóink ${}^6\text{Li}$ és ${}^7\text{Li}$ atommagokon. A végállapotban keletkező két deuteron nagyszögű szórás geometriában detektálták. A kísérleti eredmények azt mutatják, hogy a reakció során a maradék mag nagy valószínűséggel alapállapotban marad, és a keletkezett deuteronok energiaspektruma a kvázi-szabad $p+t \rightarrow d+d$ pick-up reakciókra jellemző alakokkal rendelkezik. A kvázi-szabad pick-up reakció-mechanizmus domináns szerepét támasztja alá az a tény is, hogy az integrált hatáskeresztmetszet közelítőleg megegyezik a ${}^3\text{He}(p,d){}^2\text{H}$ pick-up reakció hatáskeresztmetszetével.

A leningrádi Magfizikai Intézet kutatóival együttműködve megmértük különböző atommagokból 1 GeV energiájú protonok hatására nagy szögekben, hátrafelé kilépő protonok polarizációját. A polarizáció értéke igen kicsi, ami azoknak az elméleti elképzeléseknek a helyességét támasztja alá, amelyek szerint a protonok bonyolultabb folyamatok (pl. többszörös szórás) következtében lépnek ki a bombázó részecskével közel ellentétes irányban a targetmagból.

A freiburgi egyetem munkatársaival közösen megmértük az 540 MeV energiájú neutronokkal bombázott ${}^{12}\text{C}$ atommagból nagy szögekben kilépő töltött részecskék spektrumát. A kísérletekre a Svájci Atommagkutató Intézetben (SIN) került sor. A kísérleti eredmények azt mutatták, hogy a protonok, deuteronok és tritonok energiaeloszlásának - a nagy energiájú protonokkal elvégzett kísérletek eredményéhez hasonlóan - exponenciális függvénnyel leírható alakja van.

A dubnai EAI-ben 8 és 15,2 GeV energiájú protonok, deuteronok és alfa-részecskék tantál atommagokkal történő ütközése során keletkező radioaktív izotópok keletkezésének valószínűsége jól egyezik a félempirikus Rudstam-formula alapján számított értékkel, a szupersűrű atommagok keletkezése nem volt kimutatható.

Az RMKI-ban folyó elméleti magfizikai kutatásokban két fő irányzat alakult ki. Az egyik irányzat, kihasználva a nemrelativisztikus sokrészecske szóráselmélet rendkívül gyors fejlődését, a rendelkezésre álló egzakt matematikai módszerek pontos kvantitatív leírása vagy az egzakt elmélet alapján újra fogalmazza a magreakciók elméletének hagyományos eljárásait. Ennek az irányzatnak az eredményei közé tartozik a teljesen off-shell radiális Lippman-Schwinger integrálegyenlet megoldásának zárt alakban történő megadása, a t-mátrix off-shell elemeinek explicit kifejezése a szórás hullámfüggvényekkel, valamint az off-shell fázisfüggvények meghatározása az on-shell fázisfüggvények segítségével.

A korábban már jól bevált extrapolációs technikát a polarizációkra alkalmazva tanulmányozható a deuteron és triton alapállapotának D-hullámu komponense, valamint egy új kísérleti módszer javasolható a neutron-neutron kölcsönhatás szórás paramétereinek meghatározására.

A háromtest-probléma matematikai elméletének alkalmazásával sikeresen leírhatók a ${}^9_{\Lambda}\text{Be}$ és ${}^9_{\Sigma}\text{Be}$ hipermagok mint effektív háromtest-rendszerek,

a háromnukleon rendszer szórási állapotainak, illetve azok polarizációs állapotainak numerikus vizsgálata a Faddeev-egyenletek megoldásával pedig az említett mennyiségeknek a nukleon-nukleon kölcsönhatás tulajdonságaitól való függésére szolgáltat egyre részletesebb információt.

Az egzakt sokrészecske szóráselmélet keretében kidolgozásra került az azonos részecskék szórásának szigoru matematikai elmélete időfüggő tárgyalásban az un. két Hilbert-tér formalizmus keretében, valamint több, a magreakciók elméletében használatos modellt ill. közelítő módszert sikerült szigoru elméleti alapokra helyezni.

A másik kutatási irányzat a nagyenergiás (0,1-12 GeV/nukleon) nehézion reakciók dinamikájának vizsgálata. Ez a problémakör több szempontból is érdekes. Egyrészt az új nagyteljesítményű gyorsítóberendezések mellett tömegével születnek az interpretálásra váró kísérleti eredmények, másrészt a relativisztikus energiák miatt remény van arra, hogy a hadronok szerkezetéből eredő effektusokat magfizikai rendszerekben tanulmányozhassák. Mivel ma még nem áll rendelkezésre egzakt relativisztikus sokrészecske szóráselmélet, az elméleti vizsgálatok szükségképpen egyszerű vagy egyszerűsített heurisztikus modelleken alapulnak. E modellek alkalmazhatósága természetesen csak a kísérleti eredményekkel való összevetés útján ellenőrizhető.

A 0,1-2,1 GeV/nukleon energiatartományban kidolgozásra került a nehézion ütközések egy háromdimenziós hidrodinamikai és párolgási modellje. A modellnek a kísérleti eredményekre való alkalmazása a maganyag kollektív folyásának lehetőségét jelzi. Nagyobb energiájú ütközésekben a részleges termalizáció leírására a modellt továbbfejlesztve egy három-folyadék komponensű hidrodinamikai modell született meg.

A közepesen nagy energiájú ütközésekben fontos szerep jut a hadrokémiai egyensúlyhoz való közeledés tulajdonságainak. A részletes vizsgálatok azt mutatják, hogy az ütközések során csak a termikus egyensúly állhat be az ütközés ideje alatt. E nemegyensúlyi modell alapján meghatározható a kirepülő nukleonok, deuteronok, pionok és ritka részecskék spektruma és az a kísérleti adatokkal jó egyezést mutat. A modell keretében vizsgálható továbbá a delta rezonanciák szerepe a pionkeltési folyamatban.

Az ütközések során kialakuló forró és hideg maganyag között fellépő lökeshullám tulajdonságait a 0,4-1,0 GeV/nukleon energiatartományban vizsgálták. A táguló tüzgolyóban fellépő árnyékolás hatása a proton spektrumban jelentkezik. E vizsgálatok során a maganyag Walecka-féle modelljét sikerült általánosítani anizotróp impulzuseloszlás esetére.

A nehézion-ütközések vizsgálatában a fenti eredményeket kutatóink a Niels Bohr Intézet, a frankfurti egyetem, a darmstadti GSI, és a rossendorfi ZfK kutatóival közösen érték el.

3. KOZMIKUS FIZIKA

A kozmikus sugárzás kutatásának intézetünkben nagy hagyományai vannak, hiszen azt három évtizeddel ezelőtt a néhai Jánóssy professzor indította meg. Kezdetben e vizsgálatok fontos szerepet játszottak a nagy-energiájú részecskék kölcsönhatásának megismerésében. A nagy gyorsító üzembehelyezésével ez a szerep háttérbe szorult. E kutatási terület ma már elsősorban a kozmoszban végbemenő fizikai jelenségek vizsgálatát öleli fel.

Intézetünk tudományos tevékenysége e téren két fő területre összpontosul. A hagyományos kutatási témák közvetlen folytatásának tekinthető a töltött primer kozmikus sugárzás galaxis- és naprendszer-beli terjedésének vizsgálata. A másik terület bolygók (köztük elsősorban a Vénusz) légkörének tanulmányozása, valamint az üstökösök fizikai modelljének kidolgozása.

A 10^4 eV energiájú primer kozmikus sugárzás galaxis-beli irányeloszlásának meghatározására 1978 óta közös magyar-szovjet-bolgár mérés folyik a SZUTA Lebegyev Fizikai Intézetének Tien-San hegységbeli Magashegyi Kutatóállomásán. A mérőberendezés minden észlelt zápor irányát egyedileg meghatározza kb. 5° -os szögfelbontással. Ezt a technikát eddig csak jóval nagyobb energiáknál alkalmazták. Az alacsonyabb energia miatt jobb statisztika reményt nyújt arra, hogy a galaxis-beli anizotrópia szerkezetét sikerül az eddigieknél nagyobb pontossággal felderíteni. A mérések kezdete óta több, mint 30 millió észlelésére került sor, az adatok feldolgozása folyamatban van.

A Budapesten 40 m vizekvivalens mélységben üzemeltetett műontelezkóp a szoláris hatások felső energiatartományának (50-200 GeV) vizsgálatát teszi lehetővé. A budapesti, és a hasonló, de a déli féltekén lévő hobarti (Ausztrália) teleszkóp adatainak a kombinálásával kísérlet történt a galaktikus és szoláris eredetű anizotrópia szétválasztására. A vizsgálatok alapján az 1978. február 18-án regisztrált hirtelen intenzitáscsökkenést a terjedésben kialakuló lökéshullámrendszer tulajdonságaival sikerült kapcsolatba hozni.

A témakörrel kapcsolatos elméleti kutatások elsősorban a töltött részecskéknek a bolygóközi mágneses térben történő terjedését vizsgálták. Az USA Arizona Egyetemének kutatóival közösen a szoláris eredetű részecskék "pitch-angle" szóródásának leírását a Fokker-Planck egyenlet numerikus megoldásával végezték el kutatóink. Az eredmények azt mutatják, hogy erős szórás esetén a térbeli diffúziós közelítés igen pontos leírást tesz lehetővé.

A galaktikus eredetű részecskék modulációjában a vizsgálatok szerint fontos szerep jut a driftnek. A modulációs egyenlet numerikus megoldásából következik, hogy - a korábbi sejtésnek megfelelően - a bolygóközi mágneses tér szerkezete fontos hatásokhoz vezet. A semleges réteg hullám-

zása alapvető szerepet játszik magasabb energiákon is, ahol a részecskék terjedését elsősorban a szabályos mágneses térkomponens irányítja.

A kisenergiájú ($<0,5$ GeV) részecskesugárzás vizsgálata ma már közvetlen űrbeli mérések alapján történik. Az intézetünkben folyó űrkutatási tevékenység széles körű nemzetközi együttműködésben folyik. Legfontosabb együttműködő partnereink az IKI (Moszkva), a Max-Planck Institut für Aeronomie (Lindau), a NIIJAF (Moszkva), a Christian Albrechts Egyetem (Kiel), a Michigan Egyetem (Ann Arbor, USA).

Az ISEE-3 műhold alacsonyenergiás adataiból a 35 keV és 1,6 MeV energiák közötti proton spektrum tulajdonságai vizsgálhatók. Megállapítást nyert, hogy a lökéshullám környezetében a protonspektrum eltér az exponenciális ill. hatványfüggvény alaktól - így a gyorsítási mechanizmus a korábban véltnél jóval alacsonyabb energiáig érvényes. További érdekes eredmény az, hogy az 1978. január 1-i flare-t követő részecskeseemény nem magyarázható kizárólag drift gyorsítással. A Prognosz-6 műhold és a Helios 1 és Helios 2 űrszondák egyidejű, de különböző helyen végzett méréseit kiértékelve sikerült meghatározni a részecsketerjedésre jellemző bolygóközi és koronális diffúziós együtthatókat. A fontos eredmények közé tartozik még az 1976. december 17-i részecskeseemény során a proton és elektron eloszlásokban észlelt anizotropia interpretálása, valamint a lökéshullámok plazma paraméterei és a gyorsított protonok fluxusa közötti korreláció felderítése.

Az űrkutatási témák közé tartozik a Vénusz exoszférajának, az üstökösmagok napszéllel való kölcsönhatásának, valamint az üstökösök fizikai tulajdonságait leíró modelleknek a vizsgálata.

A Vénusszal kapcsolatos elméleti vizsgálatok alapján sikerült kimutatni a nappali oldalon egy alsó határ létezését az ionopauza magasságában, valamint a töltéscsere fontos szerepét az ionopauza felett kialakuló mágneses barrier megjelenésében. A Pioneer Venus Orbiter éjszakai oldali ionoszféra adatainak interpretálására intézetünk kutatói is részt vettek egy kétdimenziós modell kidolgozásában a horizontális sebességek empirikus értékeinek felhasználásával.

Az üstökösök kutatása intézetünkben csak a legutóbbi időkben kezdődött el. E kutatásoknak rendkívüli aktualitást ad a Halley üstökös 1986-ban esedékes visszatérése. Intézetünk a VEGA projekt keretében (1. külön cikk) nagy nemzetközi együttműködésben vesz részt a visszatérő üstökös kísérleti vizsgálatában. Az üstökösök elméleti vizsgálata terén az üstökös magjának és közvetlen környezetének fizikai modellezésével kezdtünk el foglalkozni. Annak feltételezésével, hogy a felszint vékony porréteg borítja, értelmezni lehetett az üstökös fényességváltozásait. A porszemcsék méreteloszlása a perkolációs elmélet alkalmazásával megjósolhatóvá vált. Kimutattuk, hogy a töltéscserélő reakciók lényeges szerepet kapnak a napszél az üstökös ionoszférájától elválasztó kontakt felület kiala-

kitásában. A kidolgozott üstökös modell olyan új analitikus megoldást enged meg, amely az ionizációs és rekombinációs folyamatokat is figyelembe veszi.

Tágabb értelemben a kozmikus térség fizikájához tartozik a relativitáselmélet és az asztrofizika is. Intézetünkben egy igen sikeres elméleti csoport működik, amelynek kutatásai részben klasszikus gravitációelméleti problémák, részben kvantumgravitációs problémák megoldására irányulnak.

A kutatócsoport elsőként végezte el az Einstein-féle gravitációs egyenletek spinegyütthetős alakjának az integrálását olyan esetben, amikor a gravitációs sajátirányok nem geodetikusak, továbbá megvizsgálták a fényszerű Killing-vektort megengedő gravitációs tereket. Sikertült összefüggéseket feltárni a relativisztikus okság és a téridő metrikus szerkezete között, továbbá korlátokat nyerni kauzális téridők anyageloszlására.

A Pittsburgh Egyetem (USA) kutatóival együttműködve kiterjedt vizsgálatok folytak a gravitáció kvantumelmélete terén a Penrose-féle twistor formalizmusban. Sikertült levezetni a Newman-Unti-Tamburino féle ürestér megoldás általánosítását, amely folyadék energia-impulzus tenzorát tartalmazza. Számos további eredmény született a több twistorral leírt rendszerek szimmetria tulajdonságainak tisztázása, valamint a konformisan sík terű stacionárius téridők vizsgálata terén. A gravitáció kvantumelmélete térelméleti vonatkozásainak vizsgálatában szintén több értékes eredmény született.

4. FUZIÓS KUTATÁSOK

Az elmúlt másfél évtizedben rendkívül megnövekedett az érdeklődés a fúziós kutatások iránt, abban a reményben, hogy a termonukleáris reakciók a nem túl távoli jövőben felhasználhatók lesznek üzemi méretekben energiatermelésre. Az intézetünkben folyó fúziós kutatások alapja az MT-1 tokamak berendezés. Kutatásaink célja a tokamak berendezésekben lejátszódó plazmafizikai folyamatok vizsgálata és mélyebb megértése, valamint olyan plazmadiagnosztikai módszerek kifejlesztése, amelyek a jelenleg épülő, vagy tervezés alatt álló nagyobb berendezéseken is alkalmazhatók. Fúziós kutatásainkban jelentős segítséget kaptunk szovjet intézetektől, valamint jelenlegi munkánk is szovjet-magyar együttműködésben folyik. Együttműködő partner-intézményeink a moszkvai Kurcsatov Intézet és a leningrádi Joffe Intézet.

Fúziós kutatásaink két fő téma köré csoportosíthatók: egyik a tokamak berendezésekben lejátszódó folyamatok vizsgálata, másik a plazma-fal kölcsönhatás tanulmányozása. Ez utóbbi téma kutatása magfizikai módszerekkel folyik, így annak ismertetésére az alkalmazott magfizikai kutatásoknál fogunk kitérni.

Az MT-1 tokamakokon kutatóink vizsgálták a plazma instabilitásait. E vizsgálatok során egy olyan új, anomális periódikus diszrupció jelenséget észleltek, amelyhez némileg hasonlót velünk egyidőben két másik tokamak berendezésnél is felfedeztek. Erről az eredményről egy külön cikkben is beszámolunk, itt most csak az említendő, hogy méréseink szerint a jelenség eredete nem lehet a járulékos fűtés, mivel ilyen az MT-1 berendezésen nincs.

Szovjet kutatókkal közös mérések során a leningrádi Joffe Intézet TUMAN-2 tokamak berendezésén a plazmából kijövő semleges atomnyaláiban sikerült olyan jellegű fluktuációkat találni, mint amelyeket korábban a plazma lágy röntgen sugárzásában mutattak ki. A görbe alakja alapján fűrészfog-rezgésnek nevezett jelenség a plazma belsejében lezajló átrendeződésekre utal. Ezt eddig csak elektromágneses sugárzásban vizsgálták. Jelentős új eredmény, hogy ez a néhány tized ms periódusidejű rezgés a korpuszkuláris sugárzásban is kimutatható. E mérések közelebb vihetnek a jelenség okának megértéséhez és annak eldöntéséhez, hogy valóban fel-lép-e hőmérsékleti fluktuáció a plazma belsejében.

A forró tokamak plazma lézeres diagnosztikájához szükséges a lézerefény és a plazma kölcsönhatásának ismerete. E kölcsönhatás tulajdonságaihoz fontos adalék a lézerefény önfókuszálásának a vizsgálata. A korábbi mérésekben a saját maga által létrehozott szikrán áthaladó lézerefény intenzitásának időbeli változása volt a vizsgálat tárgya, és sikerült kimutatni annak elkeskenyedését és egyidejű erősödését. Az újabb mérések meghatározták az előre, hátra, illetve oldalra szórt fény spektrális eloszlását és időfüggését. Az eredmények azt mutatják, hogy a keletkező plazma haladása lelassul az előre fókuszálódó keskeny nyaláb megjelenésekor, és ez kielégítően értelmezhető a "robbanási hullám" modell alapján. Így megerősítést nyert, hogy a fényimpulzus keskenyedése valóban az önfókuszálás eredménye.

5. ALKALMAZOTT MAGFIZIKA

A magfizikai mérés technika módszereinek alkalmazása különféle nem magfizikai problémák vizsgálatánál is egyre szélesebb körben válik alapvető fontosságúvá. Ennek a tendenciának megfelelően intézetünkben is igen kiterjedt "alkalmazott magfizikai" kutatás folyik, amely kihasználja az intézet jellegéből következő szerencsés adottságokat. Az alkalmazott technika szerint e kutatások a következő témák köré csoportosíthatók:

- i/ korszerű felületvizsgáló módszerek alkalmazása a fúziós kutatásokban ("plazma-fal kölcsönhatás" vizsgálata)
- ii/ pozitron annihilációs vizsgálatok szilárd fázisú anyagokban

iii/ Mössbauer spektroszkópia alkalmazása szilárd fázisu anyagok és lefagyasztott oldatok vizsgálatára.

A plazma-fal kölcsönhatás vizsgálata a fúziós kutatások fontos része. Az alapvető cél annak a megállapítása, hogy a tokamakban keletkezett plazma részecskéi a készülék falába csapódva, abban milyen szerkezeti változásokat illetve károsodást (erózió) hoznak létre. E vizsgálatok egy része modellkísérlet, azaz a fal anyagából készült mintát különböző ionnyalábokkal sugározzák be, és vizsgálják a felület erózióját. A modellkísérletek mellett különböző minták a tokamak berendezésben is elhelyezhetők, és megfelelő számú kísérlet után a minta állapota a berendezésből kivéve külön is megvizsgálható.

A kísérleti tapasztalatok szerint anyagfelületeket intenzív ionnyaláb bombázásának kitéve, az erózió a kísérleti körülményektől függően többféle formát vehet fel, ezek a hólyagosodás ("blistering"), lehámlás ("exfoliáció"), pelyhedzés ("flaking"). Az erózió mechanizmusa igen változó lehet, és annak felderítése rendkívül fontos az anyagtechnológia számára.

Kutatóink a különböző modellkísérletekben hélium nyalábbal bombázott arany, rozsdamentes acél, iconel és fémüveg mintákon végeztek vizsgálatokat a 0,8-4 MeV energiatartományban. Különösen fontosak a 3,52 MeV energián végzett vizsgálatok, mivel ilyen energiájú hélium ionok keletkeznek a d+t fúziós reakcióban a tokamak plazmában. A vizsgálatok tisztázták a felület eróziójának a mechanizmusát a választott energiatartományban, és kritikus dózist határoztak meg. Tanulmányozható volt továbbá az eróziós folyamatok energiafüggése.

Váratlan és érdekes eredményt adott a különböző összetételű fémüvegeken végzett hélium bombázás. 1-2 MeV energiájú nyalábbal, nagy dózissal (10^{18} ion/cm²) besugározva a mintákat, jellegzetes hullámos felület alakult ki a lehámló réteg alatt. A fő eróziós folyamatnak az exfoliáció és flaking bizonyult, és az amorf anyag ellenállóképessége a kristályos anyagnál mintegy 70 %-al nagyobbak adódott.

Az MT-1 tokamakban elhelyezett szilícium lemezkére több száz kísérlet alatt lerakódó anyagot Rutherford-visszaszórás (RBS) és channeling módszerrel, valamint az ellipszometria alkalmazásával vizsgáltuk. Sikerült meghatározni a plazmától való távolság függvényében a felületre lerakódott Fe, Cr, Mo, Cu, Cd, D és O mennyiségét. A radiális eloszlás alakjából a szennyező atomok keletkezési mechanizmusára lehet következtetni.

A pozitron annihilációs kutatások fő témája az elmúlt években a pozitron-trapping jelenség tanulmányozása volt, és annak felhasználása szilárd fázisu anyagok hibaszerkezetének vizsgálatára. Sikerült kimutatni, hogy a fémüvegek amorf és kristályos fázisában egyaránt jelentős mennyiségű hibahely van. A hibahely-eloszlás és az előállítás legfontosabb jellemzője, a hűtési sebesség között korreláció tapasztalható. A fém-

üvegeken kívül vizsgálatok történtek még amorf $Ni_{1-x}P_x$ és kristályos Ni minták, valamint Zn+Se és Zn+S örlmények esetén is.

A Mössbauer spektroszkópia fő alkalmazási területe a rezonáns mag környezetében fellépő elektromos és mágneses terek vizsgálata. A módszer általánosan elterjedt a szilárd testek vizsgálatában, legyenek azok amorf vagy kristályos anyagok, vagy lefagyasztott oldatok.

Az elmúlt két évben kutatóink főként nagy spinszámú Fe^{2+} -sók lefagyasztott oldatait tanulmányozták. Mérések történtek entektikus koncentrációjú $Fe(ClO_4)_2$, $FeSO_2$ és $FeCl_2$ lefagyasztott oldatokon, $4,2^\circ K$ hőmérsékleten, külső longitudinális mágneses térben, 5T térerősség értékig. A Mössbauer-spektrumokat az $FeCl_2$ kivételével sikerült értelmezni egy olyan modell alapján, amely figyelembe veszi a Fe^{2+} ion ligandumterének az amorf környezet következtében létrejött, véletlenszerű eloszlását. Vizsgálatok történtek továbbá $CoCl_2$ lefagyasztott hig vizes oldatain is.

A szennyező atomok elhelyezkedése a félvezetőkben igen intenzíven tanulmányozott kérdés: a legutóbbi időben kutatóink is bekapcsolódtak ilyen vizsgálatokba. Azt vizsgálták a Mössbauer spektroszkópia és a channeling módszer kombinálásával, hogy a szilíciumba diffundáltatott Co atomok hogyan helyezkednek el a kristályrácsban. A mérések szerint a Co atomok 77 %-a szubtitúciós helyre épül be, és epitaxiális $CoSi_2$ klasztereket alkot a kristályrácsban. Meg kell még említeni, hogy a felületek vizsgálatára intézetünkben üzembe állítottak egy konverziós elektron Mössbauer spektroszkópia (CEMS) használatán alapuló detektort és megindultak az ilyen irányú vizsgálatok.

Az intézetünkben szerény keretek között folyó biofizikai kutatásokban szintén jelentős szerep jut a magfizikai mérési módszerek alkalmazásának, bár az eredmények interpretálása már a biológia feladata. Biofizikai kutatócsoportunk két fő témakörben munkálkodott. Egyrészt az intézet Van de Graaff generátoránál nukleáris analitikai méréseket végeztek, másrészt előkészületek történtek az elemi neuron-hálózatok vizsgálatára.

Az MTA Állategészségügyi Kutatóintézetével együttműködve méréssorozat indult be csirkék hus-, máj- és vérmintái elemösszetételének vizsgálatára a részecskék keltette röntgensugárzás (PIXE) módszerével. A vizsgálatok azt kívánják tisztázni, hogy az állatok tápjába kevert "premixek" összetevői milyen mértékben jelennek meg a szövetekben és a vérben, valamint milyen mértékű nyomelem tuladagolás vagy elvonás okoz a hus minőségében észrevehető változást. A PIXE mérések mellett radioaktív forrással gerjesztett röntgenfluoreszcenciás analízisek is történtek.

Az elemi neuronhálózatok zavarmentes vizsgálatához idegsejtszövet steril körülmények közti növesztésére van szükség. Ebből a célból steril idegsejt-tenyésztő laboratórium létesült, amelyben előállított tenyészeteket az optikai fluoreszcens mikroszkópia segítségével fogják vizsgálni.

A végső cél a szinaptoszómák vizsgálata, amely során szerzett ismeretek elősegíthetik az ingerületátadás mechanizmusának megértését.

6. MŰSZAKI HÁTTER

Az intézetünkben elért eredményekben alapvető szerepe van annak a tevékenységnek, amelyet a Technikai Főosztály (TFO) végez. A TFO hagyományos feladata a magfizikai és részecskefizikai kutatásokhoz szükséges műszaki háttér megteremtése. Ezen belül a konkrét feladatok közé tartozik a kísérletekhez nélkülözhetetlen, speciális és nagy bonyolultságu elektronikus berendezések megtervezése és létrehozása. A tevékenységben jelenleg az űrkutatáshoz szükséges műszerek és berendezések létrehozása a domináns.

A nemzetközi VEGA programban való részvétellel egy külön cikk foglalkozik, itt most csak a Főosztály magas műszaki színvonalát fémjelző fontos alkotások leírására szoritkozunk.

A részecskefizikai kutatások részére került kifejlesztésre a Főosztályon a RIMA berendezés, amely a különböző részecskék kölcsönhatásairól készült streamer-kamrás felvételek automatikus kiértékelésére készült. A kép érzékelését egy 1728 darab, egyvonalban elhelyezkedő fényérzékelő elemet tartalmazó CCD (Charge Coupled Device) integrált áramkör végzi. A szokásos TV kép sorirányú eltéréseinek megfelelő letapogatást a CCD elemei hajtják végre, a képirányú eltéréstnek megfelelő letapogatást a film lassu továbbítása valósítja meg. A CCD-ből sorosan kiléptetett analóg jeleket egy célszerűen megválasztott diszkriminációs szinttel összehasonlítva a kép fekete-fehérre digitalizálható. A digitalizálóból kijövő bit-sorozat a képelem processzorba kerül, amely meghatározza a képhalmazok helyzetét, a halmazok területét és végül a streamerek abszolút koordinátáit. Az így nyert korrelálatlan pontok halmazából a nyom-procессzor válogatja össze az egy nyomhoz tartozókat. A zavaró háttérpontok kiszűrése és az azonos nyomhoz tartozó képelemekből ún. "master"-pontok számolása újabb jelentős adatredukciót eredményez, ami a további adatfeldolgozást nagyon megkönnyíti.

A mérőrendszer igen fontos része a színes grafikus display és a hozzátartozó track-ball és funkció klaviatúra, ami lehetőséget nyújt a kiértékelés manuális elvégzésére is. Erre azért van szükség, mert mindig vannak olyan felvételek (sok, egymást keresztező nyom, igen halvány vonalak stb.), amit az automatika nem tud kiértékelni.

A műszaki fejlesztő munka további fontos része a sokszálas proporcionális kamrák és ezek jeleit feldolgozó rendszerek létrehozása. E munka keretében intézetünk a leningrádi Magfizikai Intézet részére $512 \times 512 \text{ mm}^2$ aktív felületű sokszálas proporcionális kamrát és adatgyűjtő elektronikát készített. A dubnai EAI-ben folyó BISZ-2 kísérlethez két $256 \times 256 \text{ mm}^2$

aktiv felületű, fokozott felbontóképességű proporcionális kamra készült és folyamatban van egy $2 \times 1 \text{ m}^2$ felületű nagy kamra építése.

A fenti nagyobb méretű munkák mellett számos egyéb műszer és készülék került kifejlesztésre, főleg a fúziós kutatások részére. Itt kell megemlíteni egy 8 csatornás jelalak-digitalizáló és egy 8 csatornás impulzuscsúcs-analizátor kifejlesztését. Mindkét CAMAC modul analóg-digitál konverterei 8 bit felbontásúak, és mindkét modul 64 Kbyte beépített memóriával rendelkezik. A nagy memóriakapacitás lehetővé teszi a gyors analóg-digitál konverterek által szolgáltatott nagymennyiségű adat átmeneti tárolását egy-egy mérési ciklus alatt

- * -

Az alábbiakban három témát részletesebben kifejtünk.

KVANTUM-SZÍNDINAMIKA RÁCSON

Hasenfratz Anna, Hasenfratz P., Kunszt Z.

A részecskefizika egyik legizgalmasabb területe az erős kölcsönhatások vizsgálata. Évek óta ismert az az elmélet, amely jelenleg az egyetlen jelölt az erős kölcsönhatások leírására: a lokális SU(3) gauge szimmetriájú kvantum-szindinamika (QCD).

Milyen fontosabb tulajdonságokkal kell rendelkeznie az erős kölcsönhatásokat leíró elméletnek? Talán a legalapvetőbb, hogy megmagyarázza a hadronokat felépítő kvarkok "kettős jellemét": a hadronon belül a kvarkok szabad részecskeként viselkednek - aszimptotikus szabadság -, de szabad kvarkot mégsem látunk, nem lehet kvarkot a hadronból eltávolítani - ez a bezárás jelensége.

A QCD perturbatív jóslatai - aszimptotikus szabadság, skálázás stb. - egyeznek a kísérleti eredményekkel. De a bezárás megértéséhez vagy például a hadronspektroszkópia meghatározásához a perturbatív módszerek nem alkalmazhatók.

K. Wilson 1975-ben javasolta a QCD diszkrét tér - idő rácson való megfogalmazását. Ezzel lehetőség nyílt olyan, a statisztikus fizikában jól ismert és részletesen tanulmányozott nem-perturbatív módszerek alkalmazása felé, mint például a Monte Carlo szimulációk vagy a magas hőmérsékleti sorfejtés.

Az elmúlt években nagy intenzitással kutatták a kvarkokat nem tartalmazó, úgynevezett tiszta SU(N) rács mértékelmélet tulajdonságait. Ezek a vizsgálatok mind alátámasztották azt az elképzelést, hogy a QCD az erős kölcsönhatásokat leíró elmélet. De teljesebb bizonyosságot csak a kvarkokat is tartalmazó elmélet vizsgálatától várhatunk.

A rácson végzett kvantum-szindinamikai számításoknál felmerülő problémák megértéséhez célszerű röviden áttekinteni a hadronok tömegspektrumának megértésére tett erőfeszítéseket.

Az ún. "erős csatolás" nyilvánvalóan nem realiztikus határesetében a hadront alkotó kvarkok közötti kölcsönhatás erőssége végtelen nagy, így azok nem tudnak egymástól eltávolodni. Ha a π és ρ mezon tömegének kísérleti értékét felhasználva rögzítjük a rácsállandót, a proton tömegére elfogadható érték adódik, míg a Δ -p tömegkülönbség a megfigyelt érték kb. tizedrésze.

Az erős csatolási limeszben a rács nagyon durva, a rácsállandó összemérhető a hadronok méretével. A rácsot tehát finomítani kell, ami re-normalizációs csoport analízis alapján a csatolási állandó csökkentését jelenti. Reális eredményt ott várhatunk, ahol a rácsállandó jóval kisebb a hadronok méreténél.

Véges csatolási állandó esetén a kvarkok már eltávolodhatnak egymástól, ezért a köztük ható gluon-tér szabadsági fokait is figyelembe kell venni. Ez a számítás nem végezhető el analitikusan. Monte Carlo-módszerrel azonban a véges rácson a releváns gluon-tér konfigurációkat szimulálni lehet, és ezen a háttéren kell a kvarkok mozgását végig követni. A módszer keretében kétfajta számítás használatos.

G. Parisi olasz kutató és csoportja a kvarkok mozgását leíró kifejezésekben fellépő bonyolult függvényt Monte Carlo-módszerrel számolja.

A mi csoportunk Hasenfratz Péter vezetésével ehelyett sorfejtéses módszert alkalmaz. A kifejtési paraméter (az ún. "hopping paraméter") azt méri, hogy az egyes kvarkok hány rácsállandónyit lépnek a rácson.

A számolást $8 \times 8 \times 8$ -as rácson végeztük. A kifejtés meghatározott véges rendjéig a kvarkok csak véges lépésre távolodhatnak el egymástól. Célunk az volt, hogy felösszegezzünk ezekre a megengedett utakra. Első változatban az összes lehetséges kvarkpályát összegyűjtöttük, a gluon-tér konfigurációkat pedig Monte Carlo-módszerrel szimuláltuk, $8 \times 8 \times 8$ -as rácson. Így a mezonokra 10, a barionokra 12 rendű sort kaptunk. Ilyen magas rendig a kvarkpályákat természetesen szintén komputerprogram határozta meg. Az eredmény azt mutatja, hogy bár a protontömeg közelebb kerül a kísérleti értékhez, a Δ -p tömegkülönbség változatlanul kicsi. Az olasz csoport hasonló méretű rácson végzett számításai ezt az eredményt megerősítették.

E számítások során azonban végig tisztázatlan volt a véges rács okozta felületi effektusok hatása. Erre derített fényt az a munka (P. Hasenfratz, I. Montvay, preprint NSD-ITP 82-135), amelynek során a "hopping" paraméteres kifejtés egy módosított változatában a mezonoknál a 24. rendig mentek el. A gluon-konfigurációkat ezuttal is $8 \times 8 \times 8$ -as rácson szimulálták, periódikus határfeltétel mellett. A kvarkok mozgását ezután ilyen rácson irták le. A számítások során kiderült, hogy az eddig használt kb. 8^3 méretű rács túl kicsi. Abban a tartományban, ahol már elég közel vagyunk a folytonos elmülethez, a 8^3 -os rács alig nagyobb egy átlagos hadron méreténél. Így a periódikus rácson a kvarkok erős alaguteffektussal átmennek a potenciál egyik völgyéből a másikba. Ez a jelenség hasonló ahhoz, amit a fémekben mozgó elektronok vizsgálatánál tapasztalunk. A gondos numerikus analízis a fenti fizikai képet teljes mértékben alátámasztotta. Az olasz csoport, saját eredményeit felülvizsgálva szintén meggyőződött erről.

Mindez azonban nem jelenti a rács-kvantumszindinamika kudarcát. Nagyobb rácson kell számolni ahhoz, hogy a határfeltételek hatása kellően kicsi legyen. Ennek természetesen határt szab a jelenlegi legnagyobb számítógépek véges memóriakapacitása és műveleti sebessége, de már jelenleg is folynak számítások $20 \times 20 \times 20$ -as és $24 \times 24 \times 24$ -es méretű rácson, amelyek végső analízise választ adhat az eddig felmerült problémákra.

LASSÓ, PERIODIKUS DISZRUPCIÓ TOKAMAK PLAZMÁBAN

Montvai A., Tegze M., Vdlyi L.

A véges méretű plazma-mágnes tér rendszerek makroszkópikus stabilitásának vizsgálatánál igen fontos szerepet játszanak a plazma nem ideális viselkedését meghatározó tulajdonságok, mint például a véges vezetőképesség és a véges Larmor sugár. Bár az elméleti modellek kiterjesztése ezeknek a tulajdonságoknak a figyelembevételével már a hatvanas években megtörtént, és ez a kiterjesztés új, meghatározott körülmények között instabillá váló szabadsági fokok létezésére utaló eredményekkel járt, a közvetlen kísérleti igazolás még mindig nem történt meg, illetve jelentős eltérések mutatkoznak az elméleti következtetések és a mérési eredmények között.

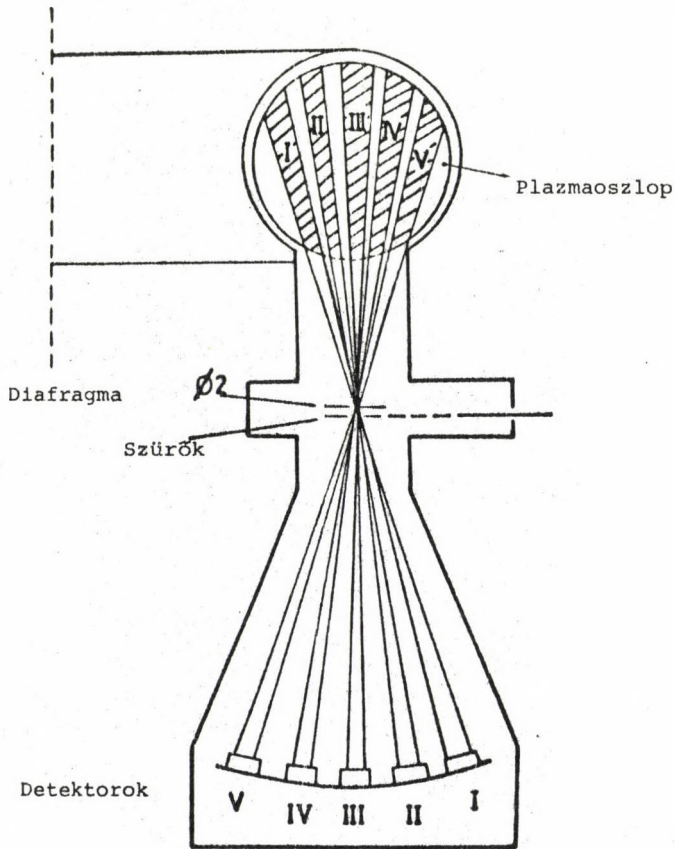
A nem ideális viselkedés tanulmányozására - a termonukleáris fúzió szempontjából is fontos mágneses összetartó rendszerekben, mint pl. a tokamak - két közvetlenül mérhető jelenségcsoport áll rendelkezésünkre: a Mirnov oszcilláció és a belső diszrupciónak, fűrészfogásnak nevezett jelenségkör.

Ez utóbbi jelenléte kvalitatíve igen egyszerűen értelmezhető. A tokamak típusu plazma-mágnes tér rendszerben a magnetohidrodinamikai (MHD) értelemben stabilis állapot nem stacioner állapot a plazmaoszlop energetikai folyamatait meghatározó dinamika szempontjából (fűtés, energia-transzport, energiadiszipáció, stb.). Az az állapot viszont, amelyik felé ezek a folyamatok a plazmaoszlop fizikai állapotát fejlesztik, egyértelműen instabil MHD szempontból¹.

A plazmaoszlopnak a kisülés folyamán állandósuló állapotában ezért a lokális és integrális fizikai jellemzők a két határállapot közötti, erőteljesen nemlineáris rezgést mutatnak. Ez a folyamat lényegében a kisülés minden paraméterében jelentkezik, és az alapjel jellegzetes, fűrészfog alakú modulációjának mérésével vizsgálható.

Az elmúlt évek eredményei alapján skálaszabályokat lehetett kialakítani a belső diszrupció folyamatának fizikai jellemzőire: az ismétlődési frekvencia, a moduláció amplitúdó- és fázisviszonyai, és az adott tokamak üzemi paramétereinek összefüggésére^{2,3}. A tapasztalatok alapján a folyamat dinamikájáról is kialakult egy modell, melynek lényege az, hogy a plazmaoszlopban kialakuló mágneses tér szerkezete és a plazmaoszlop elektromágneses hőmérséklet- és sűrűségeloszlása megy át periodikus változásokon¹.

A még nyitott kérdések vizsgálatára az MT-1 tokamakon intézetünk kutatóinak egy csoportja átfogó kísérleti programot indított be. E kísérletek egy jelentős új szakaszának eredményeiről számolunk itt be. A mérések céljaira felhasznált mérőberendezés egy ötcsatornás, a plazmaoszlop röntgen sugárzására érzékeny detektorrendszer volt (1. ábra).

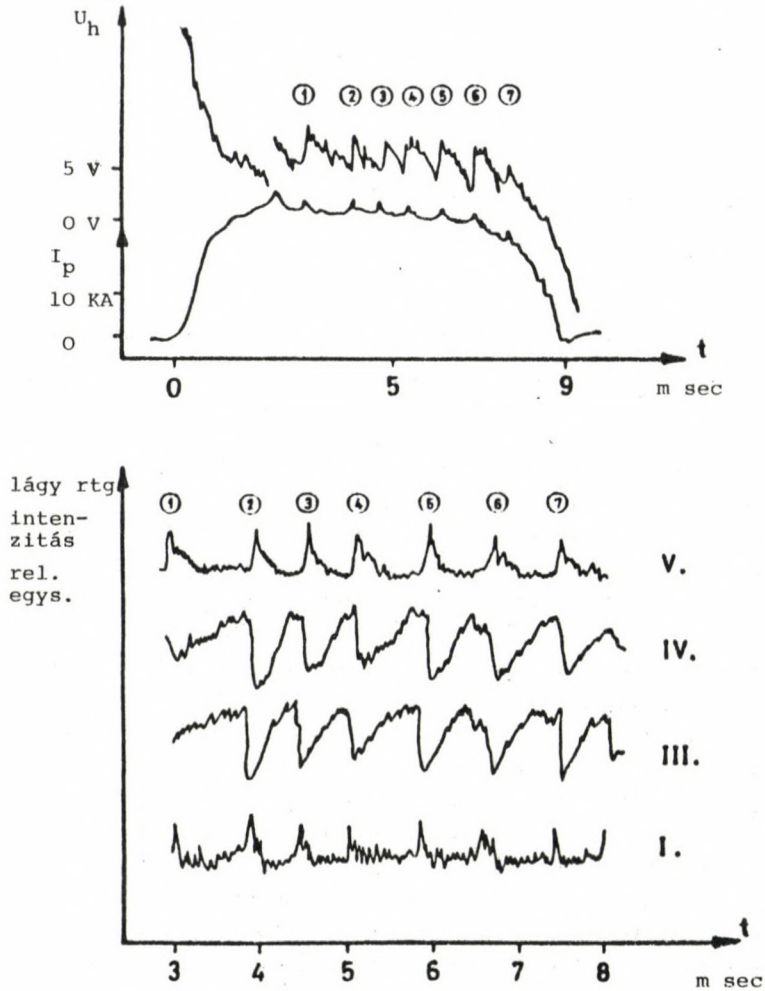


1. Ábra

Az MT-1 tokamakon kialakított, a lágy röntgen sugárzás mérésére szolgáló detektor-rendszer

A mérési tervet úgy állítottuk össze, hogy lehetőség nyíljon a fűrészrezgés átmeneti állapotainak a vizsgálatára is, ami eddig kevésbé vizsgált terület volt. A mérések folyamán - éppen ezekben a kevésbé vizsgált üzemállapotokban - olyan periódikusan ismétlődő diszrupciós módosulatot találtunk, amely nem illik bele az eddigiekben kialakított képbe (2. ábra).

A jelformák bizonyos jellemzői arról tanuskodnak, hogy a belső diszrupció mechanizmusával rokon folyamatok játszódnak le ebben az esetben is: az elektronhőmérsékletnek a plazmaoszlop tengelyéhez közel eső részek-



2. ábra

A belső diszrupció MT-1 tokamakon talált módosulatánál mérhető jelalakok. U_h -hurokfeszültség, I_p -plazmaáram, I, III, IV, V - a lágy rtg. detektorok jelei (1. 1. Ábra). (Az arab számok a diszrupciókat jelzik.)

ben lezajló lassu emelkedése, majd hirtelen csökkenése, illetve a folyamat ütemezésének egy meghatározott sugárnál történő megfordulása, valamint a kétségtelenül fennálló periodicitás utalnak a rokonságra.

Más jellemzők viszont arra utalnak, hogy lényegileg új jelenségcsoportról van szó. Közvetlenül érzékelhető különbség az ismétlődési frekvencia öt-tízszeres lelassulása. Míg a TFR skálaszabályból az MT-1 toka-

makra $t_0 \sim 170 \mu\text{sec}$ ismétlődési idő adódik, és a szokásos fűrészrezgés ezt az értéket igen jó egyezéssel követi, addig ennél a változatnál az ismétlődési idő $t_0 \sim 600 \dots 1200 \mu\text{sec}$ értéket ad a kisülés fizikai paramétereitől függően.

Gyakran történik meg az, hogy a két ismétlődési idejű rezgés együttesen jelentkezik. Van olyan üzemállapot is, amikor a lassu diszrupciós folyamatra szuperponálódó gyors rezgés csak a plazmaoszlopnak a tengelytől távolabb eső tartományaiban jelentkezik. Ezek a tények nagyon nehezen egyeztetethetők össze a kidolgozott modelleknek a mágnes tér szerkezetét érintő változásokról alkotott feltevéseivel.

A stabilitási modellek egyik határozott következtetése az a tény, hogy a mágneses tér szerkezetének változásaihoz vezető perturbációk csak a plazmaoszlopnak az áramsűrűség eloszlása által meghatározott sugaránál léphetnek fel. A modellek érvényessége szempontjából az is igen fontos következtetés, hogy ezeken a helyeken következik be a fűrészfog alakú jel fázisának megfordulása. A lassu, periódikusan ismétlődő diszrupció fázisának megfordulása azonban nem esik egybe a modellből számított sugárral.

A jelformák arról is tanuskodnak, hogy a normális ismétlődési frekvenciával jelentkező diszrupciós folyamatban és az alacsonyabb frekvenciával jelentkező belső diszrupciónál ellentétes kapcsolat van a lágy röntgen intenzitás ingadozása és a hurok feszültség, a plazmaáram és az elektronsűrűség ingadozásai között⁴.

Ezek az eredmények - összevetve az eltérő üzemállapotokban talált eredményekkel, melyek szintén a belső diszrupciós folyamatokról kialakított modell problémáira irányítják a figyelmet⁵, fontos információkat szolgáltatnak a plazma nem ideális jellemzőit is figyelembe vevő stabilitási modellek érvényességi köréről, illetve a szükséges kiterjesztési irányokról. Mivel a véges vezetőképességű plazma és a plazmában kialakuló mágneses tér változásainak kapcsolata igen fontos problémája a termónukleáris kutatásoknak, másrészt egyéb területeken (pl. kozmikus fizika) is hasznosítható ismeretanyagot szolgáltat, indokoltnak tűnik a belső diszrupciós folyamatok mélyreható vizsgálata.

HIVATKOZÁSOK:

1. B.B. Kadomcev, Fizika Plazmy 1 (1975) p. 710
2. TFR group. Proc 6th Int. Conf. on Plasma Physics, Berchtesgaden, 1977 Vol. I. p. 247. IAEA Wien
3. G.L. Jahns et al., Nucl. Fus. 18, 609 (1978)
4. A. Montvai, M. Tegze, L. Vályi, KFKI Report 1982-21 és Phys. Rev. A., to be published
5. J. Castracane, H.W. Moos, J.E. Rice, Phys. Lett. A88, 295 (1982)

A VEGA PROGRAM

A VEGA-projekt munkacsoportja

1984. decemberében a Szovjetunióból két űrszondát indítanak a Vénusz bolygó és a Halley üstökös felé. Az űrszondák tudományos berendezéseit 8 ország: a Szovjetunió, Magyarország, Franciaország, Ausztria, Bulgária, Csehszlovákia, Lengyelország, és a Német Szövetségi Köztársaság készíti. Intézetünk fontos szerepet játszik a tudományos műszerek elkészítésében, az üstökös közelében várható feltételek elméleti modellezésében.

A Föld közvetlen környezetének, illetve a naprendszer bolygóinak durva feltérképezése után az űrfizikusok figyelme a bolygórendszerünk többi részével egyidőben keletkezett, ugynevezett primitív égitestekre (üstökösök, aszteroidák) összpontosult. Ezeknek a kisméretű és nehezen megközelíthető objektumoknak a beható vizsgálata olyan alapvető fontosságú kérdésekre adhat választ, mint a naprendszer keletkezésének mechanizmusa, vagy az élet keletkezése bolygónkon.

Mai elképzeléseink szerint galaxisunkban az első csillagok mintegy 10 milliárd évvel ezelőtt keletkeztek, és ez a folyamat azóta is tart. A jelenleg általánosan elfogadott vélemény szerint a mi naprendszerünk úgy keletkezett, hogy egy sűrű csillagközi gázfelhő gravitációsan összehúzódott. A rendszer forgása miatt az összehúzódó felhő egy része lapos gázkorongot hozott létre. A fejlődésnek ebben a korai szakaszában a nyomás és a hőmérséklet a szoláris felhő középpontjában volt a legmagasabb. Ebből a szoláris felhőből bonyolult, de meglehetősen gyorsan lejátszódó folyamatok révén alakultak ki a bolygók, a Nap és az egyéb kisebb égitestek. A nagyobb bolygók meglehetősen sok energiát zártak belsejükbe, ez az energia azután az égitest további belső fejlődésének forrásává vált. Az aszteroidák, üstökösök és meteoritok kis méreteik miatt lényegesen kisebb fejlődésen mentek keresztül, mint a bolygók. Mivel ezen égitestek jelenlegi állapota többé-kevésbé hűen tükrözi a naprendszer keletkezésekor kialakult őszállapotukat, közös néven primitív égitesteknek nevezzük őket. A primitív égitestek vizsgálatából tehát következtetni lehet a naprendszer életének korai szakaszában lezajlott fejlődési folyamatokra.

A primitív égitestek közül leglátványosabbak az üstökösök. Mintegy 3-6 hét alatt rohannak át a naprendszer belső területein, ez alatt több tízezer km átmérőjű gázkómát és 10^7 - 10^8 km-es por- és plazmacsóvát növeszhetnek. Az üstökösök különböző fagyott illékony gázok és porszemcsék mélyhűtött konglomerátumának tekinthetők. Közhasznú, de igen találó hasonlaltal azt lehet mondani, hogy olyanok, mint a piszkos fagyott hógolyók. Amikor ez a piszkos hógolyó megközelíti a Napot, felszine felmelegedik, az illékony komponensek szublimálnak. A kiáramló gáz magával ragadja a kisebb porszemcséket is. Mivel az üstökös gravitációs tere nagyon

gyenge, ezért a gáz és porszemcsék gyakorlatilag szabadon elhagyják a mag környezetét. A frissen szublimált gáz hangsebességhez közeli sebességgel hagyja el az üstökös felszínét, és üstökösszélként áramlik a bolygóközi térbe. A kiáramló por és gáz kölcsönhatásba kerül a napszéllel, és komplex magnetohidrodinamikai folyamatok eredményeként kialakul az üstökös ionoszférája, ion- és gázcsóvája. Az üstökös magjára vonatkozó információink közvetettek és igen korlátozottak. Elképzeléseink szerint egy tipikus üstökös magja néhány km átmérőjű. Közvetett bizonyítékok arra is utalnak, hogy az üstökösök magja átlagosan mintegy 10 óra periódusidővel forog.

Az emberiség modern történetének egyik leglátványosabb és legjobban rettegett üstököse a Halley üstökös. Nem tudjuk pontosan, hogy mikor került jelenlegi, mintegy 76 éves periódusidejű pályájára, az azonban feltehető, hogy a régi kínai krónikákban említett, időszámításunk előtt 1058-1057 telén látott üstökös már a Halley volt.

A Vénusz bolygó és a Halley üstökös tanulmányozására indul a VEGA űrszonda-pár (a VEGA a Vénusz és Halley szavak orosz rövidítéseiből adódik). A fedélzeten négy, különböző jellegű mérések végrehajtására alkalmas műszercsoport található: televízió-rendszer, távérzékelő műszerek, kontakt méréseket végző berendezések, végezetül részecskék és elektromágneses terek mérésére szolgáló készülékek.

A televízió-rendszer fő tudományos feladata fényképfelvételek készítése a kómáról és az üstökös magról a látható szinkép különböző tartományaiban. Olyan felbontó képességgel kell rendelkeznie, hogy az üstökös mag közelében készített felvételeken a mag felszíne legalább 100 m-es felbontással tanulmányozható legyen. A magról készítendő felvételeknek tudománytörténeti szempontból is nagy jelentősége van; az üstökös kómák ugyanis olyan mértékben átláthatatlanok, hogy még soha senkinek nem sikerült üstökös magot megfigyelnie. Ebből a szempontból tehát egy üstökös mag megtalálása és lefényképezése igen nagy tudományos jelentőséggel bír. Az ultraibolya, látható és infravörös tartományban mérő távérzékelő műszerek feladatai igen sokrétűek. Az infravörös tartományban végzett mérések segítségével a kóma különböző tartományaiban lévő részecskék kémiai összetétele határozható meg. Az ultraibolya spektroszkópia is értékes információkat szolgáltat az üstökös légköréről. Elsősorban a kóma hidrogén tartalmát jellemző Lyman alfa sugárzás tanulmányozása lényeges. Az üstökösök magja illékony komponensek, és különböző eredetű porszemcsék kombinációja lehet. Tartalmazhat olyan részecskéket is, amelyek a szoláris felhőben alakultak ki, a jelenlegi naprendszer belsejéből származó szemcséket, valamint csillagközi port is. Az üstökösökből eredő porszemcsék kémiai és fizikai vizsgálatának éppen az ad különös jelentőséget, hogy ezen a módon kapcsolatot teremthetünk az üstökösök és a naprendszer egyéb objektumai, mint

pl. az aszteroidák, meteoritok között. Az üstökös atmoszféráját, ionoszféráját és ezeknek a napszéllel való kölcsönhatását nem lehet egyetlen műszer segítségével vizsgálni. Ezekre a vizsgálatokra több, egymást szervesen kiegészítő berendezés szolgál. A semleges gáz in situ mérésére egy nagyfelbontású, igen széles dinamikai tartománnyal rendelkező semleges gáz tömeg-spektrométert használunk. Ez a berendezés képes meghatározni minden egyes detektált gázmolekula tömegét. Több különböző érzékelő fogja mérni a napszél ionjait és elektronjait, valamint az üstökös eredetű ionokat. Az üstökös körüli elektronmágneses térben gyorsult töltött részecskéket egy harmadik készülék segítségével leszünk képesek mérni. Az üstökös környezetében található plazma globális tulajdonságainak mérésére Langmuir szondák is rendelkezésünkre állnak. A műszercsoporthoz tartozik továbbá egy kis és egy nagy frekvenciájú elektromágneses hullámdetektor és négy darab magnetométer.

Az űrszondák 1986 márciusában fognak találkozni a Halley üstökössel. A tervek szerint a két VEGA szonda mintegy tízezer km-es távolságban fog a mag előtt elhaladni. Az űrszondákon forgatható állvány biztosítja, hogy a televízió-rendszer és a távérzékelő műszerek állandóan az üstökös magja felé forduljanak. A VEGA szonda hatalmas, 78 km/sec sebességgel repül el az üstökös magja mellett. Ez az óriási relatív sebesség nem csekély veszélyeket rejt magában. Az előbbieken említettük már, hogy az üstököst összefagyott por és jég alkotja, amely a Naphoz közeledve annak hőhatására létrehozza a porból és gázból álló kómát. A porszemcsék az üstökös magjához képest viszonylag lassan mozognak. Nem ez a helyzet az űrszonda vonatkoztatási rendszerében, ahol 78 km/sec-os sebességgel száguldanak az űrszondához képest. Ennek következtében egy 0,1 gramm tömegű porszemcse akkora energiával csapódik a szonda testébe, mintha egy jól megpakolt Lada személygépkocsi 80 km/óra sebességgel rohanna bele. Szükséges tehát, hogy az érzékeny szolgálati berendezéseket és tudományos műszereket különleges porpajzzsal védjük az üstökös közelében uralkodó barátságtalan viszonyok ellen.

Igen nagy tudományos és műszaki feladatot jelent a televízió-rendszer és a távérzékelő műszereket hordozó forgatható állvány vezérlése. Az állványnak ugyanis úgy kell mozognia, hogy ezek az optikai műszerek állandóan az üstökös felé nézzenek, miközben a két objektum csaknem 300 ezer km/h sebességgel szágul el egymás mellett. A feladatot tovább nehezíti az a körülmény, hogy az üstökös közelében uralkodó viszonyokat csak nagyon pontatlanul tudjuk megjósolni. A navigációs rendszer előtt álló feladatot némi tulzással úgy is jellemezhetjük, hogy meg kell találni, majd hatalmas sebességgel követni kell valamit, amiről fogalmunk sincs, hogy hogyan néz ki.

Intézetünk igen aktivan vesz részt a VEGA szonda tudományos műszereinek elkészítésében, valamint a projekttel kapcsolatos egyéb tudományos programokban. Az űrszonda berendezései közül intézetünk részvételével készül a televízió-rendszer, a semleges gáztömegspektrométer, a plazmadetektor rendszer, az energikus részecske analizátor, valamint a forgatható állvány navigációs rendszere és a szonda központi adatgyűjtő rendszere. A legnagyobb feladatot a televíziós képfelvevő és navigáló rendszer elkészítése jelenti: ezek fejlesztésével foglalkozik a programon dolgozó magyar kutatók mintegy fele.

Intézetünk részvételének szemléltetésére egy adatot szeretnénk megemlíteni. Az űrszonda összesen mintegy 130 kg tömegű tudományos berendezéséből kb. 30 kg készül Magyarországon. Ezen berendezések zöme elektronikus egység.

PUBLIKÁCIÓS JEGYZÉK

Részecskefizika, kísérlet

1. T. GÉMESY, E. DÉNES, L. DIÓSI, S. KRASZNOVSZKY, GY. PINTÉR, J. SPITZER, I. WAGNER et al.: Charged Particle Multiplicities in π^- and K^- Meson Interactions with Nuclei in a Streamer Chamber at 40 GeV/c. *Yad.Fiz.* 35, 700 (1982)
2. C.G. GRISIN*, L. JENIK et al.: Azimuthal Correlation of π^+ , π^- Pairs in Pion-Nucleus and Pion-Nucleon Interactions at $p=40$ GeV/c. *Yad. Fiz.* 33, 371 (1981)
3. V.G. GRISIN*, L. JENIK et al.: Azimuthal Correlation of Identical Pions in Pion-Nucleus and Pion-Nucleon Interactions at $p=40$ GeV/c. *Yad. Fiz.* 34, 392 (1981)
4. C.C. ALLKOFFER*, L. URBÁN et al.: A Large Magnetic Spectrometer System for High Energy Muon Physics. *Nucl. Instr. Meth.* 179, 445 (1981)
5. Y. DECLAIS*, L. URBÁN et al.: A Large Multi-cell Threshold Gas Cherenkov Counter. *Nucl. Instr. Meth.* 180, 53 (1981)
6. J.J. AUBERT*, E. NAGY, L. URBÁN et al.: Evidence for Planar Events and a Forward Double Jet Structure in Deep Inelastic Muon. *Phys. Lett.* 100B, 433 (1981)
7. J.J. AUBERT*, E. NAGY, L. URBÁN et al.: The Measurement of Wide Angle Bremsstrahlung in a High Energy Muon Scattering Experiment as a Check on the Consistency of Radiative Correction Calculations. *Zeitsch. f. Phys.*, C10, 101 (1981)

8. J.J. AUBERT*, E. NAGY, L. URBÁN et al.: Forward Produced Protons and Antiprotons in Deep Inelastic Muon-Proton Scattering. Phys. Lett. 103B, 388 (1981)
9. J.J. AUBERT*, L. URBÁN et al.: Measurement of the Proton Structure Function F_2 in Muon-Hydrogen Interactions at 120 and 280 GeV. Phys. Lett. 105B, 315 (1981)
10. J.J. AUBERT*, L. URBÁN et al.: Measurement of the Nucleon Structure Function F_2 in Muon-Ion Interactions at 120, 250 and 280 GeV. Phys. Lett. 105B, 322 (1981)
11. J.J. AUBERT*, L. URBÁN et al.: Observation of Wrong-Sign Trimuon Events in 250 GeV Muon-Nucleon Interactions. Phys. Lett. 106B, 419 (1981)
12. J.J. AUBERT*, E. NAGY, L. URBÁN et al.: Measurement of the Q^2 , x and W^2 Dependence of Single Hadron Production in Deep Inelastic Muon Scattering. Phys. Lett. 114B, 372 (1982)
13. J.J. AUBERT*, L. URBÁN et al.: QCD Analysis of the Structure Function F_2 in Muon-Nucleon Scattering. Phys. Lett. 114B, 291 (1982)
14. A. ARGENTO*, G. VESZTERGOMBI et al.: Charge Asymmetry in μ^+ -N Deep Inelastic Scattering. Proc. Int. Conf. Neutrino '82. Balatonfüred Vol. II. p.38.
15. L.S. BARABASH*, D. KISS et al.: A New Neutrino Detector for the Serpukhov Accelerator. Proc. Int. Conf. Neutrino '82. Balatonfüred, Vol. II. p. 249.
16. G. Vesztergombi, D. Kiss: Nekotorye sobrazheniya o puchkah mechenyh neitrino. Acta Phys. Hung. 51, 259 (1981)
17. D. BOLLIGNI*, G. VESZTERGOMBI et al.: A Measurement of the Nuclear Structure Function from Muon Carbon Deep Inelastic Scattering at High Q^2 . Phys. Lett. 104B, 403 (1982)

Részecskefizika, elmélet

18. A. HASENFRATZ, E. HASENFRATZ, P. HASENFRATZ: Generalized Roughening Transition and its Effect on the String Tension. Nucl. Phys. B180, 353 (1981)
19. A. HASENFRATZ, P. HASENFRATZ: The Scales of Euclidean and Hamiltonian Lattice QCD. Nucl. Phys. B193, 210 (1981)
20. A. HASENFRATZ, P. HASENFRATZ: Monte Carlo Simulation Combined with a Hopping Parameter Expansion. Phys. Lett. 104B, 489 (1981)
21. A. HASENFRATZ, P. HASENFRATZ, Z. KUNSZT et al.: Hopping Parameter Expansion for the Meson Spectrum in SU(3) Lattice QCD. Phys. Lett. 110B, 289 (1982)
22. A. HASENFRATZ: Hopping Parameter Expansion for the Baryons and P-Wave Mesons. Phys. Lett. 117B, 81 (1982)
23. J. KUTI: Stochastic Methods for the Numerical Study of Lattice Fermions. Phys. Rev. Lett. 49, 183 (1982)
24. J. KUTI, J. POLÓNYI, K. SZLACHÁNYI.: Monte Carlo Study of SU(2) Gauge Theory at Finite Temperatures. Phys. Lett. 98B, 199 (1981)

25. J. POLÓNYI, K. SZLACHÁNYI: Deconfining Phase Transition from Strong Coupling Expansion. Phys. Lett. 110B, 395 (1982)
26. P. BRACKEN*, A. FRENKEL et al.: On Baryon Semileptonic Decays. Phys. Rev. D24, 2984 (1981)
27. P. FORGÁCS et al.: Exact Multimonopole Solutions in the Bogomolny-Prasad-Sommerfield limit. Phys. Lett. 99B, 232 (1981)
28. P. FORGÁCS et al.: Towards Complete Integrability of the Self Duality Equations. Phys. Rev. D23, 1876 (1981)
29. P. FORGÁCS et al.: Generating Monopoles of Arbitrary Charge by Bäcklund Transformations. Phys. Lett. 102B, 131 (1981)
30. P. FORGÁCS et al.: Soliton Theoretic Framework for Generating Multimonopoles. Ann. Phys. 136, 371 (1981)
31. P. FORGÁCS et al.: Nonlinear Superposition of Monopoles. Nucl. Phys. 192B, 141 (1981)
32. P. FORGÁCS et al.: One Can Have Noninteger Topological Charge. Z. Phys. C12, 359 (1982)
33. P. FORGÁCS et al.: Finitely Separated Multimonopoles Generated as Solitons. Phys. Lett. 109B, 200 (1982)
34. P. FORGÁCS et al.: Generating Multimonopoles by Soliton Theoretic Methods. Acta. Phys. Austriaca Suppl. 23, 613 (1981)
35. P. FORGÁCS et al.: Physicist's Techniques for Multimonopole Solutions, Monopoles in Quantum Field Theory. eds. N. CRAIGIE et al., Singapore, 1982. p. 21.
36. P. FORGÁCS et al.: On the Linearization of Source Free Gauge Field Equations. Phys. Lett. 115B, 463 (1982)
37. J. BALOG, P. HRASKÓ: Thomas Precession and the Operational Meaning of the Lorentz Group Elements. Found. Phys. 11, 185 (1981)
38. V.V. ANISOVICH*, M.N. KOBRINSKY*, J. NYIRI: Srednie mnozhestvennosti v adron-adronnyh soudarenyah i kvarkovaya kombinatorika. Yad. fiz. 34, 195 (1981)
39. V.V. ANISOVICH*, M.N. KOBRINSKY*, J. NYIRI: A Verification of the Rules of Quark Statistics in Multiparticle Processes. Phys. Lett. 102B, 357 (1981)
40. V.V. ANISOVICH*, M.N. KOBRINSKY*, J. NYIRI: Proverka pravil kvarkovoi statistiki v protsessah mnozhestvennogo rozhdeniya adronov. Yad. fiz. 34, 1576 (1981)
41. V.V. ANISOVICH*, M.N. KOBRINSKY*, J. NYIRI: Eksperimentalnaya proverka predskazanii kvarkovoi kombinatoriki dlya srednih mnozhestvennostei vtorichnyh chastits. Yad. fiz. 35, 151 (1982)

Magfizika, kísérlet

42. E. RAPAPAPORT*, P. KONCZ et al.: Excitation of Gamow-Teller Resonances in A=58 Nuclei. Phys. Lett. 119B, 61. 1982.
43. R.N. BOYD*, P. KONCZ et al.: An Experiment to Determine the Mass of the Electron Antineutrino. Proc. Int. Conf. Neutrino '82, Balatonfüred, Vol. I. p. 67.
44. L. VÉGH*, J. ERŐ: Contraction of the Deuteron Cluster in ${}^6\text{Li}$. Phys. Rev. C23, 2371 (1981)
45. J. ERŐ, Z. FODOR, P. KONCZ, Z. SERES, M. CSATLÓS*: Backward Inclusive Spectra in Proton-Nucleus Collision at 640 MeV. Nucl. Phys. A367, 419 (1981)
46. J. ERŐ, Z. FODOR, P. KONCZ, Z. SERES, M. CSATLÓS* et al.: Quasi-Free Scattering in ${}^7\text{Li}(p, pd){}^5\text{He}$ and ${}^{12}\text{C}(p, pd){}^{10}\text{B}$ Reactions at 670 MeV. Nucl. Phys. A372, 317 (1981)
47. J. ERŐ, Z. FODOR, P. KONCZ, Z. SERES, M. CSATLÓS* et al.: The (p, pd) Reaction on ${}^6\text{Li}$ and ${}^7\text{Li}$ Nuclei at 670 MeV. Nucl. Phys. A386, 484 (1982)
48. S.P. AVDEEV*, T. NAGY et al.: Search for Superdense Nuclei of Rb and Cs among the Products of 8 GeV Proton Interactions with Ta. Nucl. Phys. A381, 419 (1982)
49. S.P. AVDEEV*, T. NAGY et al.: The Distribution of the Isotopes of Rb, In and Cs Produced in the Interaction of Protons, Deuterons and High Energy Particles with Ta. Yad. Fiz. 35, 264 (1982)
50. G. PÁLLA et al.: Two-Step Processes in (p, t) Reactions on Even Samarium Isotopes. J. Phys. G. 8, 1007 (1982)
51. L. ALVAREZ*, G. PÁLLA: Elastic Scattering of ${}^3\text{He}$ by ${}^{12}\text{C}$ and ${}^{16}\text{O}$ at an Energy of 40.9 MeV. J. Phys. G. 8, 987 (1982)

Magfizika, elmélet

52. I. BORBÉLY: Empirical Continuation of the $d(\alpha, t){}^3\text{He}$ Differential Cross Section. J. Phys. G. 7, 771 (1981)
53. I. BORBÉLY: Method for Determining Neutron-Neutron Scattering Parameters. Phys. Rev. C23, 2775 (1981)
54. I. BORBÉLY et al.: The Asymptotic S-to D-State Ratio of the Deuteron and Triton Wave Function. Nucl. Phys. A351, 107 (1981)
55. I. BORBÉLY et al.: The Determination of the D-State Asymptotic Normalization of the Deuteron and Triton Wave Function by the Continuation of the ${}^2\text{H}(d, p){}^3\text{He}$ Tensor Polarizations. Phys. Lett. 109B, 262 (1982)
56. I. BORBÉLY, P. DOLESCHALL: Triton Binding Energy, Asymptotic Normalization Constants and Zero Range Parameters. Phys. Lett. 113B, 443 (1982)
57. J. RÉVAI, J. ZOFKA*: Molecular Three-Body Approach to the ${}^9_\Lambda\text{Be}$ and ${}^9_\Sigma\text{Be}$ Hypernuclei. Phys. Lett. 101B, 228 (1981)

58. F.D. CORRELL*, P. DOLESCHALL et al.: Kinematically incomplete three-nucleon Breakup Reaction $^1\text{H}(\bar{d},p)pn$ at 16 MeV. Phys. Rev. 23C, 960 (1981)
59. R.J. SLOBODRIAN*, P. DOLESCHALL: Limited Success of Coulomb Corrected Faddeev Calculations of the $p+d+p+p+n$ Spectra at Very Low Energies Phys. Lett. 101B, 1 (1981)
60. F. SPERISEN*, P. DOLESCHALL et al.: Evidence for N-N Off-Shell Effects in the Polarization Transfer Coefficients of p-d Elastic Scattering. Phys. Lett. 102B, 9 (1981)
61. F. SPERISEN*, P. DOLESCHALL et al.: Test of Nucleon-Nucleon Interaction by $\bar{p}-\bar{d}$ Polarization Transfer in the Three Nucleon System. Phys. Lett. 110B, 103 (1982)
62. P. DOLESCHALL et al.: Sensitivity of Nucleon-Deuteron Breakup Quasi-Free Scattering and Final State Interaction Region to the N-N Interaction. Phys. Lett. 112B, 303 (1982)
63. P. DOLESCHALL et al.: Improved N-N Interaction Tested with p-d Elastic Scattering at 10 MeV. Nucl. Phys. A380, 72 (1982)
64. GY. BENCZE: A Note on Non-Orthogonality Effects in Coupled Channel Methods for Rearrangement Reactions. Phys. Lett. 98B, 331 (1981)
65. GY. BENCZE, C. CHANDLER*: On Time Dependent Scattering Theory for Identical Particles. Phys. Rev. C25, 136 (1982)
66. GY. BENCZE, C. CHANDLER*: A Note on Lippman's Identity. Phys. Lett. 90A, 162 (1982)
67. GY. BENCZE, C. CHANDLER*: The Energy Independent Optical Potential and its Physical Interpretation. Phys. Lett. 112B, 295 (1982)
68. GY. BENCZE, C. CHANDLER*, A.G. GIBSON*: Multiparticle Scattering Theory and the Method of Coupled Reaction Channels. Nucl. Phys. A390, 461 (1982)
69. GY. BENCZE, F.F. REDISH*, W.N. PLYZOU*: Effective Three-Body Problems in Multiparticle Reactions. Nucl. Phys. A390, 253 (1982)
70. G. BUCHWALD*, L.P. CSERNAI et al.: Importance of Nuclear Viscosity and Thermal Conductivity and the Analysis of the Bounce-Off Effect in Energetic Heavy Ion Collisions. Phys. Rev. C24, 135 (1981)
71. L.P. CSERNAI, W. GREINER*: Two-Particle Correlations Caused by the Hydrodynamical Bounce-Off. Phys. Lett. 99B, 85 (1981)
72. P.R. SUBRAMINIAN*, L.P. CSERNAI et al.: Production of Light Nuclear Clusters in Heavy Ion Collisions. J. Phys. C. 7, L241 (1981)
73. G. BUCHWALD*, L.P. CSERNAI et al.: Detection of Possible Density Isomers by Means of High Energy Reaction Products. Z. Phys. A303, 111 (1981)
74. H. STÖCKER*, L.P. CSERNAI et al.: Nuclear Fluid Dynamics Versus Intranuclear Cascade - Possible Evidence for Collective Flow in Central High Energy Nuclear Collisions. Phys. Rev. Lett. 47, 1807 (1981)
75. A. ROSENHAUER*, L.P. CSERNAI et al.: Momentum Distribution of Nuclear Matter in Energetic Heavy Ion Collisions. Nuovo Cim. 71A, 215 (1982)

76. H. STÖCKER*, L.P. CSERNAI et al.: Jets of Nuclear Matter Arising from High Energy Heavy Ion Collisions. Phys. Rev. C25, 1873 (1982)
77. L.P. CSERNAI et al.: Macroscopic Nucleon-Nucleon Correlations Caused by the Bounce-Off Process in Energetic Collisions of Heavy Nuclei. Phys. Rev. C25, 2482 (1982)
78. L.P. CSERNAI, H. STÖCKER*: Comments on Central Heavy Ion Collisions by Nuclear Hydrodynamics. Phys. Rev. C25, 3208 (1982)
79. L.P. CSERNAI, I. LOVAS, J. ZIMÁNYI: Three-Component Fluid Dynamics for the Description of Energetic Heavy Ion Reactions. Phys. Rev. C26, 149 (1982)
80. H.W. BARZ*, L.P. CSERNAI et al.: Direct Nucleon Emission from Hot and Dense Regions Described in the Hydrodynamical Model of Relativistic Heavy Ion Reactions. Phys. Rev. C26, 740 (1982)
81. H. STÖCKER*, L.P. CSERNAI et al.: Dynamics of High Energy Heavy Ion Collisions. Nucl. Phys. A338, 205 (1982)
82. H.W. BARZ*, B. LUKÁCS, J. ZIMÁNYI et al.: On the Role of the Delta Resonances in High Energy Heavy Ion Reactions. Z. Phys. A302, 73 (1981)
83. J. BONDORF*, J. ZIMÁNYI et al.: Structure of a Shock Front in Nuclear Matter. Physica Scripta 24, 514 (1981)
84. J. BONDORF*, Z. ZIMÁNYI: Pre-Equilibrium and Shadow Effects on High Energy Heavy Ion Collisions. Physica Scripta 24, 758 (1981)
85. J. ZIMÁNYI: Approach to Equilibrium in High Energy Heavy Ion Collisions. Acta Phys. Hung. 51, 139 (1981)
86. T.S. BIRÓ, J. ZIMÁNYI: Quarkochemistry in Relativistic Heavy Ion Collisions. Phys. Lett. 113B, 6 (1982)
87. T.S. BIRÓ, B. LUKÁCS, J. ZIMÁNYI et al.: Strange Particle Production in the Hadrochemical Model. Nucl. Phys. A386, 617 (1982)
88. H.W. BARZ*, T.S. BIRÓ, J. ZIMÁNYI et al.: Expanding Fireballs and the Account of Pauli Quenching for the Deuteron Production. Z. Phys. A308, 187 (1982)

Kozmikus fizika és úrkutatás

89. A. BALOGH*, G. ERDŐS: The Evolution of Low Energy Proton Pitch Angle Distribution through Interplanetary Shocks. Proc. 17th Int. Cosmic Ray Conf. Paris 1981, 3, 442 (1982)
90. A. BALOGH*, G. ERDŐS: The Energy Spectrum of 35-1000 keV Protons in Shock associated Events. Proc. 17th Int. Cosmic Ray Conf., Paris 1981, 3, 438 (1982)
91. G. BENKÓ, K. KECSKEMÉTY, G. NEUPRANDT, A.J. SOMOGYI: Forbush Decreases Observed 40 m w.e. Underground in 1978. Proc. 17th Int. Cosmic Ray Conf., Paris 1981, 10, 155 (1982)
92. G. BENKÓ, K. KECSKEMÉTY, A.J. SOMOGYI: Forbush-pozizheniya, zaregistrirovannye pod zemlei v 1978 g. Ser. fiz. 46, 1736 (1982)

93. G. BENKÓ, K. KECSKEMÉTY, J. KÓTA, M. TÁTRALLYAY, A. VARGA : Sidereal Variation Observed Underground between 1976 and 1979. Proc. 17th Int. Cosmic Ray Conf., Paris 1981. 10, 250(1982)
94. L.H. BRACE*, T.I. GOMBOSI et al.: The Ionosphere of Venus Observations and their Interpretation. Venus (ed. D.M.HUNTER), Univ. Arozina Press (1982)
95. T.E. CRAVENS*, T.I. GOMBOSI et al.: Model Calculations of the Dayside Ionosphere of Venus. Adv. Space Res. 1, No.9., 33 (1981)
96. E.I. Daibog*, A. VARGA et al.: Energy Spectra of High Energy Electrons and Hard X-rays as Observed Onboard the Space Probe Venera 11 during the Solar Flare Event of April 13, 1979. Adv. Space Res., 1, No.3., 73 (1981)
97. G. ERDŐS: Method to Determine the Pitch Angle Distribution of Low Energy Distribution of Low Energy Particles from Spacecraft Measurements. Proc. 17th Int. Cosmic Ray Conf., Paris 1981, 8, 197 (1982)
98. G. ERDŐS, J. KÓTA: 50-200 GV Cosmic Rays at Various Heliolatitudes. Adv. Space Res., 1, 139 (1981)
99. G. ERDŐS, J. KÓTA: The gradients of 50-100 GV Cosmic Rays. Proc. 17th Int. Cosmic Rays Conf., Paris 1981, 10, 105 (1982)
100. T.I. GOMBOSI, M. HORÁNYI et al.: The Role of Charge Exchange in the Solar Wind Absorption by Venus. Geophys. Res. Lett. 8, 1265 (1981)
101. T. GOMBOSI, A.J. OWENS*: Numerical Study of Solar Flare Particle Propagation in the Heliosphere. Adv. Space Res. 1, No.3., 115 (1981)
102. K. KECSKEMÉTY, S. PINTÉR*: Dependence of ESP Intensity on Collisionless Shock Wave Characteristics. Adv. Space Res., 1, No.3., 101 (1981)
103. K. KECSKEMÉTY, T.I. GOMBOSI, A.J. SOMOGYI, A. SZENTGÁLI et al.: Spacecraft Determination of Energetic Particle Propagation Parameters: the 1 January 1978 Solar Event. Proc. 17th Int. Cosmic Ray Conf., Paris 1981, 3, 89 (1982)
104. J. KÓTA: How does the Global Structure of the Interplanetary Magnetic Field Affect Cosmic Ray Modulation. Adv. Space Res., 1, No.3., 135 (1981)
105. J. KÓTA, J.R. JOKIPII*: Cosmic Rays Near the Heliospheric Current Sheet. Geophys. Res. Lett. 9, 656 (1982)
106. J. KÓTA, E. MERÉNYI, T.I. GOMBOSI et al.: A numerical Study of Pitch Angle Scattering of Cosmic Rays. Astrophys. J., 254, 398 (1982)
107. V.G. KURT*, T.I. GOMBOSI, K. KECSKEMÉTY, A.J. SOMOGYI et al.: Long Lasting Energetic Particle Injection from a Weak Flare. Adv. Space Res., 1, No.3., 69 (1981)
108. A.F. NAGY*, T.I. GOMBOSI et al.: Basic Theory and Model Calculations of the Venus Ionosphere in: Venus. Venus (ed. D.M.HUNTER), Univ. Arizona Press (1982)

109. A.J. OWENS*, T.I. GOMBOSI: The Inapplicability of Spatial Diffusion Models for Solar Cosmic Rays. *Astrophys. J.*, 245, 328 (1981)
110. P. KIRÁLY et al.: Antiprotons in the Cosmic Radiation. *Nature* 293, 120 (1981)
111. P. KIRÁLY et al.: Antimatter in Cosmic Rays. *Progress in Cosmology* (ed. A.W. WOLFENDALE), D. REIDEL Publishing Company, p.89 (1982)
112. S. PINTÉR*, K. KECSKEMÉTY: The Earth's Shock Thickness Related to Upstream Plasma Parameters. *Adv. Space. Res.*, 1, No.3., 89 (1981)
113. A.K. RICHTER*, T. GOMBOSI, A.J. SOMOGYI et al.: The 3 January 1978 Interplanetary Shock Event as Observed by Energetic Particle, Plasma, and Magnetic Field devices on Board of Helios-1, Helios-2, and Prognoz-6. *J. Geophys. Res.*, 50, 101 (1981)
114. A.J. SOMOGYI: Periodic and Recurrent Variations of Cosmic Rays. Rapporteur paper, Proc. 17th Int. Cosmic Ray. Conf., Paris 1981, 13, 219 (1982)
115. J. ERŐ, Jr., K. KECSKEMÉTY, T. KOVÁCS, Jr., G. KOZMA, J. NÁDAY, A. SOMOGYI, L. SZABÓ, I.T. SZÚCS, A. ZARÁNDY: Two-dimensional Analyzer with dE-dE Silicon Detectors for Cosmic Ray Experiments in Space. *Adv. Space Res.*, 1, 173 (1981)

Relativitáselmélet és asztrofizika

116. I. BIALYNICKI-BIRULA*, B. LUKÁCS, Z. PERJÉS, Á. SEBESTYÉN et al.: A Note on Helicity. *J. Math. Phys.* 22, 2530 (1981)
117. J. KÓTA, B. LUKÁCS, Z. PERJÉS: Solutions of the Spin Coefficient Equations with Nongeodesic Eigenrays. Proc. 2nd Marcel Grossmann Meeting, ed. R. RUFINI, North Holland Amsterdam 1982, p. 203.
118. B. LUKÁCS, Z. PERJÉS, Á. SEBESTYÉN, E.T. NEWMAN*, J. PORTER*: Structure of Three-Twistor Particles. *J. Math. Phys.* 23, 2108 (1982)
119. B. LUKÁCS, Z. PERJÉS: Note on Conformstat Vacuum Space-Times. *Phys. Lett.* 88A, 267 (1982)
120. B. LUKÁCS: Viscous Universe Solutions with p - p and η - $n^{1/3}$. *Acta Phys. Hung.* 51, 117 (1981)
121. B. LUKÁCS, Z. PERJÉS, Á. SEBESTYÉN: Null Killing Vectors. *J. Math. Phys.* 22, 1248 (1981)
122. Z. PERJÉS: Twistor Theory: A Particle Physicist's Attitude. Proc. 2nd Marcel Grossmann Meeting, ed. R. RUTINI, North Holland, Amsterdam 1982, p. 189.
123. Z. PERJÉS: Internal Symmetries in Twistor Theory. *Czech. J. Phys.* B32, 540 (1982)
124. Z. PERJÉS, G.A.J. SPARLING*: An ISU(3) Hadron Mass Formula. Survey in High Energy Physics
125. L.B. SZABADOS: On the Relation between Causal Structure and Curvature. *GRG* 14, 891 (1981)

126. F. KÁROLYHÁZI*, A. FRENKEL, B. LUKÁCS: On the Possibility to Observe the Eventual Breakdown of the Superposition Principle. "Tisza László Festschrift", MIT Press, 1982.
127. M. BANAI: Proportional Systems in Field Theories and Lattice-Valued Quantum Logic. Current Issues in Quantum Logic. eds. E. BELTRAMETTI, B. van FRASSEN, Plenum, New York-London, 1981 p.425
128. M. BANAI: Propositional Systems in Local Field Theories. Int. J. Theor. Phys. 20, 147 (1981)
129. M. BANAI: On the Quantization of Spacetime. Quantum Theory and the Structures of Time and Space. Vol. 4., eds. L. CASTELL, M. DRIESCHNER, C.G. von WEIZSÄCKER, Carl Hanser Verlag, München, 1981. p.226
130. M. BANAI: A new Approach to Quantum Field Theory and a Spacetime Quantization. Hadronic J. 5, 1812 (1982)

Fuziók kutatások és felületfizika

131. G. BÜRGER, G. HREHUS, P. KOSTKA: Investigation of the Surface Waves of Tokamak Plasmas. Physica 112C, 271 (1982)
132. G. NÉMETH, Á. ÁG, GY. PÁRIS: Two-sided Padé Approximations for the Plasma Dispersion Function. J. Math. Phys. 22, 1192 (1981)
133. Á. ÁG: Three-wave Interaction Coefficient in a Turbulent Magneto-active Plasma. Plasma Physics 23, 1045 (1981)
134. Á. SZENTGÁLI, L. GYIMESI: Distributed Data Acquisition System for a Tokamak Plasma Experiment. Proc. of the Digital Equipment Computer Users Society, Hamburg, 1981. p. 265.
135. J.S. BAKOS, I.B. FÖLDES, ZS. SÖRLEI: High Intensity Narrow Light Pulse Produced by Self-Focusing in Laser Spark. J. App. Phys. 52, 627 (1981).
136. J.S. BAKOS, I.B. FÖLDES, P.N. IGNÁCZ, ZS. SÖRLEI: Light Scattering and Self-Focusing in Laser Produced Spark. Optics Comm. Vol. 37., No.6., 408 (1981)
137. F. PÁSZTI, G. MEZEY, E. KÓTAI, A. MANUABA, L. PÓCS, J. GYULAI et.al.: Surface Impurity Loss During $^{14}\text{N}^+$ Ion Bombardment. Nucl. Instr. Meth. 182/183, 283 (1981)
138. E. KÓTAI, G. MEZEY, A. MANUABA, F. PÁSZTI, T. LÖHNER, J. GYULAI et al.: Enhanced Sensitivity and Depth Resolution of Oxygen Detection Combining Resonance Scattering and Tilted Target Methods. Nucl. Inst. Meth. 180, 619 (1981)
139. T. LÖHNER, G. MEZEY, E. KÓTAI, F. PÁSZTI, J. GYULAI et al.: Ellipsometric and Channeling Studies of Ion Implanted Silicon. Nucl. Inst. Meth. 182/183, 591 (1981)
140. T. LÖHNER, G. VÁLYI, G. MEZEY, E. KÓTAI, J. GYULAI et al.: The Role of Surface Cleaning in The Ellipsometric Studies of Ion-Implanted Silicon. Radiation Effects, 54, 251 (1981)

141. S. MATTESON† G. MEZEY et al.: Ion Beam Mixing in Amorphous Silicon I. Experimental Investigation. Nucl. Instr. Meth. 182/183, 43 (1981)
142. G. MEZEY, S.M. MATTESON*, J. GYULAI: High-dose Ge Implantation into <100> Si. Nucl. Instr. Meth. 182/183, 587 (1981)
143. F. PÁSZTI, G. MEZEY, E. KÓTAI, L. PÓCS et al.: Investigations on Blistering and Exfoliation of Gold by 3.52 MeV Helium Ions. Nucl. Mat. 98, 11 (1981)
144. T. LÓHNER, G. MEZEY, E. KÓTAI, A. MANUABA, F. PÁSZTI et al.: Investigation of Ion-Bombarded Silicon by Ellipsometry and Channeling Effect. Nucl. Inst. Meth. 199, 405 (1982)
145. G. MEZEY, F. PÁSZTI, A. MANUABA, E. KÓTAI, L. PÓCS et al.: Blistering and Exfoliation of Gold by 1-3.52 MeV Helium Particles. Ion Implantation into Metals eds. V. ASHWORTH et al., Pergamon Press, Oxford 1982 p.293
146. A. MANUABA, F. PÁSZTI, E. KÓTAI, G. MEZEY, I. LOVAS, L. PÓCS et al.: Comparative Study of Fe₃₂Ni₃₆Cr₁₄P₁₂B₆ Metallic Glass and its Polycrystalline Modification Bombarded by 2000 KeV Helium Ions. Nucl. Inst. Meth. 199, 409 (1982)

Alkalmazott magfizika, kondenzált rendszerek fizikája

147. J. BALOGH, Á. CZIRÁKI*, L. GRÁNÁSSY, D.L. NAGY et al.: Structure and Crystallization of Fe₈₄B_{16-x}C_x Glasses. Proc. Conf. Metallic Glasses: Science and Technology Budapest 1980. Vol. II. p. 165.
148. G. FAIGEL*, W.H. de VRIES*, H.J.F. JANSEN*, M. TEGZE, I. VINCZE: Quasi-crystalline Modelling of Amorphous Alloys. Proc. Conf. Metallic Glasses: Science and Technology, Budapest 1980. Vol. I. p. 275.
149. SZ. VASS, ZS. KAJCSOS, B. MOLNÁR, L. MARCZIS, Ch. STERGIOPOULUS*: Micellar Effects on Positron Lifetime in Aqueous SDS Solutions. Nucl. Inst. Meth. 199, 285 (1982)
150. ZS. KAJCSOS, L. MARCZIS, A. LOVAS, É. KISDI-KOSZÓ, D. KISS, CS. SZELES*, G. BRAUER*: Extensive Study of Metallic Glasses by Positron Annihilation. Nucl Instr. Meth. in Phys. Res. 199, 327, (1982)
151. ZS. KAJCSOS, G. BRAUER*: Metallic Glasses Studied by Positron Annihilation. Proc. Conf. on Metallic Glasses: Science and Technology, Budapest 1980. Vol. I. p. 305.
152. ZS. KAJCSOS, L. MARCZIS, Ch.G. TSHAKAROV†, G.G. GOSPODINOV†, D. HORVÁTH, A. VÉRTES: Positron Annihilation Study of Mechanochemical Reaction between Zn+Se and Zn+s. Nucl. Inst. Meth. in Phys. Res. 199, 273 (1982)
153. T. SCHMIDT, L. VARGA, T. KEMÉNY, G. KONCZOS, K. TOMPA, ZS. KAJCSOS: The Effect of the Composition and Processing Parameters on the Physical Properties of Amorphous Electroless Ni_{1-x}P_x. Nucl. Instr. Meth. in Phys. Res. 199, 359 (1982)

154. A. VÉRTES, ZS. KAJCSOS, I. CZAKÓ-NAGY, M. LAKATOS-VARSÁNYI, L. CSORDÁS, G. BRAUER*, H. LEIDHEISER*, Jr.: Structure Investigation of Electrodeposited Nickel. Nucl. Instr. Meth. in Phys. Res. 199, 353 (1982)
155. ZS. KAJCSOS, T. KEMÉNY, G. BRAUER*: On the Application of Positron Annihilation for Structure Study of Metallic Glasses. Nucl. Instr. Meth. in Phys. Res. 199, 373 (1982)
156. D. HORVÁTH: Chemistry of Pionic Hydrogen Atoms. Radiochimica Acta, 28, 241 (1981)
157. D. HORVÁTH et al.: Temperature Breaking of Hydrogen Bonds in Ammonia Studied by π^- -meson Capture in Hydrogen. Chemical Physics Letters 87, 504 (1982)
158. D.L. NAGY, D. HORVÁTH, G. RITTER, H. SPIERING, I.S. SZÜCS, U. VOLLAND: Distribution of the Ligand Field at the Fe^{2+} Ion in Frozen Aqueous Solutions of $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_2$. Nucl. Instr. and Methods 199, 223 (1982)
159. J.K. MULHEM*, J. BALOGH, I. DEMETER, D. HORVÁTH, B. MOLNÁR, D.L. NAGY, I.S. SZÜCS: After-effects of Electron Capture of ^{57}Co in $\text{Fe}(\text{ClO}_4) \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ and $\text{Fe}(\text{BF}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Proc. of the Int. Conf. on the Application of the Mössbauer Effect, Jaipur, India, 1981.
160. J.K. MULHEM*, D. HORVÁTH, B. MOLNÁR, D.L. NAGY: After-effects of Electron Capture of ^{57}Co in Frozen Aqueous Solutions of $^{57}\text{CoCl}_2$. Nucl. Instr. and Meth. 199, 277 (1982)
161. I. DÉZSI, S. FEHÉR, GY. FORGÁCS, D. HORVÁTH, E. KÓTAI, A. MANUABA*, G. MEZEY, B. MOLNÁR, D.L. NAGY, É. ZSOLDOS: Further Localization Studies of Co Atoms Diffused into Silicon. Nucl. Instr. and Methods 199, 383-386 (1982)
162. I. DÉZSI et al.: The Lattice Location of ^{133}Xe Implanted in Pyrolytic Graphite Studied by Mössbauer Effect. Hyperfine Interactions, 11, 255 (1981)
163. G. LANGOUCHE*, I. DÉZSI et al.: Amorphization of Tellurium by Ion Implantation. Nucl. Instr. Meth. 199, 401 (1982)
164. I. DÉZSI, ZS. KAJCSOS: The Measurement of Temperature Effects in Positronium Quenching and Inhibition in Glycerol-water Solutions. Radiochem. Radioanal. Letters 55, 57 (1982)
165. I. DÉZSI et al: Mössbauer Study of the Disorder in Crystalline and Amorphous Ge Implanted with ^{125m}Te Ions. Physics Letters 87A, 193 (1982)
166. M. VAN ROSSUM*, I. DÉZSI et al.: Investigations on the Origin of Nuclear Quadrupole Hyperfine Parameters of Implanted ^{125}Te and ^{129}I in Semiconductors. Phys. Rev. B. 26, 4442 (1982)
167. G. LANGOUCHE*, I. DÉZSI et al: Mössbauer Study of the Microscope Surrounding of Co Atoms Implanted in Si and Ge Below the Full Amorphization Limit. Radiation Effects Letters 67, 101 (1982)
168. Á.G. BALOGH et al.: Positron Lifetime Measurements in Ta in Thermal Equilibrium. in: Positron Annihilation North-Holland Publ. Comp. 1982 (Ed. P.G. COLEMAN, S.C. SHARMA, L.M. DIANA)

Biofizika

169. Z. SZŐKEFALVI-NAGY, I. DEMETER: K X-Ray Production Cross-Sections Induced by 1.6-4.0 MeV Deuterons. Nucl. Instr. and Methods 181, (1981)
170. R. BAUER*, I. DEMETER, V. HASEMANN*, J.T. JOHANSEN*: Structural Properties of the Zinc Site in CU Un - Superoxide Dismutase, Perturbed Angular Correlation of Gamma Ray Spectroscopy on the Cu, ¹¹¹Cd-superoxide Dismutase Derivated. Biochem. Biophys. Res. Comm. 94, 1296 (1980)
171. P. HARGITTAI, D. ÁGOSTON, Á. NAGY: Comparative Biochemical and Biophysical Studies on Rat Brain Synaptosomes. FEBS Letters 137, 67 (1982)
172. L. KESZTHELYI: Orientation of Purple Membranes by Electric Field. Methods in Enzymology. Biomembranes Ac. Press. 88, 287 (1982)
173. L. KESZTHELYI: Summary of Round Table Discussion on Status of Research on "Generation and Amplification of Chirality in Chemical Systems". Origins of Life 11, 191 (1982)

Elektronika

174. I. HERMYES*, J. NAGY: Bipolar PROMs Make Versatile CAMAC Instruction Decoders. Electronics, 54/26, 93 (1981)

SZILÁRDTESTFIZIKAI
KUTATÓ INTÉZET

(SZFKI)

A Szilárdtestfizikai Kutató Intézet 1981 április 1-én alakult. Tevékenységének zöme a "Szilárdtestkutatások" országos főirány keretében

1. Lézer és spektroszkópiai kutatások;
2. Szilárdtestelméleti kutatások;
3. Fémkutatások;
4. Részben rendezett kondenzált anyagok kutatása

témacsoportban folyik. A "Gázlézerek alkalmazása a nagy pontosságú mérés-technikában" OKKFT programba tartozó és a "Gázlézerek kutatása és fejlesztése valamint ipari Nd lézercsalád kifejlesztése" sajátkezdeményezésű kutatásunk eredményeinek ismertetését az 1. témacsoport keretében adjuk meg.

A Szilárdtestfizikai Kutató Intézet 1981-82 évi tevékenységét, ugyanígy az alacsonydimenziós rendszerek, a fémülvegek, a folyadékkristályok, az amorf félvezetők kísérleti és elméleti vizsgálatát, a fázisátalakulások és a nemlineáris rendszerek elméletének továbbfejlesztését, a gáz és szilárdtestlézerek fejlesztését és alkalmazását, továbbá a neutronszórás módszerek fejlesztését és alkalmazását a fenti négy témacsoportba foglalva tárgyaljuk.

1. LÉZER ÉS SPEKTROSKÓPIAI KUTATÁSOK

A nagyintenzitású impulzus-lézerek kutatása területén jelentős eredménynek tartjuk, hogy a korábban felfedezett, egy sík minden irányában egyszerre sugárzó ún. síklézer egyes tulajdonságait leíró elméletet sikerült kidolgozni, amely leírja egy henger alakú edényben lévő aktiv anyagban lehetséges különböző fényutakon kialakuló lézerműködést.

Elkészült egy lézerimpulzusok erősítésére szolgáló rendszer, ebben a pumpáló villanólámpák a sűrűbb működtetés és nagyobb élettartam céljából vízzel vannak hűtve.

Kidolgoztunk egy miniatűr szilárdtest YAG lézert, melynek maximális teljesítménye 2 MW, ismétlődési frekvenciája 1 Hz. Eddig főleg orvosi célokra került alkalmazásra.

A folytonos üzemi gázlézerek kutatása területén az üreges katódu gáz-kisülést vizsgáltuk a ködfénykisülés-ivkisülés átmenet okainak a tisztázására. A mérések elvégzéséhez számítógéppel vezérelt elektronikus mérőrendszert építettünk. Kiderült, hogy léteznek igen rövid, 1 μ sec-nál kisebb időtartamu iv-instabilitások. Az iverk időtartam eloszlásának a mérése azt mutatta, hogy ezek hosszúsága zömmel az 1-100 μ sec tartományba esik. Az ivkeletkezés okainak a felületi egyenetlenségek, az Al-katódot borító oxidréteg, és a kisülésben lévő szennyezések bizonyultak.

Uj, nemlineáris optikai jelenséget találtak az osztály kutatói szovjet kollegákkal való együttműködésük során. Megmutatták, hogy a lézerfény elektromos tere képes rendezett folyadékkristályos rétegek molekuláinak átorientálására, melynek következtében ezen rétegek optikai tulajdonságai megváltoznak.

Ugyancsak jelentős eredmények születtek a lézerfény által a szilárdtestek, különösen a fémek felületén keltett gerjesztések természetének tisztázása során.

A lézeralkalmazási osztályon kialakítottunk egy 632,8 nm hullámhosszu He-Ne lézer fényforrással működő interferométer rendszert általános geometriai paraméterek mérésére. Ezzel a rendszerrel nagy pontosságú hossz-mérés (1-10 méteres távolság, 0,1 μ felbontással), linearitásmérés, sebességmérés, egyenességmérés és szögmérés végezhető. Az interferométerhez személyi számítógép van csatolva a mérések gyors kiértékelése és az eredmények kijelzése céljából.

Kidolgoztunk egy, az optikai vékonyréteg speciális tulajdonságain alapuló nedvességmérő készüléket, amelyhez mikroprocesszoros feldolgozó rendszer csatlakozik több érzékelőfej adatainak egyidejű kiértékelésére. A Labor Műszeripari Művek gyors mezőgazdasági analizátor készülékeihez a nyugati import kiváltását szolgáló infravörös szűrők kerültek kidolgozásra, kismennyiségű gyártásuk az osztály keretén belül folyik.

2. SZILÁRDTEST-ELMÉLETI KUTATÁSOK

Az elmúlt két évben jelentős eredményeket értünk el az alacsonydimenziós spinmodellek és a kvázi-egydimenziós vezetők elektrongáz-modelljének vizsgálata területén. Az egydimenziós Heisenberg- és Hubbard-modellekben új típusú gerjesztések létezését mutattuk ki. Tanulmányoztuk a fázisátalakulás jellegét a q állapotú Potts-modellben és megadtuk az elsőrendű fázisátalakulás konzisztens leírását. Egzaktt, szimmetria-tulajdonságokon alapuló összefüggéseket vezettünk le az egydimenziós elektrongáz fázisdiagramjára.

A fémek és ötvözetek témában legjelentősebb eredményünk az amorf fémek kétnívós modelljének a kidolgozása volt, amelynek alapján többek között azok elektromos vezetését, ultrahang-elnyelését és a rugalmatlan

elektronszórását tudtuk elméletileg tárgyalni és a kísérleti adatokat megfelelően értelmezni. Említést érdemelnek még a folyékony fémek és általában a klasszikus folyadékok, valamint az elektron-lokalizáció terén elért eredményeink is.

Tovább folytattuk a különböző típusu fázisátalakulások elméleti vizsgálatát. Jelentős eredményeket értünk el a frusztrált rendszerek, az interkalált rendszerek, a granulált rendszerek, a spin-üvegek, a kevert valenciájú állapotok és az amorf anyagok vizsgálata területén is.

A nemzetközi trendeket figyelembe véve egyre nagyobb jelentőségre tesz szert a nemlineáris rendszerekben lezajló véletlenszerű jelenségek, a káosz, vizsgálata. Ezekbe a kutatásokba in statu nascendi bekapcsolód-tunk.

Sikeresen folytattuk az intenzív elektronmágneses terek és anyag kölcsönhatásakor fellépő nemlineáris elemi folyamatok vizsgálatát, többek között elemeztük az erős sztatikus mágneses terek és a lézersugárzás együttes hatásának kitett elektronoknak az ionokon történő szórását.

Az 1982 évi eredmények jelentős része preprint formájában jelent meg.

3. FÉMKUTATÁSOK

A fémfizikai kutatások teljes mértékben a fémüvegek területére koncentrálódtak, és az előállítási módszerek fejlesztésétől a szerkezet és a fizikai tulajdonságok kutatásán keresztül az alkalmazásig terjedtek.

A gyorshűtéses technológia fejlesztése révén sikerült az olvadék tömegét és a szalag szélességét növelni. Rutinszerűen készültek fémüveg szalagok 25 mm szélességben és 300 g tömegben, főleg fém-metalloid típusu ötvözetekből.

Mind gyakorlati, mind elméleti szempontból fontos annak ismerete, hogy az előállítás paraméterei, mint például az olvadék hőmérséklete vagy a hűtési sebesség, hogyan befolyásolják a fémüveg szalag fizikai tulajdonságait. Több ötvözet esetén meghatároztuk a szalag mágneses, mechanikai és néhány elektromos jellemzőjének függését az előállítás körülményeitől. Pozitron annihiláció mérésekkel az amorf szerkezetben kialakuló "üregek"-re tudtunk következtetni.

A mágneses vizsgálatok egy részét a gyakorlati alkalmazás szempontjából fontos fémüvegeken (pl. Fe-B-Si, Co-Fe-Ni-B-Si) végeztünk. Módszereket dolgoztunk ki a dinamikus mágneses paraméterek meghatározására (pl. dinamikus permeabilitás, utóhatás, veszteség). A mágneses kutatások másik részénél a Curie-pont változás meghatározásával tanulmányoztuk az amorf állapotban végbemenő relaxációs folyamatokat.

Az amorf fémek termikus stabilitásának megértése céljából azokat a folyamatokat vizsgáltuk, melyek a hőmérséklet emelésekor a kristályosodás során fellépnek. Megállapítottuk, hogy az amorf fémek kristályosodá-

sának mechanizmusa erősen függ az ötvözet komponenseinek fajtájától és koncentrációjától. Vizsgáltunk egy ill. több lépcsőben lejátszódó kristályosodási folyamatokat is.

Ezek a vizsgálatok vezettek ahhoz a feltevéshez, hogy az amorf fémek szerkezete valamilyen, valószínűleg a kristályosodás során megjelenő kristályos fázis torzult változata lehet. A kvázi-kristályos modell ellenőrzésére számos, nemzetközi kooperációban is végzett vizsgálatot folytattunk. Külön érdemes megemlítenünk a Fe-B ill. Fe-Ni-B fémüvegeken EDXD ill. nagy felbontású neutrondiffrakcióval végzett méréseket.

A kémiai és elektrokémiai módszerekkel és gyorsfűtéssel készített Ni-P amorf ötvözetek NMR módszerrel végzett vizsgálatával és elektromos transzport tulajdonságainak mérésével ezen amorf ötvözetek elektronszerkezetének megismeréséhez járultunk hozzá.

Az elméleti vizsgálatok közül megemlítendő a szerkezetileg rendezetlen amorf ötvözetek és folyékony fémek elektronszerkezetének számítására kidolgozott eljárások.

4. RÉSZBEN RENDEZETT KONDENZÁLT ANYAGOK KUTATÁSA

Az alacsony dimenziós rendszerek vizsgálatával foglalkozó kutatók az elmúlt két évben folytatták az egydimenziós szerves vezetők elektromos tulajdonságainak a vizsgálatát, kiterjesztve azt az egydimenziós rendszerek újabb családjára; a TaS_3 és $NbSe_3$ típusú tükrisztályok területére. Ez a téma a közelmúltban indult, de egy sor izgalmas jelenséget, pl. a mikrométer nagyságrendű koherencia tartományok létét jelző nemlineáris effektust már észleltünk.

Vizsgálataink másik része a poliacetilén tulajdonságainak a kutatására irányult. Kidolgoztuk a poliacetilén előállításának a technológiáját, s létrehoztuk az ehhez szükséges berendezést. Vizsgáltuk a jóddal dópolt minták szerkezetét, elektromos paramétereit. Ez az anyag alkalmas lehet könnyű, nagy kapacitású akkumulátor létrehozására is.

A folyadékkristály témában a fő hangsúlyt a keverék folyadékkristályok fázisátmenetének a tanulmányozása, továbbá a termotróp és a gyors reorientálódási képességekkel rendelkező anyagok vizsgálata kapta. A témát izgalmassá teszik folyadékkristályok és biomembránok közötti analógiák, amelyek gyakorlati jelentőséggel bírnak. Sikerrel folynak a koleszterikus folyadékkristály vizsgálatok is. Ezek egyik ígéretes vonala a karbonizáció folyamatának a tisztázása.

Az amorf félvezetők egyik családját a kalkogénid típusú anyagok alkotják. A bennük lejátszódó fizikai folyamatok ismerete gyakorlati eredményeket is ígér, elsősorban a xerográfia területén.

A téma egyik kiemelkedő alapkutatói eredménye a megvilágítás hatá-

sára létrejövő oszcilláló fényáteresztőképesség jelenségének a kimutatása és interpretálása.

A másik fontos amorf félvezető anyag az amorf szilícium. Ezen a téren már megoldott az amorf Si rétegek előállítása Si-H gázból. Amorf szilíciumból olcsó és jó hatásfoku napelem készíthető. Egy jó paraméterekkel rendelkező, működő mintapéldány elkészült.

A neutronspektroszkópia téma csak formailag tartozik ehhez a témacsoporthoz, mivel jellege és eszköztára igen széles körű szerkezetvizsgálatok elvégzését teszi lehetővé.

Az izotóp dúsítás illetve a nagy szórásvektor tartományban végzett mérések segítségével a Fe-B, Fe-Ni-B és Nb-Ni fémüvegekben sikerült a parciális párkorrelációs függvénynek, azaz az atomi szerkezetnek a meghatározása.

Kisszögű szórással fémekben, ötvözetekben a doménszerkezet vizsgálata folyt; fémüveg mintákban mélységi- illetve felülethez "tapadó" mikrodoménokat észleltünk, meghatároztuk méreteiket, valamint az anizotróp mágneses tulajdonságok doménszerkezettel való kapcsolatát.

A kisszögű neutronszerkezetvizsgálattal fontos információkat szerezünk a biológiai makromolekulák, nevezetesen az immunglobulinok konformációjáról is.

A téma munkatársai két új típusú radiográfiás vizsgálatot dolgoztak ki. A fotográfiai módszer Bragg-szórással kombinálva, roncsolásmentes vizsgálati módszerként alkalmas gépalkatrészek fáradásának vizsgálatára. A dinamikus radiográfia (képmagnó alkalmazásával) főként hidrogéntartalmú anyagok (viz, olaj stb.) zárt térben történő áramlásának kontrollálására alkalmas.

A témát széles körű nemzetközi elismertség övezi, mivel többek között a Mezei Ferenc által kifejlesztett spin-echo berendezés iránt nagy az érdeklődés; szovjet valamint francia kutatóintézetekkel közös spin-echo berendezés létesülését tervezzük.

- * -

Az intézetben folyó sokirányú tudományos tevékenység illusztrálására az 1983-ban Jánossy-díjban részesült három pályamű rövid összefoglalóját közöljük.

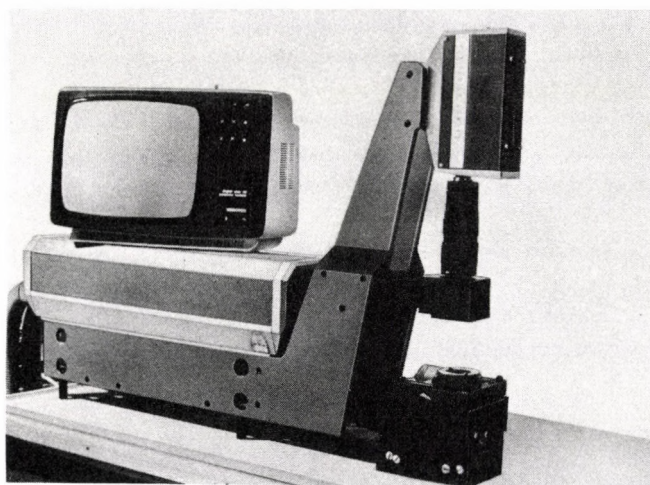
NEODIMIUM-LÉZER FEJLESZTÉSE

Czigány I., Kertész I.

Alig több mint két évtizeddel az első lézer beindulása után ma már sok ezerre tehető az ismert lézerátmenetek száma. A gáz, szilárdtest, félvezető, festék, kémiai és más típusú lézerek sokaságából csupán néhány fajta nyert széles körű alkalmazást a mérés-technika, híradástechnika, holográfia, makro- és mikromegmunkálás, orvostudomány és más tudományágak területén.

Intézetünkben 1963-ban két irányban indult meg a lézerkutatás, s a gázlézerek és szilárdtestlézerek fejlesztésének eredményei tuhnóttek laboratóriumaink keretein.

A kezdetben csupán a nemlineáris jelenségek vizsgálatára irányuló szilárdtestlézer fejlesztés, az igények hatására, a gyakorlati célú Nd-lézerek építése felé fordult. Ennek a fejlesztésnek az eredménye többek között az Nd:YAG lézer, mely a lézeres megmunkáló mintalaboratórium alapberendezése lett (1. ábra). Az alapberendezéshez megmunkáló-optikai,



1. ábra

*A lézeres megmunkáló labor
Nd:YAG lézer alapberendezése*

monitor, mérő és pozicionáló elemeket készítve a rendszert vastag és vékonyréteg-ellenállások értékbeállítására, különböző anyagok mikrofurására, félvezető szeletek karcolására és hőkezelésére, gravírozására, valamint orvosi célokra használjuk.

A Nd:YAG LÉZERC SALÁD FŐBB PARAMÉTEREI

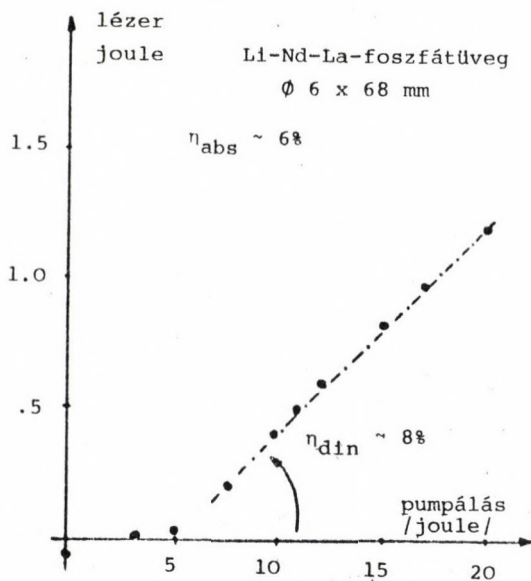
| Nd:YAG modell | folytonos teljesítmény | | Lámpa | Hűtés | Q-kapcsolás | | Felhasználás |
|------------------------|------------------------|-------------------------------------|---------------------|------------------|---|-----------------------------|--|
| | multi- modus MM | alap- modus TEM ₀₀ | | | tipus | csucs- telje- sítmény | |
| Mod-75 ⁺ | 8 W | 1,5 W | 2x1,5 kW halogén | víz és levegő | akusztó- optikai | 10 kW | hengereellen- állás érték- beállítás |
| Mod-78 [*] | 100 W | 6-8 W | 5 kW | víz | akusztó- optikai LiF(F ₂) | 100 kW 10 kW | vastagréteg- ellenállás értékbeállí- tás, gravi- rozás, hőke- zelés |
| Mod-80 | 60 W | 10-12 W | 4 kW krypton | víz | akusztó- optikai | 25 kW | karcolás mikrofurás |
| Mod-82/50 ^x | 50 W | | 5 kW krypton | víz (2 kör) | | | urológia |
| 82/100 | 130 W | | | | | | gasztroendo- szkópia |

+ Mod-75: A REMIX számára készült 0,2 % pontosságú ellenállás beállításához.

* Mod-78: (1. ábra): A lézeres megmunkáló mintalaboratórium alapberendezése.

x Mod-82: Orvosi lézer (Kerepestarcsei Kórház, MOM-SOTE).

A lézercsalád legfontosabb paramétereit az 1. táblázatban láthatjuk. A jó hővezető, kiváló optikai minőségű, kedvező mechanikai tulajdonságú Nd:YAG egykristálynak impulzus üzemben az utóbbi időben komoly versenytársai a nagy Nd-koncentrációjú foszfátüvegek. A moszkvai Lebegyev Intézetben a 70-es évek közepe óta nagy figyelmet fordítottak a $\text{Li-Nd}_x\text{La}_{1-x}$ foszfátüveg kutatására, melynek eredményeképpen 1980-ban kb. 4 %-os abszolút, 4,5 %-os dinamikus hatásfokot értek el. Együttműködésünk során¹ sikerült új-típusú un. aszimmetrikus reflektor-elrendezéssel és kisátmérőjű fotovillanólámpával az abszolút hatásfokot 6 %-ra^{2,3}, a dinamikus hatásfokot 7-8 %-ra növelni (2. ábra). Az új anyag tulajdonságaiból kiindulva eltérünk a megszokott technikai megoldásoktól: nevezetesen a homogén megvilá-



2. ábra

A LiNdLa-foszfátüveg lézer kimenő energia/pumpáló energia karakterisztikája

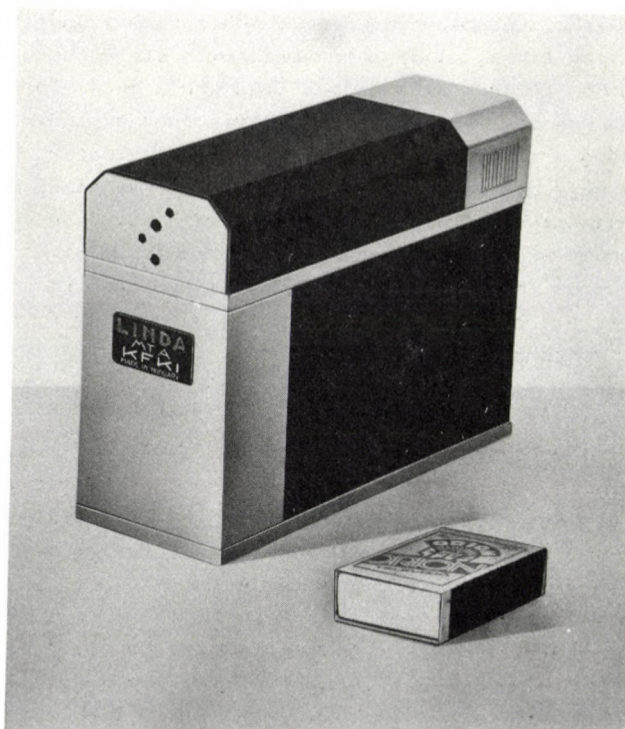
gitást biztosító matt lézerrud-palásttól, a 4-5 mm-es rudátmérettől és a 240 μs -os lézernívó-élettartamtól. A kivilágosodó szűrővel biztosított un. passzív Q-kapcsolás esetén ugyanis a lézerrud tengelyébe fókuszált - nem homogén - megvilágítás alacsonyabb lézereküszöböt tesz lehetővé, és a koncentrációt 8×10^{20} Nd/cm^3 -ről 10^{21} Nd/cm^3 fölé emelve sem zavarja az óriásimpulzus gyors kialakulását a felső lézernívó élettartamának csökkenése. Passzív Q-kapcsolóként a szokásos megoldáshoz képest vastag

8-10 mm-es LiF/F_2^- kristályt választva a festék-¹ és plaztikkapcsolók 0,1-0,3 %-os hatásfokával szemben 0,5-0,6 %-os Q-kapcsolt hatásfokot kapunk, melyhez igen kis széttartást biztosító alaplódu (TEM₀₀) működés járult. Ezek a paraméterek lényegesen kedvezőbbek a Nd:YAG krisátly-lézerrek adatainál. Az ily módon kifejlesztett és igen kis pumpáló energiáknál is megfelelő lézerteljesítményt biztosító rendszer jóval olcsóbb, mint a közhasználatu, de csak korlátozott mennyiségben gyártható Nd:YAG berendezés. Nem elhanyagolható tulajdonsága a fenti lézernek, hogy rendkívül kis súlyu.

Az alkalmazások során a Q-kapcsolt Nd:YAG lézer 10 mrad-ianos divergenciájával szembeni 1-2 mrad-os széttartás 5-szörös hatékonyságot biztosít.

A 3. ábra az akkumulátorról ill. hálózatról adapterrel működtethető, hordozható, LINDA elnevezésű, Q-kapcsolt és 1,054 μm -en ill. LiIO_3 -al frekvencia-kétszerezve 527 nm-en sugárzó lézert mutatja (súlya 1,22 kg).

A reord-paraméterekkel rendelkező foszfátüveg lézer-család felkeltette az ipar érdeklődését és rövidesen a magyar ipar is gyártani fogja.



3. ábra

Q-kapcsolt, hordozható LiNdLa-foszfátüveg lézer

HIVATKOZÁSOK

1. K.L. Vodopyanov, B.I. Denker, N.N. Il'ichov, I. Kertész, A.A. Malutyin, V.V. Osiko, P.P. Pasinyin, I. Czigány: *Kvantovaya Elektronika* 8, 1595 (1981)
2. I. Czigány, B.I. Denker, N.N. Il'ichov, I. Kertész, A.A. Malutyin: *Proceedings of the Laser Physics Symp.* Helsinki (1982) pp. 82-88
3. Czigány I., B.I. Denker, N.N. Il'ichov, Kertész I., A.A. Malutyin: "Megvilágító reflektor impulzus üzemi szilárdtest lézerekhez" 33905-541 (szabadalom)

ÁTMENETIFÉM-METALLOID FÉMÜVEGEK LOKÁLIS SZERKEZETE

Vincze I., Kemény T.

Már maga a fémüveg szó első hallásra meglepőnek kell hogy tűnjék mindenki számára, aki egyetemi tanulmányai során megértette, hogy a fémes kötés az egyszerű (köbös vagy szoros illeszkedésű hexagonális) szerkezetek kialakulásának kedvez. Az ilyen tulajdonságu anyag olvadékanak lehűtése során nagyszámu, viszonylag gyorsan növekvő kristálycsira képződik, így a megszilárdulás kristályos anyag képződéséhez vezet. Nagy tudományos szenciaciót jelentett tehát, mikor a hatvanas évek elején kimutatták, hogy néhány többalkotós ötvözet olvadékanak igen gyors megszilárdulásakor hosszútávú kristályos rendtől mentes anyag, vagyis üveg képződik. Ezek az ötvözetek mindaddig csak tudományos kurióznak számítottak amíg csak drága és egzotikus anyagokat (pl. Pd és Au ötvözetek) lehetett kis, szabálytalan alaku fóliadarabok formájában megszilárdítani. A hetvenes évekre azonban megszületett az a technológia, mellyel nem kristályos ötvözeteket kontrollált geometriájú szalag formájában számottevő mennyiségben állítottak elő. Mivel ekkorra már ismertek voltak a legközönségesebb anyagokon alapuló üvegekészésre hajlamos ötvözetek is (pl. Fe-P-C) hamar nyilvánvalóvá vált, hogy egy új, a gyakorlati felhasználás számára is ígéretes anyagcsalád született.

A szilárdtestfizikai kutatás számára a fémüvegek rendkívüli kihívást jelentenek, mivel már az első kérdés, az atomi szerkezet meghatározása sem oldható meg egyértelműen klasszikus módon, diffrakciós mérés segítségével. Döntő szerephez jut a szerkezet modellezése és a diffrakciós mérések eredményei által megengedett modellek összehasonlítása lokális, magfizikai módszerek segítségével.

Hazai kutatásaink megindulásakor, 1976-77-ben az irodalomban szinte egyeduralgó volt az a modell, amely a fémüvegek szerkezetét véletlenszerűen, de a lehető legszorosabban pakolt merev gömbök segítségével írta le. Mivel a legszorosabb illeszkedésű térgeometriai alakzat az ikozaéder

nem térkitöltő, egyszerűsége miatt vonzó az amorf szerkezetet úgy elképzelni, mint az ellentmondó geometriai feltételeket (szoros illeszkedés és térkitöltés) összességében legjobban kielégítő optimum, vagyis lényegében geometriai kényszerek által meghatározott rendszer. Így ez a modell igen vonzó, mivel elvi egyszerűsége mellett is alkalmas modern számítástechnikai módszerek széles körű alkalmazására és kvalitatíve visszaadja a diffrakciós vizsgálatok néhány főbb vonását.

Egy alapvető kérdésre azonban nem tudunk így választ adni: miért csak az ötvözetek egy viszonylag szűk csoportja alkalmas arra, hogy a technikai lehetőségek által megengedett 10^5 - 10^7 K/s hűtési sebesség értékeknél nemkristályos állapotban szilárduljon meg? Ez a kérdés nyilvánvaló módon tulmutat a geometriai megszorításokon és a kémiai kötés döntő szerepét jelzi.

Az átmenetifém-metalloid rendszerek első elveken alapuló kvantumkémiája, a p és d típusu elektronállapotok keveredése egy soktest-rendszerben a szilárdtest-elmélet számára nehezen tárgyalható kérdések. Logikus tehát, hogy a választ kerülő uton közelítsük meg: az átmenetifém és a metalloid milyen lokális rendjét valósítja meg a természet azokban a fémes anyagokban, ahol ez a rend jól meghatározott és egyértelműen vizsgálható - a fémközi vegyületekben?

Vizsgálataink alapkérdése tehát a következő: lehetséges-e, hogy az oxid-üvegekhez hasonlóan a fémüvegek is molekulaszzerű, viszonylag invariáns, a kristályos módosulatokra emlékeztető lokális elrendeződésű atomcsoportokból állnak? Más szóval lehetséges-e nagyfokú lokális kémiai és topológiai rend a fémüvegekben, melyeket a hosszutávú rend teljes hiánya jellemez. A kérdés megválasztásához az első lépést logikusan a kristályosodás vizsgálata jelentette.

Modellrendszer: $Fe_{1-x}B_x$ amorf ötvözetek

A világon az elsők között végeztünk olyan kristályosodás vizsgálatokat a Fe-B ötvözetrendszeren, ahol tudatos volt a törekvés arra, hogy a kiinduló amorf állapot és a különböző kristályosodási termékek lokális rendjét egy magfizikai módszer, a Mössbauer spektroszkópia segítségével összehasonlítsuk.

Dinamikus differenciális kalorimetria segítségével megmutattuk, hogy a 15-25 at% B tartományban két folyamat zajlik, melyek hőmérséklettartománya növekvő B tartalommal egyre nagyobb mértékben átfed. Megmutattuk, hogy az alacsonyabb hőmérsékleten zajló folyamat (tércentrált köbös szerkezetű) α -Fe kiválás. Az ebben a fázisban oldott B mennyisége a Mössbauer spektroszkópia detektálhatósági határa (kb. 0,3 at% B α -Fe-ban) alatt van. Ennek megfelelően a visszamaradó amorf fázis B tartalma fokozatosan nő, összetétele 25 ± 2 at% B közvetlenül a második folyamat elindulása előtt.

Már vizsgálataink előtt ismeretes volt, hogy a kristályosodás során keletkező Fe-B fémközi vegyület metastabilis, így igen fontos az átalakulási folyamat érzékeny és reprodukálható nyomonkövetése. Erre a kalorimetria igen alkalmasnak bizonyult, így különböző összetételű és a kaloriméterben különböző hőmérsékletig hőkezelt, majd gyorsan lehűtött minták Mössbauer spektruma segítségével igazoltuk, hogy az α -Fe mellett az egész összetétel- és kristályosodási hőmérséklettartományban ugyanaz az egy fázis jelenik meg. A kivált α -Fe relativ mennyiségének meghatározásával, szerkezetazonosítástól függetlenül igazoltuk, hogy a fémközi vegyület Fe_3B összetételű.

A Mössbauer spektrum alapján ebben a szerkezetben három különböző Fe hely van, melyeknek első szomszéd környezetében egyenként 2, 3 ill. 4 B atom található. A három hely betöltöttsége kb. 10 % pontossággal azonos. Később röntgenmérések alapján azonosították a metastabil Fe_3B szerkezetét a tetragonális Fe_3P szerkezetével.

Összehasonlítva a metastabil Fe_3B fázis, a belőle további hőkezeléssel keletkező stabil Fe_2B szerkezet és a kiinduló amorf ötvözet Mössbauer spektrumát, figyelemreméltó közös vonásokat találunk a metastabil fázis és a nemkristályos ötvözet között. Ahhoz, hogy ebből a lokális környezetek hasonlóságára következtessünk, két kérdést kell megválaszolni:

- a./ Hogyan lehet a fémüveg széles, átfedő csucsokat tartalmazó, strukturamentes Mössbauer spektrumából a hiperfinom tér eloszlásra következtetni?
- b./ Mi a kapcsolat egy Fe atom elsőszomszéd környezete és a mag által érzett hiperfinom tér között?

Hiperfinom tér eloszlás meghatározása

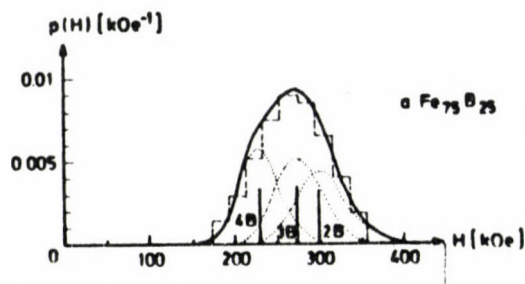
A ferromágneses anyagokra jellemző 6-vonalas Mössbauer spektrum 2. és 5. vonalának relativ intenzitását a γ sugár iránya és a mágnesezettség közti szög határozza meg. Mivel ez külső mágneses tér segítségével könnyen befolyásolható a két különböző szög alatt mért spektrum megfelelő lineárkombinációjából a már átfedésmentes 2.-5. alspektrum meghatározható. Ebből a hiperfinom tér eloszlás már akár a klasszikus lépcsőfüggvény vagy Fourier sor illesztéssel, akár az általunk alkalmazott binomiális eloszlás meghatározással, vagy a legujabban kidolgozott illesztésmentes Fourier transzformációs módszerrel meghatározható.

Minden olyan hiperfinom tér eloszlás meghatározásnál, ahol a spektrum szétválasztás nem történt meg, a 2.-5. alspektrum relativ intenzitása az illesztésből meghatározandó, rendkívül rosszul definiált paraméter. Ma már bizonyított, hogy számos az irodalomban található többmaximumos, fizikailag erősen kétségbe vonható hiperfinom tér eloszlás ezen hiba következmé-

nye, ami aláhúzza az általunk javasolt spektrumszétválasztási módszer jelentőségét.

Hiperfinom tér és lokális környezet

A hiperfinom tér eloszlás szerepe számunkra az, hogy segítségével kvantitatívra tehetjük a kristályosodás tárgyalása során már említett hasonlóságot a fémüveg és a metastabil Fe_3B fémközi vegyület között. Az 1. ábrán a $\text{Fe}_{75}\text{B}_{25}$ fémüveg hiperfinom tér eloszlása látható a Fe_3B fémközi vegyületben megfigyelt 3 diszkrét hiperfinom tér értékkel együtt.



1. Ábra

A Mössbauer spektroszkópiai mérésekből meghatározott vas hiperfinom terek eloszlása amorf $\text{Fe}_{75}\text{B}_{25}$ -ban (hisztogram). A függőleges vonalak a vasatomok hiperfinom tereit jelölik a metastabil tetragonális Fe_3B fémközi vegyületekben, 2,3 és 4 B elsőszomszéd esetén. Az ezen értékek körüli eloszlások (pontok) az amorf ötvözet $p(H)$ görbéjének jó leírását adják (folytonos vonal).

Amennyiben azt tételezzük fel, hogy a fémüvegben is döntő többségben 2,3 és 4 elsőszomszéd B atommal körülvevett Fe atomok vannak közel azonos számban, de az atomtávolságok a nemkristályos szerkezetnek megfelelően ingadoznak, akkor a centrális értékek körüli $\Delta H = (\partial H / \partial r) \Delta r$ széles eloszlásokat várunk.

Ezen feltevés alapján tehát a mért hiperfinom tér eloszlás egyetlen illesztési paraméter, ΔH segítségével tökéletesen leírható.

Az eredetileg illesztési paraméterként nyert ΔH érték fizikailag meg-alapozott voltát mutatja kapcsolata két időközben elvégzett teljesen független kísérlet eredményével. Nagynyomású Mössbauer mérések segítségével meghatároztuk a hiperfinom tér nyomásfüggését, amit a kompresszibilitás segítségével távolságfüggéssé skálázhatunk ($\partial H / \partial r$). Ha ezen érték, valamint a Sváb E. és munkatársai által nagyfelbontású neutrodiffrakciós mérésből meghatározott Fe-B távolságfluktuáció, $\Delta r(\text{Fe-B})$ felhasználásával számítjuk ΔH -t, 20 %-on belül visszkapjuk az illesztési paraméterként

meghatározott értéket. Az a tény, hogy a diffrakciós mérésből megállapított Fe-B távolságfluktuáció csak mintegy fele a Fe-Fe távolság ingadozásának, új és direkt kísérleti indikáció a korrelált szerkezeti egységek létezésére.

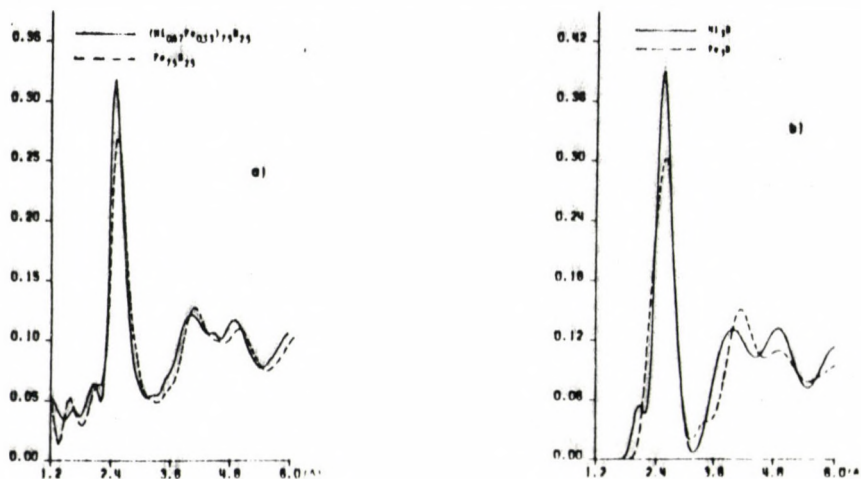
Ahhoz, hogy az összetétfüggést egy ilyen modell szellemében értelmezzük, meg kell mondanunk, milyen hiperfinom teret rendeljünk azokhoz a Fe atomokhoz, ahol a B elsőszomszédok száma eltér az eddig tárgyalt értékektől. Miután ezt a kalibrációs görbét az ismert kristályos anyagok (α -Fe, Fe_2B és FeB) alapján meghatároztuk, összehasonlíthatjuk egy merev gömbök véletlenszerű pakolásán alapuló modellből és a fix koordinációkat feltételező modellből számolt hiperfinom tér eloszlásokat a mért mennyiségekkel. A fix szerkezeti egységeket feltételező "rácsmodell" már a hiperfinom tér átlagának összetétfüggését is jobban reprodukálja, mint a véletlen pakolásu, habár az egyszerű korrelálatlan helyettesítés felvése miatt alacsony B tartalom esetén eltér a kísérleti görbétől. A legfigyelemreméltóbb vonás azonban a hiperfinom tér eloszlások szélességének összetétfüggése: míg a véletlen modellben a szélesség számottevően nő a B tartalommal, (kb. 30 % a 15 és 25 at% B között), addig a korrelált modell tökéletesen reprodukálja a kísérleti eredményt - a hiperfinom tér eloszlások szélessége állandó.

Összehasonlítottuk a különböző eljárással (olvadékból történő gyors-hűtés ill. porlasztás segítségével) készített amorf Fe-B ötvözetek lokális rendjét Mössbauer spektroszkópia segítségével, és a mérési hibán belül azonosnak találtuk azokat. Ez a megfigyelés ugyancsak a kémiai kölcsönhatások döntő szerepét támaszja alá a közeli rend kialakulásánál. Ugyanakkor más tulajdonságok, mint pl. a mágneses anizotrópia lényegesen különböző a porlasztásos eljárással készült minták esetén - amely különböző hibaszerkezetre utal.

Lokális rend a Fe-Ni-B fémüvegekben

Az amorf Fe-B rendszeren kapott eredményeink általánosítása alapján azt várjuk, hogy az olvadékból kvencselt $(\text{Fe}_{1-x}\text{Ni}_x)_3\text{B}$ fémüvegek lokális szerkezete hasonló a kristályosodás során keletkező egyfázisú kristályos vegyületéhez. Ez a lokális szerkezet változik a Ni koncentráció függvényében: tetragonális a Fe-felőli és ortorombos a Ni-felőli oldalon. A szerkezetváltás tükröződik a kristályos fázisok ^{57}Fe hiperfinom paramétereiben (hiperfinom tér, kvadrupólus felhasadás). Az amorf ötvözetek paraméterei követik ezt a trendet és a lokális környezet folytonos változását jelzik a növekvő Ni-koncentráció függvényében. Direkt röntgen-mérések (EDXD) támogatják a lokális rend megváltozására vonatkozó következtetésünket. Az átmenetifém atomok különböző topológiai elrendeződésének következtében várható eltérés a két szerkezet radiális eloszlásfüggvényében egyszerű

módon becsülhető a megfelelő kristályos fémközi vegyületek atomi helyzetek kiszélesítésével (2b. ábra). Amorf Fe_3B és $(\text{Fe}_{0.33}\text{Ni}_{0.67})_3\text{B}$ -n végzett EDXD vizsgálat (2a. ábra) az alábbi jellegzetes különb-



2. ábra

(Fe, Ni) $_3\text{B}$ fémüvegek radiális eloszlása az EDXD mérés eredménye szerint (a), és a tetragonális Fe_3B és ortorombos Ni_3B atomi helyzeteinek kiszélesítése által számítva (b).

ségeket mutatja: az első csucs szélesebb Fe_3B -ban és a vas nikkellel történő helyettesítésére a második felhasadt csucs vállintenzitásainak aránya megfelelően változik. Ujabb nagy felbontású neutroindiffrakciós mérések (Sváb E. és munkatársai) ezeken a rendszereken ugyancsak jellegzetes különbségeket mutatnak, amelyek jól értelmezhetőek a jól definiált lokális építőegységek létezésére vonatkozó feltevésünkkel. Ezek a megfigyelések a különböző véletlenszerű sűrű pakolású modelleken messze túl mutatnak, ott ugyanis nem várható változás a Fe és Ni atomok hasonló sugara miatt.

A (Fe, Ni) $_3\text{B}$ fémüvegek Mössbauer vizsgálata felfedte, hogy még az átmenetifém atomok, azaz a Fe és a Ni eloszlása sem véletlenszerű az átmenetifém atom helyeken: a gyors lehűtés ellenére a Ni atomok több B szomszédal rendelkeznek, mint a Fe atomok. Hasonló trend figyelhető meg a kristályos ortorombos (Fe, Ni) $_3\text{B}$ fémvegyületekben. Ez a meglepő megfigyelés ismételten a kémiai kölcsönhatások döntő szerepét támasztja alá az amorf szerkezet kialakulásánál.

Vizsgálataink eredményeként a topológiai (szerkezeti) rendezetlenség hatása szétválasztható volt a kémiai rendezetlenségtől. Azt találtuk, hogy a topológiai rendezetlenség hatása elenyésző a kémiai rendezetlenséghez

képezt az olyan mágneses tulajdonságokra, mint a mágnesezettség hőmérsékletfüggése, a mágneses momentumok és a Curie hőmérséklet értéke.

Általánosan elfogadott, hogy az atomok lokális geometriai elhelyezkedése döntő módon meghatározza az amorf ötvözetek atomi szerkezetét és fizikai tulajdonságait. Munkáink az amorf ötvözetek képződésében az irányított kötések meghatározó szerepét tárták fel és jól meghatározott amorf szerkezeti egységek létére utaltak. Első lépéseknek tekinthetők ezek a vizsgálatok az amorf szerkezeti egységek meghatározására irányuló kutatások, az "amorfográfia" területén.

ELEKTRONLOKALIZÁCIÓ ÉS ELEKTRON-KÖLCSÖNHATÁS

Forgács G.

I. BEVEZETÉS

Az elmúlt években a szilárdtestfizikai kutatások a tökéletes kristályok tanulmányozása helyett egyre inkább a rendezetlen rendszerek, amorf anyagok vizsgálatára összpontosultak. Az a felismerés, hogy a szilárd anyagok sohasem képeznek tökéletesen periódikus kristályszerkezetet, természetesen nagyon régi, de eme tökéletességtől való eltérés vizsgálata mind kísérleti, mind elméleti szempontból rendkívül bonyolult.

Jelen dolgozatban az elméleti szilárdtestfizika egyik legaktuálisabb és egyben legizgalmasabb kérdésével, nevezetesen elektronrendszereknek véletlenszerű potenciáltérben történő viselkedésével kívánunk foglalkozni. Ezt a problémát a modern irodalomban elektronlokalizáció néven ismerik. Az alap gondolatot 1958-ban Anderson fogalmazta meg¹. Alapvető feltételezése az volt, hogy az adott elektronrendszert olyan skálán vizsgáljuk, melyen az homogénnek tekinthető. Ilyenkor az egyrészecske elektronállapotok a véletlenszerű elektrosztatikus potenciál valószínűségeloszlásának szélességétől, ω -tól, illetve attól a t mátrixelemtől függnek, mely megadja az elektron a_0 mikroszkopikus távolságra történő ugrásának (hopping) a valószínűségét. Az, hogy az elektronrendszer vezető, vagy szigetelő, az ω/t aránytól függ. Az $\omega \ll t$ esetben gyengén rendezetlen fémről beszélhetünk. Ilyenkor ha az E_F Fermi energia elég messze van a sávok szélétől, az E_F energiához tartozó egyrészecskes állapotfüggvény kiterjedt (azaz $|\Psi(x)|^2 \rightarrow \text{const.}$, midőn $x \rightarrow \infty$) és így a rendszer vezető. Másrészt, ha $\omega \gg t$ a kinetikus energiatag perturbációnak tekinthető és az elektron a $V(x)$ véletlenszerű elektrosztatikus potenciál mély gödrének csapdájába kerül. A rendszer szigetelővé válik. Kézenfekvő tehát ω/t kritikus értékéről beszélni, melynél az elektronállapotok természetében változás következik be;

lokalizáltból kiterjedtté (vagy kiterjedtből lokalizálttá) válnak. Az átalakulás milyensége ω/t kritikus értékénél sokáig talány maradt. Mott szerint² az E_c "mozgékonyági élnél" (az energia azon értékénél, mely elválasztja a lokalizált állapotokat a kiterjedt állapotoktól) a rendszer elsőrendű fázisátalakuláson megy keresztül és a σ vezetőképességnek ugrása van. A másik alternativa, hogy az átalakulás folytonos, másodrendű, és a vezetőképesség folytonosan tűnik el, midőn kereszttezzük a mozgékonyági élt. Thouless³, Wegner⁴, Abrahams és munkatársai⁵ szerint eme második változat a helyes.

Fenti megfontolások kölcsönhatás nélküli elektronrendszerre vonatkoznak. A véletlenszerű potenciál és az elektronok közötti Coulomb kölcsönhatás együttes vizsgálata rendkívül bonyolult kérdés és mind a mai napig nem megoldott.

A továbbiakban olyan modellt ismertetünk, melynek segítségével az elektronlokalizáció és elektron-kölcsönhatás együttesen vizsgálható. Részletesebben csak az elektronlokalizáció kérdését tárgyaljuk (II. fejezet). Az együttes elmélettel kapcsolatos nehézségekre röviden utalunk a III. fejezetben, végül a IV. fejezetben az együttes probléma lehetséges megoldásait ismertetjük.

II. ELEKTRONLOKALIZÁCIÓ ÉS A RENORMALIZÁCIÓS CSOPORT

Tekintsük a következő Hamilton operátorral megadott rendszert:

$$H = \int d^d x [\Psi^\dagger(x) \left(-\frac{1}{2} \nabla^2 \right) \Psi(x) + \sum_a V(x-x_a) \Psi^\dagger(x) \Psi(x)] \quad (1)$$

$$+ \int d^d x d^d y \Psi^\dagger(x) \Psi^\dagger(y) U(x-y) \Psi(y) \Psi(x).$$

Fentiekben Ψ a szokásos fermion felcserélési törvényeknek eleget tevő (elektron) téroperátor⁶, $V(x)$ véletlenszerű egyrészesekes elektrosztatikus potenciál, x_a a rendszerben véletlenszerűen elhelyezkedő szennyezősek helykoordinátáit szimbolizálja, $U(x)$ a Coulomb potenciál, melyet a jelen fejezetben elhanyagolunk, d a vizsgált rendszer térbeli dimenziószáma. Annak érdekében, hogy a fenti Hamilton operátorral definiált rendszer fizikai mennyiségeit (pl. vezetőképesség) meghatározhassuk, a számításokat rögzített x_a mellett kell elvégezni, majd átlagolnunk kell a véletlenszerű x_a mennyiségekre. A legegyszerűbb feltételezni, hogy az egymástól független (korrelálatlan) szennyezések sűrűsége kicsi és így annak valószínűsége, hogy egy elektron kettőnél többször szóródik ugyanazon szennyezésen, elhanyagolható. Ilyenkor szisztematikus perturbációszámítás végezhető a $V(x)$ szennyezési potenciál, illetve a szennyezési sűrűség szerint, mivel feltételezhető, hogy

$$\overline{V(x)} = 0, \quad \overline{V(x)V(y)} = N\delta(x-y), \quad (2)$$

ahol N a szennyezők sűrűsége. A felülvonás a szennyezők valószínűségeloszlása szerinti átlagolást jelenti. A perturbációszámítás részletei Abrikosov könyvében⁶ megtalálhatók.

Kis N azt jelenti, hogy az elektron szabad uthossza nagy, azaz a rendszer jó fém. Könnyen belátható⁶, hogy az ilyen fémes határesetben végzett számolás során a perturbációszámítás $k_F \ell$ negatív hatványai szerint rendszerezhető, ahol k_F a Fermi hullámszámvektor abszolút értéke, ℓ pedig a szabad uthossz. A konkrét számítás az ac vezetőképességre (zérus hőmérsékleten)⁷ a

$$\sigma = \sigma_0 + \frac{B}{k_F \ell} \ln \omega \tau \quad (3)$$

eredményt adja. Fentiekben ω a külső elektromágneses tér (ac tér) frekvenciája, τ két elasztikus ütközés között eltelt idő, B pedig egységnyi nagyságrendű állandó. (3)-ban $\omega \tau \ll 1$, de a kifejezés csak akkor értelmes, ha a második tag az elsőnél jóval kisebb. σ_0 a klasszikus (Drude) vezetőképesség. Fenti kifejezés segítségével a dc ($\omega \rightarrow 0$) vezetőképesség nem kapható meg. Ez a furcsa helyzet $d=2$ következménye. Az látszik, hogy a kvantum korrelációk hatására σ csökken ($\ln \omega \tau < 0$), amit vártunk is.

A kritikus jelenségekkel foglalkozók számára a logaritmikus korrekció megjelenése mindig valamilyen kritikus dimenziószámot jelez. Ferromágneses rendszerek esetén például⁸, $d=4$ egy ilyen kritikus dimenziószám. $d>4$ esetén a molekuláris tér közelítés egzaktává válik, míg $d<4$ -re a fluktuációk szerepe sorsdöntő.

Fenti problémánál tehát azt látjuk, hogy $d=2$ valamiféle kritikus dimenziószámnak felel meg. Valóban, belátható⁹, hogy $d=1$ esetén tetszőlegesen kicsiny N esetén a rendszerben valamennyi egyrészecskés hullámfüggvény lokalizált lesz. Azt sejthetjük, hogy ez tetszőleges $d \leq 2$ esetén igaz (a nem egészszerű dimenziószám analitikus elfolytatással definiálható). Az ismert¹⁰, hogy $d=3$ -nál a mozgékonyági él véges E_c -nél jelenik meg. Így feltételezhetjük, hogy $d>2$ -re a rendszerben mindig lesznek kiterjedt állapotok kicsiny N esetén. Egy bizonyos kritikus N értékénél (N_{krit}), mely E_c -nek felel meg, a kiterjedt állapotok teljesen eltűnnek, és a rendszer szigetelővé válik. Hogy a fent vázoltakat demonstrálhassuk, az ismertetett modellrendszert $d>2$ dimenzióban vizsgáljuk. Szokásos eljárás¹¹, hogy bevezetjük az $\epsilon=d-2$ infinitezimálisan kicsiny mennyiséget és a számolásokat $2+\epsilon$ dimenzióban végezzük el. Mint már említettük, metallikus határesetből indulva a $(k_F \ell)^{-1} = g_0$ természetes csatolási állandóként jelenik meg. Ezután alkalmazzuk a renormalizációs csoport módszert. Jelen dolgozatban nincs módunk eme módszer részletes ismertetésére. Erre vonat-

kozólag számos kiváló összefoglaló cikk létezik^{11,12,13,14,15}. A renormalizációs csoportnak az adott problémára vonatkozó alkalmazásával kapcsolatban a J. Phys.-ben megjelent cikkekre¹⁶ utalunk.

Az eljárás lényege röviden a következő: Amennyiben a rendszer másodrendű (vagy magasabb rendű) fázisátalakuláson megy keresztül, létezik olyan hosszjellegű mennyiség, mely az átalakulási ponton divergál. Jelen esetben ez a lokalizációs hossz, mely a hullámfüggvény amplitudójának lecsengésével kapcsolatos. Az átalakulási pont után (a szigetelő fázisban) a hullámfüggvények exponenciálisan csengenek le, vagyis

$$|\Psi(x)| \sim \exp(-x/L), \quad (4)$$

ahol L a lokalizációs hossz. Közel az átalakuláshoz L nagyon nagy és általában

$$L \sim (N - N_{\text{krit}})^{-\nu'}. \quad (5)$$

Fenti összefüggés csak N_{krit} -hez nagyon közel érvényes. ν' a szokásos kritikus index^{17,18}. Az átalakulási pont közelében ilyenkor azt mondhatjuk, hogy a rendszer ugyanolyannak tűnik bármilyen véges hosszskálán is tekintjük, hiszen L nagy és L -nél kisebb skálán mindig ugyanazt tapasztaljuk. (Ennek szemléltetésére, lásd Stanley¹⁷). Ha tehát a rendszerben hosszskála transzformációt végzünk, azt várjuk, hogy ettől a rendszer alapvető fizikai tulajdonságai nem változnak meg. Másképpen szólva, a rendszerből szabadsági fokokat eliminálhatunk és így a problémát (esetleg) kezelhetővé tehetjük. A skálatranszformáció során a csatolási állandó, esetünkben g_0 , jól definiált módon változik. A transzformációt iterálva a csatolási állandó valamilyen határértékhez tart. Ezt a határértéket nevezzük fix pontnak⁸. $2+\epsilon$ dimenzióban, $N = N_{\text{krit}}$ esetén ez a határérték ϵ nagyságrendű¹⁶, és így ($\epsilon \ll 1$) ennél az értéknél a perturbációszámítás tet-szőleges $\omega\tau$ esetén lehet értelmes, hiszen ϵ mindig választható úgy, hogy

$$\epsilon \ln \omega\tau \ll 1 \quad (6)$$

legyen. Az eredeti skálán úgy kapjuk rendszerünket, hogy a transzformációt visszafelé végezzük el. Ez az eljárás jelen problémánál oda vezet, hogy $N = N_{\text{krit}}$ esetén

$$\sigma \sim \omega^s, \quad (7)$$

ahol $s \sim \epsilon$. Így tehát valóban azt kapjuk, hogy $d > 2$ esetén kritikus szenyvezési sűrűségnél a fémes dc vezetőképesség eltűnik, vagyis a rendszer szigetelővé válik.

Fentiekben nem részleteztük, hogyan kell a skálatranszformációt megválasztani. Mint azt már megmutattuk¹⁶, az elektron-lokalizáció problémája esetén, a mértékvariancia követelménye kijelöli a transzformációt és így lényegesen leegyszerűsíti a feladatot.

Fenti modell nem az egyetlen, melynek segítségével az elektronlokalizáció tárgyalható. Wegner⁴, majd később Hikami¹⁹ megmutatták, hogy az (1)-gyel definiált rendszer ekvivalens egy speciális nemlineáris σ -modellel¹¹, melyről a kvantumtérelmélet módszereivel korábban már sok információ gyűlt össze. Ugyancsak Wegner volt az, aki az un. n orbitális modell segítségével²⁰ (n a $\Psi_\alpha(x)$ téroperátor α indexének felső határa) n negatív hatványai szerinti perturbációszámítást végezve a fentiekhez hasonló eredményt kapott.

III. ELEKTRONLOKALIZÁCIÓ ÉS ELEKTRON-KÖLCSÖNHATÁS

Az előző fejezetben teljesen elhanyagoltuk az elektronok közötti kölcsönhatást. Így egyrészcscsés problémát tárgyaltunk. A Coulomb kölcsönhatás figyelembevétele lényegesen módosíthatja az előzőekben ismertett eredményeket. A részletes számítások azonban annyira elbonyolódnak, hogy mind a mai napig nem sikerült konkrét eredményt kapni. A számolási nehézségek eredetét könnyű érzékeltetni. Mint már korábban említettük, a perturbációszámítás $k_F \ell$ negatív hatványai szerint történik. Ez a mennyiség nem szokásos csatolási állandó, a kölcsönhatási Hamilton operátorban explicite nem jelenik meg. Így adott Feynman gráf rendjének a megállapításához először el kell végezni a számolást, és csak azután dönthető el, hogy adott rendben a számított gráf ad-e járulékot, vagy sem.

A másik nehézség azzal kapcsolatos, hogy a Coulomb kölcsönhatás (akár valódi hosszú hatótávolságu, akár fiktív rövid hatótávolságu kölcsönhatásról van szó) $d=2$ körül nem tekinthető perturbációnak, az egyetlen csatolási állandó továbbra is $1/k_F \ell$. (Azt mondhatjuk, hogy a véletlenszerű potenciál és a Coulomb kölcsönhatás kritikus dimenziószáma nem esik egybe⁸). Ez azt jelenti, hogy ha továbbra is metallikus limitből kívánunk kiindulni, akkor a Coulomb kölcsönhatást végtelen rendig kell figyelembe venni. (Természetesen azzal a megszorítással, hogy ezzel ne változtassuk meg a $k_F \ell$ szerinti rendet.) Ilyen számolás elvégezhető, noha rendkívül bonyolult; a munka ezen a téren különböző kutató csoportokban folyik.

IV. AZ EGYESITETT ELMÉLET LEHETSÉGES MEGOLDÁSAI

Az elektronlokalizáció és elektron-kölcsönhatás együttes leírására többen tettek már kísérletet. McMillan volt az első, aki renormalizációs eljárást dolgozott ki²¹. Gefen és Imry fenomenológikus skálahipotézist állítottak fel és ennek segítségével vontak le következtetéseket²². Ezek az elméletek azonban hibásak. Átfogó precíz mikroszkopikus számolás eredményei nem ismeretesek. A lehetséges megoldások a következők:

1./ Az elektronok közötti kölcsönhatás nem módosítja a kölcsönhatás nélküli modell eredményeit. Ez a renormalizációs csoport nyelvén azt jelentené, hogy a lokalizációs fix pont stabil a kölcsönhatással szemben. Ez a lehetőség azért nem valószínű, mert kísérletileg megmutatható¹⁰, hogy valós rendszerekben az elektron állapotok sűrűsége a Fermi energiánál szinguláris lesz. Kölcsönhatás nélkül ilyen szingularitás nem kapható.

2./ Új fix pont jelenik meg és a fém-nem fém átalakulás csak a lokalizációs és kölcsönhatás együttes figyelembevételével értelmezhető.

3./ Az elektron-kölcsönhatás erősségétől függően g -nek különböző fix pont értékei lehetnek, vagy fix pont helyett fix vonal jelenik meg.

Elméleti szempontból a 3. megoldás lenne a legmegrázóbb. A végső következtetések levonásával azonban még várunk kell.

HIVATKOZÁSOK

1. P.W. Anderson, *Phys. Rev.* 109, 1492 (1958)
2. N.F. Mott, *Rev. Mod. Phys.* 50, 203 (1978)
3. D.J. Thouless, in *Ill Condensed Matter*, Les Houches Summer School, 1978
4. F.J. Wegner, *Z. Phys.* 25, 327 (1976)
5. E. Abrahams, P.W. Anderson, D.S. Licciardello and T.V. Ramakrishnan, *Phys. Rev. Lett.* 42, 673 (1979)
6. A.A. Abrikosov, L.P. Gorkiv, I.E. Dzyaloshinskii, "Quantum Field Theoretical Methods in Statistical Physics", Pergamon Press, 1965.
7. L.P. Gorkov, A.I. Larkin, D.E. Khmelnitzki, *JETP Lett.* 30, 228 (1980)
8. K.G. Wilson, J. Kogut, *Phys. Report C12*, 75 (1974)
9. K. Ishii, *Prog. Theor. Phys. Suppl.* 53, 77 (1973)
10. W.L. McMillan, J. Mochel, *Phys. Rev. Lett.* 42, 1351 (1980)
11. E. Brezin, J.X. Le Guillou, J. Zinn-Justin, *Phase Transitions and Critical Phenomena C. 6*, ed.: C. Domb, M.S. Green, Academic Press, London, New York, San Francisco, 1976.
12. S.K. Ma, *Phase Transitions and Critical Phenomena V. 6*, ed.: C. Domb, M.S. Green, Academic Press, London, New York, San Francisco, 1976.
13. Th. Niemeijer, J.M.J. van Leeuwen, *Phase Transitions and Critical Phenomena V. 6*, ed.: C. Domb, M.S. Green, Academic Press, London, New York, San Francisco, 1976.
14. C. Di Castro, G. Jona-Lasinio, *Phase Transitions and Critical Phenomena V. 6*, ed.: C. Domb, M.S. Green, Academic Press, London, New York, San Francisco, 1976.

15. G. Forgács, J. Solyom, A. Zawadowski, Phase Transitions in Condensed Matter, ed.: M. Mátyás, Ak. Sci, Czeh., Prága, 1978.
16. C. Castellani, C. Di Castro, G. Forgács, E. Tabet, J. Phys. C.16, 159 (1983)
17. H.E. Stanley, Introduction to Phase Transitions and Critical Phenomena, Clarendon Press, Oxford, 1971
18. S. Sarker, E. Domany, Phys. Rev. 23, 6018 (1981)
19. N. Hikami, Phys. Rev. B24, 2671 (1981)
20. F.J. Wegner, Phys. Rev. B19, 783 (1979)
21. W.L. McMillan, Phys. Rev. B24, 2739 (1981)
22. Y. Gefen, Y. Imry, preprint.

PUBLIKÁCIÓS JEGYZÉK

Lézer- és spektroszkópiai kutatások

1. L. CSILLAG, I. JÁNOSSY, V.F. KITAEVA*, N. KROO, N.N. SOBOLEV*: The Influence of the Finite Size of the Light Spot on the Laser Induced Reorientation of Liquid Crystals. Mol. Crysta. Liq. Cryst. 84, 125 (1982)
2. L. CSILLAG, N. ÉBER, I. JÁNOSSY, N. KROO, V.F. KITAEVA*, N.N. SOBOLEV*: Reorientation of Liquid Crystals by Superposed Optical and Quasistatic Electric Fields. Mol. Cryst. Liq. Cryst. 89, 287 (1982)
3. I. CZIGÁNY, B.I. DENKER*, N.N. IL'ICHOV*, I. KERTÉSZ, A.A. MALYUTIN*: LiNDLa-Glass Mini-Laser. Laser Physics, Proc. "Days of Hungarian Science", ed. S. Stenholm, Helsinki p.82 (1982)
4. Z.GY. HORVÁTH: On laser dimensions. Halo laser - zweidimensionaler Effekt. Laser + Elektrophysik 13, 36 (1981)
5. Z.GY. HORVÁTH: Nitrogén lézerrel gerjesztett kétdimenziós "glória" festéklézer. Finommechanika-Mikrotechnika 20, 257 (1981)
6. Z.GY. HORVÁTH, A.V. KILPIO*, A.A. MALYUTIN*, Yu.N. SERDYCHENKO*: Light time-of-flight method for the topological investigation of a two-dimensional "Halo" laser. Laser Physics, Proc. "Days of Hungarian Science", ed. S. Stenholm, Helsinki p.26 (1982)
7. M. JÁNOSSY, K. RÓZSA, L. CSILLAG, Muu. Le TRONG*: Vizsgálatok üreges katódu He-Kr ion lézeren. Finommechanika-Mikrotechnika 20, 165 (1981)
8. M. JÁNOSSY, K. RÓZSA, L. CSILLAG: Hollow cathode laser research. Europhysics News 13, 1 (1982)
9. I. JÁNSZKY*, G. CORRADI*, Z.GY. HORVÁTH, R.N. GYUZALIAN*: Píkösze-kundomos lézerimpulzusok időbeli strukturájának a vizsgálata. Finommechanika-Mikrotechnika 20, 180 (1981)
10. S.S. KARTALEVA*, B.J. STEFANOV*, L. CSILLAG: Samoselektsiya prodolnyh mod linii 632,8 nm v He-Ne lazere v mednom polom katode. J. Prikladnoi Spectroscopii 34, 727 (1981)
11. I. KERTÉSZ, M. FENYŐ*, E. MESTER*, G. BÁTHORY*: Hypothetical physical model for laser biostimulation. Optics and Laser Technology 14, 31 (1982)

12. N. KROÓ, ZS. SZENTIRMAY, J. FÉLSZERFALVI*: Dispersion anomalies of surface plasma oscillations in MOM tunnel structures. Phys. Lett. 86A, 445 (1981)
13. N. KROÓ, ZS. SZENTIRMAY, J. FÉLSZERFALVI*: Surface Plasmon Dispersion Relation of Gold Determined by MOM Tunnel Structures. Phys. Lett. 88A, 90 (1982)
14. N. KROÓ, ZS. SZENTIRMAY, J. FÉLSZERFALVI*: On the origin light emission by tunnel junctions. Phys. Lett. 81A, 399 (1981)
15. N. KROÓ, ZS. SZENTIRMAY: On a new type of light emitting diodes. Laser Physics, Proc. "Days of Hungarian Science", ed. S. Stenholm, Helsinki, p.25 (1982)
16. L. LÁNG*, A. BARTECKI*, G. HORVÁTH*, G. VARSÁNYI*, J. SZŐKE: Absorption Spectra in the Ultraviolet and Visible Region. Akadémiai Kiadó, Budapest, Vol. 25. (1981)
17. E. MESTER*, L. HAZAY*, M. FENYŐ*, I. KERTÉSZ, N. TÓTH*, Z. JÁRÁNYI*, J. TÓTH: The biostimulating effect of laser beam. Proc. 5th Int. Congress Laser 81, Optoelektronics in Medicine, ed. W. Waidelich, Springer Verlag, Berlin p.146 (1982)
18. K. RÓZSA, M. JÁNOSSY, F. HOWORKA*, I. Kuen*: He-Ne laser in hollow cathode discharge. Contr. of Symposium on Atomic and Surface Phys.'82 Salzburg, p.184 (1982)
19. M. STEFANOVA*, P. PRAMATAROV*, Y. PACHEVA*, L. CSILLAG: He-Kr laser with transverse hollow cathode discharge. Phys. Lett. 81A, 23 (1981)
20. ZS. SZENTIRMAY, G. GROMA*: Room temperature annealing of AlZnMg alloys with different impurities. Aluminium, 57, 534 (1981)
21. J. SZŐKE: Vibrational structure of the Cs|UO₂(NO₃)₃| fluorescence spectrum. Acta Phys. Hung. 51, 71 (1981)
22. J. SZŐKE, M. GÁL, F. TÖRÖK*: Uranil-vegyületek fluoreszcencia színképeinek rezgési szerkezete. A IV. Országos Lumineszcencia Nyári Iskola kiadványa Zalaegerszeg, p.103 (1981)
23. J. SZŐKE, M. GÁL*: Az uranil-szulfát rendszer spektroszkópiai tulajdonságai oldatban. V. Országos Lumineszcencia Nyári Iskola, p.162 (1982) ed. L. Kozma, N. Marck, Békéscsaba
24. K.L. VODOPYANOV*, B.I. DENKER*, N.N. IL'ICHOV*, I. KERTÉSZ, A.A. MALYUTIN*, V.V. OSIKO*, P.P. PASININ*, I. CZIGÁNY: Primenenie kontscentrirovannogo Li-Nd-La-fosfatnogo stekla v lazerah s modulyatsiei dobrotnosti. Kvantovaia elektronika 8, 1595 (1981)

Szilárdtestelméleti kutatások

25. J. BERGOU, S. VARRÓ: Nonlinear scattering processes in the presence of a quantised radiation field: I. Nonrelativistic treatment. J. Phys. A: Math. Gen. 14, 1469 (1981)
26. J. BERGOU, S. VARRÓ: Nonlinear scattering processes in the presence of a quantised radiation field: II. Relativistic treatment. J. Phys. A: Math. Gen. 14, 2281 (1981)

27. J. BERGOU, S. VARRÓ, M.V. FEDOROV*: e-e scattering in the presence of an external field. J. Phys. A: Math. Gen. 14, 2305 (1981)
28. J. BERGOU: Káosz optikai rendszerekben. A káosz, ed. P. Szépfalusy, T. Tél, Akadémiai Kiadó, Budapest, p.311 (1982)
29. J. BERGOU, S. VARRÓ: On the quantum mechanical states of a free charged particle in a uniform magnetic field and a laser field. J. Phys. B15, L179 (1982)
30. J. BERGOU, F. EHLÖTZKY*: Exact quantum mechanical states of a model atom in a uniform magnetic field and in a laser field. J. Phys. B15, L185 (1982)
31. J. BERGOU, F. EHLÖTZKY*, S. VARRÓ: Charged particle scattering in a magnetic and a laser field and nonlinear Bremsstrahlung. Proc. of the Symp. on Atomic and Surface Physics ed. W. Lindinger et al., Salzburg, p.195 (1982)
32. J. BERGOU, F. EHLÖTZKY*: Behaviour of a model atom in a uniform magnetic and a laser field. Ibid. p.200 (1982)
33. J. BERGOU, F. EHLÖTZKY*, S. VARRÓ: Charged particle scattering in a magnetic and a laser field and nonlinear Bremsstrahlung. Phys. Rev. A26, 470 (1982)
34. J. BERGOU, S. VARRÓ: Nonlinear Bremsstrahlung of electrons in the presence of a magnetic and a laser field. Appl. Phys. (Germany) B28, 105 (1982)
35. J.L. BLACK*, K. VLADÁR, A. ZAWADOWSKI: Renormalization-group theory for the commutative model of tunneling states in metallic glasses. Phys. Rev. B26, 1559 (1982)
36. S.T. CHUI*, G. FORGÁCS, D.M. HATCH*: On the ground states and the nature of a phase transition in a simple cubic fully frustrated Ising model. Phys. Rev. B25, 6952 (1982)
37. P. FAZEKAS: Laser-induced phase transition in amorphous GeSe₂ films. Phil. Mag. B44, 435 (1981)
38. P. FAZEKAS: Reentrant phase transition in granular superconductors. Z. Phys. B45, 215 (1982)
39. P. FAZEKAS: A Single-parameter trial wave function for the mixed valence ground state. Z. Phys. B47, 301 (1982)
40. P. FAZEKAS: A study of the Stevens-Brandow variational ground state wave function. Valence Instabilities, ed. P. Wachter, H. Boppert, Nort-Holland Publishing Company p.41 (1982)
41. G. FORGÁCS, E. FRADKIN*: Anisotropy and marginality in the two-dimensional fully frustrated Ising model. Phys. Rev. B23, 3442 (1981)
42. G. FORGÁCS: Káosz kvantummechanikai rendszerekben. A Káosz, ed. P. Szépfalusy, T. Tél, Akadémiai Kiadó, Budapest, p.503 (1982)
43. G. FORGÁCS, A. ZAWADOWSKI: Generalization of the Migdal's recursion relation I. The harmonic rotator model in two-dimension. Z. Phys. B46, 347 (1982)

44. G. FORGÁCS, A. ZAWADOWSKI: Generalization of the Migdal's recursion relation II. O(n) symmetric spin systems with $n > 2$. Z. Phys. B46, 359 (1982)
45. G. GRÜNER, A. ZAWADOWSKI, P.M. CHAIKIN*: Nonlinear conductivity and noise due to charge-density-wave depinning in NbSe₃. Phys. Rev. Lett. 46, 511 (1981)
46. P. GNÄDIG*, G. GYÖRGYI*, P. SZÉPFALUSY, T. TÉL*: Bevezetés a káosz kialakulásának és tulajdonságainak elméletébe. A káosz, ed. P. Szépfalusy, T. Tél, Akadémiai Kiadó, Budapest, p.9 (1982)
47. J. HAJTÓ, I. JÁNOSSY, G. FORGÁCS: Laser induced anisotropy in self-supporting amorphous GeSe₂ films. J. Phys. C15, 6293 (1982)
48. F.A. HOPF*, J. BERGOU: Analytic solution of a laser amplifier with a delayed swept-gain boundary. Opt. Lett. 7, 411 (1982)
49. F. IGLÓI: Simple analytic model for the free energy of liquid metals. J. Phys. F: Metal Phys. 11, 315 (1981)
50. F. IGLÓI, J. KOLLÁR: Cluster perturbation theory for classical fluids II. Applications for a hard-sphere reference system. Phys. Rev. A23, 2713 (1981)
51. F. IGLÓI, J. KOLLÁR: Calculation of the structure of liquid metals. Proc. 11th Int. Symp. Electronic Structure of Metals and Alloys, Gaussig ed. P. Ziesche, p.154 (1981)
52. F. IGLÓI, J. KOLLÁR: Generalized cluster expansion for real fluids. Physica 113A, 343 (1982)
53. J. KOLLÁR: Cluster Perturbation theory for classical fluids I. Phys. Rev. A23, 2706 (1981)
54. G. MEISSNER*, N. MENYHÁRD, P. SZÉPFALUSY: Dynamic correlations in the ordered phase of Perovskites. Proc. of Seminar on Nonlinear Phenomena at Phase Transitions and Instabilities, Gello, Norway, (1981)
55. G. MEISSNER*, N. MENYHÁRD, P. SZÉPFALUSY: Dynamic correlations below structural phase transitions in weakly anisotropic systems. Z. Physik B45, 137 (1981)
56. R. PANDIT*, G. FORGÁCS, P. RUJÁN*: Finite-size calculations for the kinetic I. model. Phys. Rev. B24, 1576 (1981)
57. E.H. REZAYI*, J. SAK*, J. SÓLYOM: Symmetry properties of one-dimensional Fermi systems some nonperturbative results. Phys. Rev. B23, 1342 (1981)
58. P. RUJÁN*, G.C. WILLIAMS*, H.L. FRISCH*, G. FORGÁCS: Phase diagrams of two-dimensional Z(q) models. Phys. Rev. B23, 1362 (1981)
59. T. SIKLÓS: Bródy Imre elméleti fizikai kutatásai. Fizikai Szemle 22, 168 (1982)
60. J. SÓLYOM, P. PFEUTY*: Renormalization group study of the Hamiltonian version of the Potts model. Phys. Rev. B24, 218 (1981)
61. J. SÓLYOM: Duality of the block transformation and decimation for quantum spin systems. Phys. Rev. B24, 230 (1981)

62. A. SÜTÖ: Magnetisation in some frustration models. J. Phys. A: Math. Gen. 14, 2733 (1981)
63. A. SÜTÖ: Bounds on Ising partition function I. Helv. Phys. Acta 54, 191 (1981)
64. A. SÜTÖ: Bounds on Ising partition function II. Application to frustration. Helv. Phys. Acta 54, 201 (1981)
65. A. SÜTÖ: Models of superfrustration. Z. Phys. B44, 121 (1981)
66. A. SÜTÖ: Weak singularity and absence of metastability in random Ising ferromagnets. J. Phys. A15, L749 (1982)
67. P. SZÉPFALUSY, T. TÉL*: Critical Dynamics near a Hard Mode Instability. Z. Phys. B43, 77 (1981)
68. P. SZÉPFALUSY, T. TÉL*: Fluctuations in the limit cycle state and the problem of phase chaos. Physica 112A, 146 (1982)
69. P. SZÉPFALUSY, T. TÉL*: Dynamic renormalization group treatment of a Bose gas model. Acta Phys. Hung. 51, 81 (1981)
70. S. VARRÓ: Kvantumoptika, Bevezetés a fizika térelméleti módszereibe. Az ELTE Fizikus Diákkörének kiadványa, Budapest, p.204 (1981)
71. K. VLADÁR, A. ZAWADOWSKI: Theory of resonant electron scattering in amorphous metals. Solid State Communication 41, 649 (1982)
72. L. WOJTCZAK*, T. SIKLÓS, B. MRYGON*, J. MIELNICKI*: Lattice constant fluctuations in anharmonic crystals. phys. stat. sol (b) 109, 483 (1982)
73. F. WOYNAROVICH: Excitations with complex wavenumbers in a Hubbard chain I. States with one pair complex wavenumbers. J. Phys. C15, 85 (1982)
74. F. WOYNAROVICH: Excitations with complex wavenumbers in a Hubbard chain II. States with several pairs of complex wavenumbers. J. Phys. C15, 97 (1982)
75. F. WOYNAROVICH: On the $S^z=0$ excited states of an anisotropic Heisenberg chain. J. Phys. A15, 2985 (1982)
76. F. WOYNAROVICH: On the eigenstates of a Heisenberg chain with complex wavenumbers not forming strings. J. Phys. C15, 6397 (1982)
77. A. YOSHIMORI*, A. ZAWADOWSKI: Restricted Friedel sum rules and Korringa relations as consequences of conservation laws. J. Phys. C15, 5241 (1982)
78. A. ZAWADOWSKI: Interaction between electrons and 2-level systems in amorphous metals. Trends in Physics, Proc. 5th General Conf. European Phys. Soc., Istanbul, 1981, ed. I.A. Dorobantu, Bucharest, p.763 (1982)

Fémkutatások

79. E. BABIC*, Z. MAROHNIC*, B. FOGARASSY, T. KEMÉNY, A. LOVAS: Resistivity minima in $(\text{Fe}_x\text{Ni}_{1-x})_{75}\text{B}_{25}$ metallic glasses. Proc. Conf. on Metallic Glasses: Science and Technology. ed. C. Hargitai, I. Bakonyi, T. Kemény, Kultura, Budapest, 1, 389 (1981)
80. T. BAGI*, Á. CZIRÁKI*, B. FOGARASSY, Z. HEGEDŰS*: Crystallization of Ni-based electroless amorphous alloys. Ibid., 2, 157
81. I. BAKONYI, I. KOVÁCS, A. LOVAS, L. TAKÁCS, K. TOMPA, L. VARGA: ^{31}P NMR measurements on rapidly quenched $(\text{Ni}_{1-x}\text{Cu}_x)_80\text{P}_{20}$ metallic glasses. Ibid., 1, 261
82. I. BAKONYI, I. KOVÁCS, L. VARGA, T. BAGI*, A. LOVAS, E. TÓTH-KÁDÁR, K. TOMPA: ^{31}P NMR parameters of amorphous Ni-P alloys prepared by different methods. Ibid., 1, 165
83. J. BALOGH, Á. CZIRÁKI*, L. GRÁNÁSY, D.L. NAGY, S. ARAJS*, M.Z. EL-GAMAL*: Structure and crystallization of $\text{Fe}_{84}\text{B}_{16-x}\text{C}_x$ glasses. Ibid., 2, 165
84. GY. FAIGEL, W.H. devRIES*, H.J.F. JANSEN*, M. TEGZE, I. VINCZE: Quasi-crystalline modelling of amorphous alloys. Ibid., 1, 275
85. J. FARKAS*, L. KISS*, A. LOVAS, P. KOVÁCS*, E. GÉCZI*: Electrochemical corrosion of $\text{Fe}_{1-x}\text{B}_x$ metallic glasses. Ibid., 2, 367
86. B. FOGARASSY, B. VASVÁRI, I. SZABÓ*, A. JAFAR*: Electrical transport properties of $(\text{Fe}_c\text{TM}_{1-c})_x\text{B}_{1-x}$ type metallic glasses. Ibid., 1, 407
87. F. FORGÁCS, F. HAJDU*, E. SVÁB, J. TAKÁCS: Structure of $\text{Ni}_{60}\text{Nb}_{40}$ metallic glass studied by combined X-ray and neutron diffraction. Ibid., 1, 283
88. L. GRÁNÁSY, A. LOVAS, T. KEMÉNY: The influence of thermal history on physical properties of Fe-B metallic glasses. Ibid., 1, 197
89. Z. HEGEDŰS*, J. KIRÁLY*, É. KISDI-KOSZÓ, G. SÓS*, A. LOVAS: Investigation of aging processes in iron-based metallic glasses. Ibid., 2, 203
90. T. KEMÉNY, I. VINCZE, J. BALOGH, L. GRÁNÁSY, B. FOGARASSY, F. HAJDU*, E. SVÁB: Thermal stability and crystallization of transition metal-boron metallic glasses. Ibid., 2, 231
91. T. KEMÉNY, I. VINCZE, H.A. DAVIES*, I.W. DONALD*, A. LOVAS: Crystallization products of Fe-B-Si based metallic glasses. Ibid., 3, 239
92. A. LOVAS, L. GRÁNÁSY, K. ZÁMBÓ-BALLA, J. KIRÁLY*: Influence of transition-metal additives on the thermal stability of $\text{Fe}_{80}\text{T}_3\text{B}_{17}$ quasi-eutectic metallic glasses. Ibid., 2, 291
93. A. LOVAS, L. POTOCZKI*, L. NOVÁK*, É. KISDI-KOSZÓ, K. ZÁMBÓ-BALLA: Thermomagnetic investigations on quasi-binary $\text{Fe}_{80}\text{TM}_3\text{B}_{17}$ amorphous alloys. Ibid., 2, 87
94. I. NAGY, T. TARNÓCZI, M. HOSSÓ, F. PAVLYÁK*: Investigation of metallic glasses by Auger spectroscopy. Ibid., 1, 223
95. L. NOVÁK*, É. KISDI-KOSZÓ, L. POTOCZKI*, A. LOVAS: Correlation between technological parameters and induced anisotropy in amorphous Fe-B alloys. Ibid., 1, 229

96. G. PETŐ, J. KANSKI*, A. LOVAS, J. SASVÁRI: The investigation of amorphous-crystalline transition in Fe-B metallic glasses by photo-emission. *Ibid.*, 2, 311
97. L. POTOCZKI*, R. MLYNEK*, É. KISDI-KOSZÓ, J. TAKÁCS, P. SAMUELY*: Magnetostriction on magnetic- and stress-annealed Fe-B amorphous alloys. *Ibid.*, 2, 101
98. L. TAKÁCS, C. HARGITAI: Characterization of the local order in amorphous model structures. *Ibid.*, 1, 333
99. L. TAKÁCS, E. TÓTH-KÁDÁR: Mössbauer study of amorphous Fe-P alloys. *Ibid.*, 2, 119
100. T. TARNÓCZI, I. NAGY, B. ALBERT*, M. HOSSÓ: Relaxation processes in metallic glasses investigated by magnetic measurements. *Ibid.*, 2, 335
101. K. TOMPA, I. BAKONYI, P. BÁNKI: Multiple spin echoes in nonmagnetic amorphous alloys. *Ibid.*, 2, 125
102. K. TOMPA, I. BAKONYI, P. BÁNKI, L. TAKÁCS: ^{63}Cu and ^{65}Cu NMR study on an amorphous Ni-Cu-P alloy. *Ibid.*, 1, 341
103. J. TÓTH: Measurements of activation energies for two-step crystallization. *Ibid.*, 2, 343
104. K. VAJSZ, F. HAJDU*, C. HARGITAI, G. MÉSZÁROS: On the structure of iron-boron metallic glasses. *Ibid.*, 1, 353
105. L. VARGA, É. KISDI-KOSZÓ, A. LOVAS: Transversal induction measurements on Fe-B amorphous ribbons. *Ibid.*, 2, 131
106. L. VARGA, A. LOVAS, É. ZSOLDOS, C. HARGITAI, B. FOGARASSY, Á. CZIRÁKI*: Crystallization and relaxation process in the amorphous Fe-B alloys studied by thermopower and diffraction methods. *Ibid.*, 2, 355
107. B. VASVÁRI: Electron densities of liquid and amorphous metals. *Ibid.*, 1, 491
108. I. VINCZE, T. KEMÉNY, A.A. SCHAAFSMA*, A. LOVAS, F. van der WOUDE*: Chemical and topological short-range order in metallic glasses. *Ibid.*, 1, 361
109. P. VOJTANIK*, É. KISDI-KOSZÓ, A. LOVAS, L. POTOCKY*: Correlation between technological parameters and magnetic after-effect in Fe-B. *Ibid.*, 1, 247
110. I. BAKONYI, L. TAKÁCS, K. TOMPA: Dipole-dipole interaction and short-range order in amorphous Ni-P, Ni-Cu-P and Ni-P-B alloys. *Phys. Stat. Sol. (b)* 103, 489 (1981)
111. I.W. DONALD*, T. KEMÉNY, H.A. DAVIES*: The influence of transition metal substitutions on the Curie temperature of as-quenched FeSi $_{10}\text{B}_{12}$ -based metallic glasses. *J. Phys. F: Metal Phys.* 11, L131 (1981)
112. K. LÁZÁR, A. SÜTŐ, L. VARGA: Thermopower method for detecting the ferrite-austenite transition: applications to surface reaction and diffusion. *Arch. Eisenhüttenw.* 52, 265 (1981)
113. A. LOVAS, É. KISDI-KOSZÓ, K. ZÁMBÓ-BALLA, L. POTOCZKI*, L. NOVÁK*: Magnetic properties of quasi-binary Fe $_{80}\text{T}_3\text{B}_{17}$ amorphous alloys. *Acta Phys. Slovaca* 31, 117 (1981)

114. A. LOVAS, L. POTOCZKI*, L. NOVÁK*, É. KISDI-KOSZÓ: Structural relaxation in amorphous metallic glasses studied by the change of Curie temperature. IEEE Trans. Magn. 17, 2712 (1981)
115. L. NOVÁK*, L. POTOCZKI*, É. KISDI-KOSZÓ, A. LOVAS: Induced anisotropy in Fe-B amorphous alloys. Acta Phys. Slovaca 31, 101 (1981)
116. F. PÁSZTI, L. POGÁNY, G. MEZEY, E. KÓTAI, A. MANUABA, L. PÓCS, J. GYULAI, T. LOHNER: Blistering and exfoliation investigation on gold by 3.52 MeV helium particles. J. Nucl. Mater. 98, 11 (1981)
117. L. POGÁNY, F. PÁSZTI, G. MEZEY, E. KÓTAI, A. MANUABA, L. PÓCS, J. GYULAI, T. LOHNER: SEM investigations on gold surfaces bombarded by 3.52 MeV helium ions. Veröffentlichungen zur 10. Tagung "Elektronenmikroskopie", Leipzig, Phys. Ges. der DDR p.470 (1981)
118. L. POTOCZKI*, P. SAMUELY*, R. MLYNEK*, É. KISDI-KOSZÓ, J. TAKÁCS: Magnetostriction properties of amorphous Fe-B alloys. Acta Phys. Slovaca 31, 105 (1981)
119. E. SVÁB, F. FORGÁCS, F. HAJDU*, N. KRÓÓ, J. TAKÁCS: Partial correlations in Ni₆₀Nb₄₀ metallic glass. J. Non-Cryst. Sol. 46, 125 (1981)
120. K. TOMPA, I. BAKONYI: NMR in amorphous alloys. Bull. Magn. Resonance 2, 287 (1981)
121. L. VARGA, K. TOMPA: Properties and applications of amorphous metals. Papers Submitted to the Nat. Symp. on Physics of Amorphous Materials (Cluj-Napoca, Romania, 1981), p.133
122. L. VARGA, K. TOMPA, T. SCHMIDT*: Thermopower method for chemical composition and inhomogeneity measurements in amorphous Ni-P samples. Phys. Stat. Sol. (a) 68, 603 (1981)
123. I. VINCZE, F. van der WOUDE*, M.G. SCOTT*: Local structure of amorphous Zr₃Fe. Solid State Commun. 37, 567 (1981)
124. P. VOJTANIK*, L. POTOCZKI*, M. BOŠKOVIČOVÁ*, É. KISDI-KOSZÓ, A. LOVAS: Influence of the quenching conditions on the magnetic after-effect in Fe-B metallic glasses. Acta Phys. Slovaca, 31, 109 (1981)
125. F. CSER, K. NYITRAI, GY. HARDY, I. PÓCSIK, K. TOMPA: Polimerizáció foyadékkristályokban XII. A poli-/fenil-p-akrilobenzoát/ mágneses orientálhatóságának vizsgálata. Magyar Kémiai Folyóirat 87, 337 (1981)
126. F. van der WOUDE*, I. VINCZE: De structuur van metallische glazen. Nederland Tijdschrift voor Natuurkunde A47, 82 (1981)
127. L. CSER, I. KOVÁCS, A. LOVAS, E. SVÁB, GY. ZSIGMOND: Small-angle neutron scattering study of Fe-B and Fe-Ni-B metallic glasses. Nucl. Instr. Meth. 199, 301 (1982)
128. Zs. KAJCSOS, T. KEMÉNY, G. BRAUER*: On the application of positron annihilation for structure study of metallic glasses. Nucl. Instr. Meth. 199, 373 (1982)
129. ZS. KAJCSOS, L. MARCZIS*, A. LOVAS, É. KISDI-KOSZÓ, D. KISS, CS. SZELES, G. BRAUER*: Extensive study of metallic glasses by positron annihilation. Nucl. Instr. Meth. 199, 327 (1982)
130. T. KEMÉNY, I. VINCZE, A.S. SCHAAFSMA*, F. van der WOUDE*, A. LOVAS: Crystallization kinetics of iron-boron metallic glasses. Nucl. Instr. Meth. 199, 153 (1982)

131. A. MANUABA, F. PÁSZTI, L. POGÁNY, M. FRIED*, E. KÓTAI, G. MEZEY, T. LOHNER, I. LOVAS, L. PÓCS, J. GYULAI: Comparative study on $\text{Fe}_{32}\text{Ni}_{36}\text{Cr}_{14}\text{P}_{12}\text{B}_6$ metallic glass and its polycrystalline modification bombarded by 2000 keV helium ions with high fluence. Nucl. Instr. Meth. 199, 409 (1982)
132. T. SCHMIDT*, L. VARGA, T. KEMÉNY, G. KONCZOS, K. TOMPA, ZS. KAJCSOS: The effect of the composition and processing parameters on the physical properties of amorphous electroless $\text{Ni}_{1-x}\text{P}_x$ alloys. Nucl. Instr. Meth. 199, 359 (1982)
133. L. TAKÁCS, A. VÉRTES*, A. LOVAS, P. KOVÁCS*, J. FARKAS*, L. KISS: Mössbauer and electrochemical corrosion studies of $\text{Fe}_{80}\text{T}_3\text{B}_{17}$. Nucl. Instr. Meth. 199, 281 (1982)
134. L. VARGA, K. TOMPA: ^{31}P NMR measurements on dilute Ni-P based amorphous alloys. Nucl. Instr. Meth. 199, 241 (1982)
135. I. VINCZE: Fourier evaluation of broad Mössbauer spectra. Nucl. Instr. Meth. 199, 247 (1982)
136. S. AUR*, T. EGAMI*, I. VINCZE: Compositional effect on local structure of $(\text{Fe-Ni})_{75}\text{B}_{25}$. Proc. 4th Conf. on Rapidly Quenched Metals, ed. T. Masumoto, K. Suzuki, The Japan Institute of metals, Sendai, 1, 351 (1982)
137. Á. CZIRÁKI*, B. FOGARASSY, I. SZABÓ*, B. ALBERT*: Investigation of the crystallization processes for the Fe,Co/Cr,Mn,Ni/B,Si systems. Ibid., 1, 691
138. B. FOGARASSY, Á. CZIRÁKI*, I. SZABÓ*: Investigation of the amorphous state and the amorphous crystalline transformation of the Fe-TM-B system. Ibid., 1, 651
139. T. KEMÉNY, B. FOGARASSY, I. VINCZE, I.W. DONALD*, M.J. BESNUS*, H.A. DAVIES*: The electronic and magnetic properties of Fe-B-Si metallic glasses containing transition metal additions. Ibid., 1, 851
140. P. KOVÁCS*, J. FARKAS*, L. KISS*, A. LOVAS, K. TOMPA: Electrochemical and corrosion behaviour of $\text{Fe}_{80}\text{TM}_3\text{B}_{17}$ amorphous alloys. Ibid., 2, 1471
141. L. VARGA, K. TOMPA: Magnetic and transport properties of $\text{Ni}_{75}\text{TM}_5\text{P}_{20}$ metallic. Ibid., 2, 1299
142. M.M. Abd-ELMEGUID*, H. MICKLITZ*, I. VINCZE: High-pressure Mössbauer studies of amorphous and crystalline Fe_3B and $(\text{Fe}_{0.25}\text{Ni}_{0.75})_3\text{B}$. Phys. Rev. B25, 1 (1982)
143. P. ALLIA*, R. SATO TURTELLI*, G.P. SOARDO*, F. VINAI*, A. LOVAS: Magnetic permeability after-effect in Fe-Cr-B and Fe-Cu-B amorphous systems. J. Appl. Phys. 53, 7489 (1982)
144. S. ARAJS*, R. CATON*, M.Z. El-GAMAL*, L. GRÁNÁSY, J. BALOGH, Á. CZIRÁKI*, I. VINCZE: Crystallization of glassy $\text{Fe}_{84}\text{B}_{16-x}\text{C}_x$ ($x=0$ to 10) alloys. Phys. Rev. B25, 127 (1982)
145. I. BAKONYI, I. KOVÁCS, I. PÓCSIK: On the field-dependent broadening of NMR lines in paramagnets. Phys. Stat. Sol. (b) 114, 609 (1982)
146. I. BAKONYI, P. PANISSOD*, R. HASEGAWA*: Magnetic properties of a glassy $\text{Ni}_{81.5}\text{B}_{18.5}$ alloys. J. Appl. Phys. 53, 7771 (1982)

147. I. BAKONYI, P. PANISSOD*, K. TOMPA: Correction of the Knight shift for demagnetizing effects. Phys. Stat. Sol. (b) 111, 59 (1982)
148. C.J. BEERS*, H.W. MYRON*, C.J. SCHINKEL*, I. VINCZE: Magnetization and magnetoresistance of amorphous $\text{Fe}_x\text{B}_{1-x}$ in high magnetic fields. Solid State Commun. 41, 631 (1982)
149. M.J. BESNUS*, A. HERR*, K. Le DANG*, P. VEILLET*, A.S. SCHAAFSMA*, I. VINCZE, F. van der WOUDE*, F. MEZEI, G.H.M. CALIS*: Magnetic moments in manganese containing intermetallic compounds. J. Phys. F: Met. Phys. 12, 2393 (1982)
150. Á. CZIRÁKI*, L. VARGA, B. FOGARASSY, K. TOMPA, I. SZABÓ*: Crystallization processes of the amorphous $\text{Ni}_{75}\text{TM}_5\text{P}_{20}$ system. Proc. 10th Int. Congress on Electron Microscopy (Hamburg, 1982). Ed. The committee (Deutsche Ges. für Elektronen-mikroskopie) 2, 253 (1982)
151. I.W. DONALD*, H.A. DAVIES*, T. KEMÉNY: The effect of Pt-group metal additions on the thermal stability of Fe- and Ni-based glassy alloys. J. Non-Cryst. Sol. 50, 351 (1982)
152. M. El-SHABASY*, L. POGÁNY, G. KONCZOS, É. HAJTÓ, B. SZIKORA*: Scratch profile study in thin films using SEM and EDS. Physical Meas. Meth. Meth. in Electrotechnology (Proc. 5th Int. Spring Sem. on Electrotechnology, Prenet, Czechoslovakia 1982). ed. J. Vackár. p.21
153. B. FOGARASSY, Á. CZIRÁKI*, I. SZABÓ*, B. ALBERT*, CS. KOPASZ*: Effect of Si addition on amorphous-crystalline transformation of $\text{Fe}_{40}\text{Ni}_{40}\text{B}_{20}$. Proc. 10th Int. Congress on Electron Microscopy (Hamburg, 1982). Ed. The Committee (Deutsche Ges. für Elektronen-mikroskopie, 1982), 2, 255 (1982)
154. H.J. GRABKE*, G. KONCZOS, E.M. MÜLLER*, R. RAMANATHAN*: Kinetics of the carburization and decarburization of iron, nickel and iron-nickel alloys in methane-hydrogen mixtures. Gase in Metallen, Ed. H.M. Ortner (Deutsche Ges. für Metallkunde, Oberursel) p.179 (1982)
155. L. GRÁNÁSY, A. LOVAS, L. KISS, T. KEMÉNY, É. KISDI-KOSZÓ: Investigation of magnetic properties and thermal stability of Fe-TM-B metallic glasses. J. Magn. Magn. Mater. 26, 109 (1982)
156. ZS. KAJCSOS, L. MARCZIS*, L. GRÁNÁSY, CS. SZELES, D. KISS, A. LOVAS, G. BRAUER*: Influence of production process on metallic glasses as seen by positron annihilation. Proc. 6th Int. Conf. on Positron Annihilation (Fort Worth, Texas, 1982). Eds. P.A. Coleman, S.C. Sharma and L.M. Diana (Nort Holland, 1982), p.601
157. É. KISDI-KOSZÓ, A. LOVAS, P. VOJTANIK*, M. BOŠKOVIČOVÁ*, L. POTOCKY*: Magnetic after-effect in quasi-eutectic $\text{Fe}_{80}\text{TM}_3\text{B}_{17}$ metallic glasses. J. Magn. Magn. Mater. 26, 121-123 (1982)
158. G. KONCZOS, K. TOMPA, L. VARGA: A fémüvegek gyakorlati felhasználásának lehetőségei. Alkalmazott Fémfizikai Iskola (Közl. Távközl. Műszaki Főiskola, Győr, 1982), p.15
159. P. KOVÁCS*, J. FARKAS*, L. TAKÁCS, M.Z. AWAD*, A. VÉRTES*, L. KISS*, A. LOVAS: Effect of composition and the processing parameters on the electrochemical corrosion of iron-boron metallic glasses. J. Electrochem. Soc. 129, 695 (1982)
160. G. MEZEY, F. PÁSZTI, L. POGÁNY, A. MANUABA, M. FRIED, E. KÓTAI, T. LOHNER, L. PÓCS, J. GYULAI: Blistering and exfoliation on gold by 1-3.52 MeV helium particles. Ion Implantation into Metals, Eds. V. Ashworth, W.A. Grant, R.P.M. Procter (Pergamon Press, Oxford and New York, 1982) p.293

161. L. NOVÁK*, L. POTOCZKI*, S. ULIČIANSKY*, É. KISDI-KOSZÓ, A. LOVAS, J. TAKÁCS, R. MLYNEK*: Magnetic and stress annealing of $Fe_{80}T_{3}B_{17}$ amorphous alloys. *J. Magn. Magn. Mater* 26, 118 (1982)
162. L. POGÁNY, M.H. PARDAVI: Magnetic contrast due to interaction between leakage field of magnetic domains and primary electron beam. *Proc. 10th Int. Congress on Electron Microscopy, (Hamburg, 1982). Ed. The Committee (Deutsche Ges. für Elektronen-mikroskopie, 1982), 2, 323*
163. L. POTOCZKI*, L. NOVÁK*, A. LOVAS, É. KISDI-KOSZÓ, J. TAKÁCS: Magnetic properties of Fe-B amorphous alloys containing rare earth additives. *J. Magn. Magn. Mater.* 26, 112 (1982)
164. P. RENNERT and B. VASVÁRI: Local density of states for EXAFS evaluation. *Proc. 126th Annual Int. Symposium on Electronic Structure of Metals and Alloys (Gaussig, GDR, 1982), p.79*
165. L. TAKÁCS, A. VÉRTES*, H. LEIDHEISER*: Effect of stresses on the Mössbauer line intensities in nickel electrodeposits of $|100|$ texture. *Phys. Stat. Sol. (a)* 74, K45 (1982)
166. L. VARGA, P. BÁNKI: Miről lehet felismerni a fémüvegeket? *Alkalmazott Fémfizikai Iskola (Közl. Távközl. Műszaki Főiskola, Győr, 1982), p.23*
167. L.K. VARGA, T. SCHMIDT*: Resistivity measurements on amorphous Ni-P alloys prepared by different techniques. *Phys. Stat. Sol. (a)* 74, 279 (1982)
168. B. VASVÁRI: Fémüvegek elektronszerkezete. *Alkalmazott Fémfizikai Iskola Közl. Távközl. Műszaki Főiskola, Győr, 1982), p.7*
169. B. VASVÁRI: Local electronic densities in disordered metals. *Proc. 12th Annual Int. Symposium on Electronic Structure of Metals and Alloys (Gaussig, GDR, 1982), p.107*

Részben rendezett kondenzált anyagok kutatása

170. Yu.A. ALEKSANDROV*, E.I. SARAPOV*, L. CSER: Diffrakcionnye metody v neitronnoi fizike. *Energoizdat, Moskva, p.216, 1981*
171. G. ASZÓDI*, J. SZABON, I. JÁNOSSY, V. SZÉKELY*: High resolution thermal mapping of microcircuits using nematic liquid crystals. *Solid State Electronics* 24, 1127 (1981)
172. L. BATA, Á. BUKA: Dielectric permittivity and relaxation phenomena in smectic phases. *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* 63, 307 (1981)
173. L. BATA, Á. BUKA: Dielectric properties of nematic and smectic-A liquid crystals. *Advances in Liquid Crystal Research and Applications* ed. L. Bata, Pergamon Press, Oxford; Akadémiai Kiadó, Budapest p.251 (1981)
174. L. BATA, Á. BUKA, I. JÁNOSSY, J. SZABON: Investigation of the physical parameters of NPOOB around the phase transitions. *Ibid.*, p.209
175. L. BATA, I. VIZI, J. SZABON, S. KUGLER: The motion of the long molecular axis around the director in nematics. *Ibid.*, p.383
176. Á. BUKA, L. BATA: Dielectric permittivity and loss measurement on aligned nematic, smectic-A and smectic-C phases of DOBHP. *Ibid.*, p.261

177. J.P. BOUTIQUE*, J. RIGA*, J.J. VERBIST*, K. KAMARÁS, A. JÁNOSSY, G. GRÜNER*: X.P.S. study of the electronic structure of tetra-thiotetracene complexes: Preliminary results on TTT₂I₃. *Chemica Scripta* 17, 57 (1981)
178. L. CSER, F. FERENCZY, N. KROÓ, GY. RUBIN, G. ZSIGMOND, V.G. SIMKIN*: Filtering of elastically scattered neutrons by statistical chopper at pulsed neutron sources. *Nucl. Instr. Meth.* 184, 431 (1981)
179. L. CSER, F. FRANEK*, I.A. GLADKIH, A.B. KUNCHENKO*, Yu.M. OSTANEVICH*: General shape and hapten-induced conformational changes of pig antibody against dinitrophenyl. *Eur. J. Biochem.* 116, 109 (1981)
180. L. CSER, I.A. GLADKIH, F. FRANEK*, Yu.M. OSTANEVICH*: Investigation of antibody structures by scattering techniques. *Colloid and Polymer Sci.* 259, 625 (1981)
181. L. CSER, N. KROÓ, P. PACHER, V.G. SIMKIN*, E.V. VASILYEVA*: Epithermal inelastic neutron spectrometry using a resonance detector. *Nucl. Instr. Meth.* 179, 515 (1981)
182. F. DEVREUX*, I. DÓRI*, L. MIHÁLY, S. PEKKER, A. JÁNOSSY, M. KERTÉSZ*: Anisotropy of the dielectric constant of polyacetylene. *J. Polymer Science; Polymer Physics Edition* 19, 743, (1981)
183. F. DEVREUX*, K. HOLCZER, M. NECHTSCHHEIN*, T.C. CLARKE*, R.L. GREENE*: Magnetic resonance studies of soliton diffusion in polyacetylene. *Physics in one dimension*, ed. J. Bernasconi, T. Schneider, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, p.194 (1981)
184. V.K. DOLGANOV*, N. KROÓ, L. ROSTA, E.F. SHEKA*: Ordered and disordered states of DOBHOP. *Phys. Stat. Sol. (a)* 63, 265 (1981)
185. J. GAZSÓ: Determination of the density of localized states from the field effect in wide gap semiconductors. *Phys. Stat. Sol. (a)* 68, 675 (1981)
186. J. HAJTÓ, M. FÜSTÖSS-WÉGNER: Laser induced oscillatory phenomena in a-GeSe₂ films. *J. Physique* 42, C4-313 (1981)
187. J. HAJTÓ, M. FÜSTÖSS-WÉGNER: Light absorption and photocurrent oscillations in a-GeSe₂ films. *Recent Developments in Condensed Matter Physics*, ed. J.T. Devreese, Plenum Press, New York and London, 2, 281, 1981
188. K. HOLCZER, F. DEVREUX*, M. NECHTSCHHEIN*, J.P. TRAVERS*: Spin dynamics at low temperature in undoped trans-polyacetylene (CH)_x. *Solid State Communications* 39, 881 (1981)
189. K. HOLCZER, J.P. BOUCHER*, F. DEVREUX*, M. NECHTSCHHEIN*: Dynamique de spin dans le polyacétylène non dopé. *Chemica Scripta* 17, 169 (1981)
190. K. HOLCZER, J.B. BOUCHER*, F. DEVREUX*, M. NECHTSCHHEIN*: Magnetic-resonance studies in undoped trans-polyacetylene, (CH)_x. *Phys. Rev.* B23, (3), 1051 (1981)
191. A. JÁNOSSY, L. POGÁNY, S. PEKKER, R. SWIETLIK*: Distribution of iodine in doped polyacetylene films. *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* 77, 185 (1981)

192. K. KAMARÁS, K. HOLCZER, A. JÁNOSSY: Infrared spectra of neutron irradiated TCNQ salts. *Chemica Scripta* 17, 209 (1981)
193. M. KOÓS, I. KÓSA SOMOGYI, V.A. VASSILYEV*: Photoluminescence in doped and annealed GeSe₂ glass. *J. Non-Crystalline Solids* 43, 245 (1981)
194. H. KRESSE*, Ch. SELBMANN*, D. DEMUS*, Á. BUKA, L. BATA: Reorientation of the long molecular axis in smectic phases. *Crystal Research and Technology* 16, 1439 (1981)
195. G. MIHÁLY, N. HOUSSEAU*, H. MUTKA*, L. ZUPPIROLI*, J. PELISSIER*, P. FRESSIER*, A. MEERSCHANT*, J. ROUXEL*: Effects du désordre sur le conducteur unidimensionnel trisulfure de tantale TaS₃. *C.R. Acad. Sc. Paris* 292, 875 (1981)
196. G. MIHÁLY, N. HOUSSEAU*, H. MUTKA*, L. ZUPPIROLI*: Disorder in the quasi-one-dimensional conductor monoclinic tantalum trisulfide TaS₃. *J. Physique* 42, L-263 (1981)
197. S. PEKKER, A. JÁNOSSY: Three dimensionally oriented polyacetylene. *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* 77, 159 (1981)
198. A.H. PRICE*, Á. BUKA: Dielectric dispersion in nematogens. *Advances in Liquid Crystal Research and Applications* ed. L. Bata, Pergamon Press Oxford, Akadémiai Kiadó, Budapest, p.267 (1981)
199. L. SIKLÓS*, J. SZABON: Calorimetric determination of impurity content of liquid crystals. *Ibid.*, p.237
200. J. SZABON, I. JÁNOSSY: Studies on induced smectic A phases. I. Transitional entropies of binary mixtures of smectogenes and cholesterolenes. *Ibid.*, p.229
201. Á. BUKA, W.H. de JEU*: Diamagnetism and orientational order of nematic liquid crystals. *J. Physique* 43, 361 (1982)
202. J. SZABON, F. TÖLGYESI*: Lipid-viz diszperziók fázisátalakulásának vizsgálata termo-depolarizációs analízissel (TDA). *MTA Biol. Oszt. Közl.* 24, 195 (1981)
203. M. SZÖGYI*, T. CSERHÁTI*, J. SZABON: Membránműködést befolyásoló anyagok vizsgálata mesterséges membránon. *MTA Biol. Oszt. Közl.* 24, 201 (1981)
204. A.S. ZOLOTKO*, V.F. KITAEVA*, N. KROÓ, N.N. SOBOLEV*, L. CSILLAG: Perekhod Frederiksa v kristalle MBBA, vyzvannyi polem svetovoi volny, *Pisma v ZhETF* 34, (5) 263 (1982)
205. H. ALLOUL*, L. MIHÁLY: Ti NMR study of the nearly ferromagnetic system TiBe₂. *Phys. Rev. Letters* 48, 1420 (1982)
206. Á. BUKA, L. BATA, K. PINTÉR, J. SZABON: Molecular relaxation in highly ordered orthogonal smectic S_A, S_B and S_E phases. *Mol. Cryst. Liq. Cryst. Lett.* 72, 285 (1982)
207. Á. BUKA, F. LEYVRAZ*: Dielectric relaxation in polar liquid crystals. *Phys. Stat. Sol. (b)* 112, 289 (1982)
208. A. ZETTL*, C.M. JACKSON*, A. JÁNOSSY, G. GRÜNER: Charge density wave transition and nonlinear conductivity in NbS₃. *Solid State Commun.* 43, 345 (1982).

209. L. CSER, I.A. GLADKIH, D. HADGE*, H. AMBROSIUS*: X-ray small angle scattering study of general structure of chicken immunoglobulin Y. *Immunology Letters* 4, 15 (1982)
210. G. ZENTAI, J.J. THOMPSON*: Low frequency capacitance studies on a-Si: Schottky diodes. Proc. Int. Conf. "Amorphous Semiconductors '82", Bucharest, 1982, p.240
211. N. ÉBER, I. JÁNOSSY: An experiment on the thermomechanical coupling in cholesterics. *Mol. Crys. Liq. Cryst. Lett.* 72, 233 (1982)
212. J. GAZSÓ: A refinement upon the method of evaluating the density of localized states from the field effect. *Phys. Stat. Sol. (a)* 70, K181 (1982)
213. J. HAJTÓ, J. GAZSÓ, G. ZENTAI, I. KÓSA SOMOGYI: Laser induced crystallization of a-Si:H thin films. *J. Physique-Letters* 43, L-97 (1982)
214. J. HAJTÓ, I. JÁNOSSY, G. FORGÁCS: Laser induced optical anisotropy in self supporting amorphous GeSe₂ films. *J. Phys. C: Solid State Physics* 15, 6293 (1982)
215. A. JÁNOSSY, G. MIHÁLY, L. FORRÓ*, J.R. COOPER*, M. MILJAK*, B. KORIN-HAMZIC*: Metal insulator transition in the charge transfer organic alloys (n-propyl)_{1-x}(n-ethyl)quinolinium/TCNQ. *Mol. Cryst. Liquid Cryst.* 78, (1982)
216. A. JÁNOSSY, K. HOLCZER, P.L. HSIEH*, C.M. JACKSON*, A. ZETTL*: Static dielectric constant of disordered organic quasi one-dimensional conductors: Localisation by defects. *Solid State Commun.* 43, (7), 507 (1982)
217. L.P. KAZAKOVA*, L. TÓTH, M.A. TAGUYRDZHANOV*: Reversible photoinduced change of hole drift mobility in amorphous AsSe thin films. *Phys. Stat. Sol. (a)* 71, K107 (1982)
218. M. KERTÉSZ*, F. VONCERVISZT*, S. PEKKER: Change of geometry of polyacetylene upon charge transfer. *Chem. Phys. Lett.* 90, (6), 430 (1982)
219. M. KOÓS, I. KÓSA SOMOGYI, V.A. VASSILYEV*: Thermal quenching of photoluminescence in GeSe₂ glass, thin films and crystals. *J. Luminescence* 26, 449 (1982)
220. M. KOÓS: Photoluminescence in Ge_{1/6}Se_{5/6} glass. Proc. Internat. Conf. "Amorphous Semiconductors '82, Bucharest, 1982. p.132
221. I. KÓSA SOMOGYI: Photoluminescence in certain amorphous semiconductors. Proc. Internat. Conf. "Amorphous Semiconductors '82", Bucharest, 1982. p.30.
222. H. KRESSE*, Á. BUKA: Dielectric behaviour of the smectic I. phase. *Crystal Research and Technology* 17, 1123 (1982)
223. N. KROÓ: A Neutronok Világa és a Kondenzált Rendszerek Mikrofizikája. *Fiz. Szemle*, 32, 132, 1982
224. F. MEZEI: Neutron spin echo and high resolution inelastic spectroscopy. IV. Int. School on Neutron Physics, Dubna, USSR 526 (1982)
225. F. MEZEI: Dynamic range aspects of pulsed source instruments. VI. Int. Collaboration on Advanced Neutron Sources (1982)

226. F. MEZEI: Recent neutron spin echo experiments. Proc. Symp. Neutron Scattering, Argonne 379 (1982)
227. F. MEZEI: Neutron spin echo study of spin glass dynamics. J. Appl. Phys. 53, 7654 (1982)
228. F. MEZEI: Role of Spin-Nonconserving Forces in the Critical Dynamics of Fe at the Curie Point. Phys. Rev. Lett. 49, 1096 (1982)
229. A.P. MURANI*, F. MEZEI, J.L. THOLENCE*: Neutron spin echo, polarisation analysis and A.C. susceptibility measurements of spin glass dynamics. Physica 108B, 1283 (1982)
230. F. MEZEI: Study of relaxation processes by neutron spin echo. Recent Developments in condensed Matter Physics (J.T. Devreese), Plenum Press, 1, 679 (1981)
231. G. MIHÁLY, L. ZUPPIROLI*: Radiation effects in organic metals: The mechanism of the damage production. Phil. Mag. A45, 549 (1982)
232. J. SZABON, S. DIELE*: Studies on induced smectic phases II. Crystal Res. Technol. 17, 1315 (1982)
233. E. SVÁB, N. KROÓ, S.N. ISHMAEV*, I.P. SADIKOV*, A.A. CHERNYSHOV*: High resolution neutron diffraction study on Fe₈₁B₁₉ metallic glass. Solid State Commun. 44, 1151 (1982)
234. E. SVÁB, S.N. ISHMAEV*, F. FORGÁCS, I.P. SADIKOV*, A.A. CHERNYSHOV*: Time-of-flight neutron diffraction study of Ni₆₀Nb₄₀ and Fe₈₁B₁₉ metallic glasses. Nucl. Instr. Methods 199, 347 (1982)
235. L. TÓTH: Dispersive hole transport in amorphous AsSe film. Proc. Int. Conf. "Amorphous Semiconductors '82", Bucharest, 1982, p.228
236. G. VANCSÓ*, O. EGYED*, S. PEKKER, A. JÁNOSSY: Cis-trans isomerization of polyacetylene induced by mechanical rolling. Polymer Communications 23, 14 (1982)

MIKROELEKTRONIKAI
KUTATÓ INTÉZET

(MKI)

A Mikroelektronikai Kutató Intézet 1981-ben alakult. Tevékenységünk három fő területe: a mágneses buboréktárolók kutatása, a félvezető kutatás és a számítógéppel segített áramköri tervezés és maszkkészítés. A kutató-fejlesztő munkához háttér ill. perspektivikus alapkutatás kapcsolódik részben a technológiák továbbfejlesztésére, az egyes technológiai lépések fizikai mechanizmusának tisztázására, részben a meglévő eszköz- és berendezéspark adta módszerek ill. lehetőségek felhasználására.

A mágneses buboréktárolók vizsgálata összefoglaló elnevezése annak a nagyon sokoldalú tevékenységnek, melyet az alapanyag-előállításától a tokozott kész buboréktárolók elkészítéséig a technológia minden lépését kidolgozva és megvalósítva végzünk. Végtermékként 4, 32 és 64 kbites tárolócsipek reprodukciója folyik és elkészítettük a 256 kbites mágneses buboréktároló csipek mintapéldányait is.

Ehhez a technológiai sorrendet követve a következő feladatokat végeztük el. Folyamatosan állítottunk elő 50 mm átmérőjű GGG hordozókristályokat, az ezekből készült és megmunkált szeletekre 3 és 5 μm buborékméretű folyadékfázisu epitaxiás (LPE) rétegeket növesztettünk. A kristály- és rétegnövesztés automatizálását megoldottuk, létrehoztuk a 15 szelet epitaxiás növesztésére beprogramozható automata növesztő berendezést. A növesztési technológiákat folyamatosan továbbfejlesztjük, vizsgálva a növesztési paramétereknek (hőmérsékleteloszlás, szennyezés) a növekedés mechanizmusára, a kristály ill. réteg minőségére gyakorolt hatását. A kristályok, ill. rétegek minősítésére rutin és egyedi mérőmódszereket dolgoztunk ki, melyekkel a kristályok ill. rétegek szerkezeti (orientáció, rácsparaméter, rétegvastagság) illetve mágneses paramétereit (csikdoménperiódus, buborékméret, kollapszus tér, anizotrópia állandó, koercitív erő, falenergia, rétegvastagság) határozzuk meg.

A tárolók kialakítására permalloy és Al-Cu rétegeket választunk le a szeletre. A jobb kihozatal érdekében továbbfejlesztettük a technológiát e rétegek magnetronos porlasztással történő leválasztására és a kémiai marás helyett kidolgoztuk a szárazmarási technológiai lépést.

Telepítettük és üzemszerűen működtetjük az érintésmentes szeletkezeléssel dolgozó fotolitográfiás laboratóriumot és kidolgoztuk a vetitős fotolitográfiás eljárást, mellyel $1,5 \pm 0,2$ μm -es vonalfelbontást értünk el.

A szeleteken elkészített buboréktárolók funkcionális ellenőrzésére, működésének vizsgálatára egy CAMAC vezérlésű vizsgáló berendezést hoztunk létre, amely a szeleten levő tárolók vizsgálatát CAMAC BASIC nyelven megírt vizsgálóprogram alapján automatikusan elvégzi. A rendszer programozottan kezeli a buboréktároló működéséhez szükséges térértékeket és alkalmas a mérési eredmények feldolgozására, rendezésére, valamint megfelelő formában történő ábrázolására.

Telepítettük és üzemszerűen működtetjük az epitaxiás mágneses rétegekben fellépő "kemény" buborék megszüntetésére szolgáló Ne^+ ionokat implantáló berendezést.

Megoldottuk a tárolócsipek tokozásának kérdését, kidolgozva a különböző kapacitású tárolócsipek tokozási technológiáját.

Folyamatos kutatómunkát végzünk a tárolási sűrűség növelése érdekében egyrészt a buborékméret csökkentése irányában (kidolgoztuk a 2 μm átmérőjű buborékok hordozására alkalmas LPE réteg növesztési technológiáját), másrészt a léptetőstruktúra fejlesztése (hagyományos léptetőstruktúra léptetési paramétereinek analizálása, az implantált mozgatóstruktúrák vizsgálata, a doménmozgás mechanizmusának ill. a doménfalak mozgásdinamikájának vizsgálata) területén.

A Mikroelektronikai Kutató Intézet félvezető kutatásai és áramköri fejlesztő munkái az országos programban résztvevő más hazai intézményekkel együttműködésben folynak. Feladatunk korszerű MOS technológiák (N-MOS, C-MOS) műveleteinek fejlesztése a teljes technológiai folyamaton át konkrét, elsősorban berendezésorientált áramkörök megvalósításáig. A technológiai folyamatokat megalapozó fizikai kutatások és az áramköri tervezést segítő számítógépes (CAD) fejlesztések teszik teljessé a tevékenységi kört.

Kidolgoztuk és folyamatosan alkalmazzuk az egy tápfeszültségű, n-csatornás, szilíciumkapus, három implantációs lépést tartalmazó MOS technológiát. A különböző technológiai lépések tisztázására ún. "mérő-áramköröket" terveztünk és készítettünk el, végigfuttatva a technológián. A "mérőáramkörök" (tesztstruktúrák) a megvalósítandó áramkör minden elemtipusát tartalmazzák, rajtuk az áramkör minden fő paramétere mérhető, abban különböznek a valóditól, hogy az ismétlődő elemek száma minimális. A technológia jellemzőinek (áram-feszültség karakterisztika, kapacitás, letörési- és küszöbfeszültség stb.) statisztikus feldolgozása mérések tömegét igényli. Erre a célra fejlesztettünk ki egy CAMAC bázisu, intelligens vezérlésű automatikus mérőrendszert, amely a szabványos CAMAC

real-time perifériákon kívül speciális mérőátalakítókat tartalmaz a félvezető fejlesztésben szokásos mérések elvégzésére.

A technológia egyes paramétereinek beállítására kidolgoztunk és a gyakorlatban sikeresen alkalmaztunk egy olyan szimulációs programot, amely segítségével a technológia kis változtatásának hatására bekövetkező eszköz-paraméter értékek kiszámíthatók.

A mérőáramkörökön végzett mérések és a szimulációs program segítségével megállapítottuk az n-p átmenetek kialakításához és a poliszilícium ellenállásának beállításához szükséges paramétereket, pontosítottuk a küszöb feszültség beállításához szükséges implantációs energiát és dózist, sikerrel alkalmaztuk a technológiában a magnetronos porlasztást. Kidolgoztuk a technológiát implantációs predepozíció és getterezés alkalmazásával is. Többféle műveleti sorrendet kipróbálva megállapítottuk a legelőnyösebbet mind a diffúziós, mind az implantációs technológiai változatban. Elkészítettük a technológia mérnöki szintű dokumentálását.

A technológiai lépések megértése illetve távlati tökéletesítése érdekében több irányban folyt intézetünkben alapkutató munka. Számos, nem rutinjellegű felületfizikai módszert alkalmaztunk illetve fejlesztettünk ki a félvezető technológiánkban előforduló vékonyrétegek fizikai tulajdonságainak mérésére. Ilyenek pl. a Rutherford visszaszórás, az ultrabolya spektroszkópia, a röntgendiffrakció, az ellipszometria, a mélykiüritéses kapacitás-feszültség mérés, az effektív csatornaszélesség meghatározás stb. As- és Sb-t implantáltunk SiO_2/Si szerkezetekbe, és meghatároztuk az implantatprofilokat Hall effektus és Rutherford visszaszórás segítségével. A kísérleti eredmények jól megegyeztek a szimulációs programmal számított profilokkal. Csatorna-implantált és diffúziós profilok mérését végeztük el mélykiüritéses kapacitás-feszültség módszerrel. Tovább folytattuk lézeres hőkezelési vizsgálatainkat, és sikeresen alkalmaztuk a lézeres hőkezelési, az N-MOS technológiában a getterezés kiváltására illetve a poliszilícium rétegek ellenállásának csökkentésére. A technológiában alkalmazott szilicidrétegek vizsgálata nagy intenzitással folyt. Megállapítottuk, hogy a Ti szilicid növekedését az implantáció gyorsítja, és a Mo-szilicid eltérő növekedési mechanizmust mutat poliszilíciumból illetve egykristályos Si-ből történő előállításakor. E témáról külön cikkben számolunk be.

Az N-MOS technológia fejlesztésével párhuzamosan olyan logikai építőelem készletet (cellakönyvtár) dolgoztunk ki és építettünk be a számítógépes tervező rendszer háttértárolójába, amely berendezésorientált áramkörök gyors konstrukcióját teszi lehetővé. Ennek a cellakönyvtárnak a felhasználásával fejlesztettünk ki egy kb. 100 kapuból álló digitális áramkört, (un. "CAMAC illesztő áramkör"), amely az automatizált mérőrendszerek között jól ismert CAMAC rendszer egyik real-time pe-

rifériáját (egy I/O regisztermodult) van hivatva a CAMAC szabványosított sínrendszerére illeszteni. Ezt az áramkört technológiánk segítségével el is készítettük.

Ugyancsak az N-MOS technológiánkat alkalmaztuk egy egyedi tervezésű (FULL-CUSTOM) áramkör megvalósítására is. Ez az áramkör bináris adattömeg nagyság szerinti rendezésére alkalmas párhuzamos processzor alapegysége ("adatrendező áramkör"). Specifikációját az MTA Automata-Elméleti Kutató Csoportja (Szeged) adta meg. Az áramkörben speciális dinamikus kapcsolástechnikát alkalmaztunk a geometriai méretek radikális csökkenésére.

A mikroelektronikai áramkörök tervezésére intézetünkben kidolgozott MICAD mikroelektronikai tervezőrendszer az elmúlt időszakban jelentős továbbfejlesztésre került. A LOBSTER szimulációs rendszer modellkészletét bővítettük és grafikus kapcsolási rajz beviteli programot dolgoztunk ki. Ezeket telepítettük az intézetünkben levő TPA 1140 számítógépre, valamint a Mikroelektronikai Vállalat megamini rendszerére, így szimulációs rendszerünk részévé vált az országunkban használt integrált mikroelektronikai tervezőrendszernek. Rendszerünket Kievdn is telepítettük (SZUTA-UTA Kibernetikai Intézet), ahol sikeresen használják. Áramköri tervezőrendszerünk alkalmazása jelentős szerepet kap a BME-n a villamosmérnökök képzésében is.

A lay-out tervezés területén cellakönyvtáros tervezéshez automatikus összekötési mintázat tervező programot dolgoztunk ki, továbbá elkészült a szimbolikus ULA tervezőprogram az automatikus összekötés tervező alapváltozatával. A MICAD programrendszer segítségével számos LSI és VLSI bonyolultságú gyakorlati feladatot sikerült megoldani (full custom, cellakönyvtáros buborékmemória, master slice áramkör).

A mikroáramkörök kivitelezéséhez létrehoztuk az országban a legkorszerűbb, nagyfelbontású maszkok elkészítésére alkalmas nagytisztaságú maszklaboratóriumot és sorozatban állítottunk elő mind saját, mind külső (Mikroelektronikai Vállalat) felhasználásra különböző maszkok sorozatait. A maszklaboratóriumról külön cikkben számolunk be.

Az MKI Műszaki Osztályának feladata a mikroelektronikai kutatások műszaki hátterének biztosítása. Az osztály munkájának kisebb részét teszi ki a meglevő berendezések üzemeltetéséhez szükséges karbantartási feladatok. A nagyobb részt az új műszerek, berendezések kifejlesztése, technológiai és mérésautomatizálási problémák megoldása jelenti. Az elmúlt két évben hozzávetőleg 50 kisebb-nagyobb műszert, berendezést fejlesztettünk ki és gyártottunk le.

Elkészítettünk többek között egy mikroprocesszoros fotomaszk ellenőrző berendezést, mely fotomaszkok és félvezető szeletek félautomatikus ellenőrzésére szolgál. A berendezés egy optikai mikroszkóppal egybeépí-

tett, léptetőmotorokkal mozgatható x-y asztal vezérlését, az észlelt hibák koordináták szerinti regisztrálását és kinyomtatását biztosítja. A léptetés történhet csipenként, mikroszkóp látómezőnként, vagy folyamatosan. Ez utóbbi lehetőséget ad 2,5 μm -es távolságok mérésére is.

A korábbi években kifejlesztett kristályátmérő szabályzó rendszert kiegészítettük egy mikroprocesszoros programgenerátorral. Az így teljesé vált DIACONT rendszer tetszés szerinti forgástest alakú, különböző átmérőjű egykristályok Czochralski módszerű növesztését biztosítja. A kristály alakja a növesztés előtt beprogramozható, és a növesztés folyamán szükség esetén megváltoztatható.

A buborékmémória tokozási technológiájának megoldása vetette föl egy felmágnesező berendezés kifejlesztésének szükségességét. Az elkészült berendezés széles tartományban, nagy pontossággal beállítható teret biztosít két mágnespólya között, és mechanikai kialakítása lehetővé teszi különféle mágneses mérések elvégzését is.

A felületi tisztaság meghatározására szolgál az optikai elven működő peremszögmérő készülék, mely a már korábban kifejlesztett, és azóta az egész világon ismertté vált mikropozicionáló rendszer elemeinek felhasználásával készült el. A készülék folyadékcseppek, vagy kisméretű szilárdtestek felületének függőleges síkban fekvő geometriai jellemzőinek érintésmentes optikai mérésére alkalmas. Mérési felbontása 10 μm , illetve 0,1°.

- * -

Mint már fentebb említettük, két kiemelkedő munkánkról a következőkben részletesebben is beszámolunk.

MIKROÁRAMKÖRI MASZKLABOR A KFKI-BAN

Binder Gy., Forgács B., Gadl E., Honty L., Karaes A., Szabó Zs., Törő N.

A létrehozott maszkbázist a számítógéppel segített áramköri tervezés és maszkkészítés módszereinek kidolgozására, valamint integrált áramkörök tervezésére és mestermaszkjainak elkészítésére hoztuk létre. A mikroelektronikai program jelenlegi és erre a tervidőszakra tervezett mestermaszkgépjének igényei e létesítmény nélkül nem lennének kielégíthetők.

ELŐZMÉNYEK

A KFKI-ban folyó buboréktároló kutatások szükségessé tették egy olyan maszkkészítő laboratórium létrehozását, mely alkalmas a buboréktároló igényei szerinti ($5 \times 6 \text{ mm}^2$ csipméret, $< 2 \mu$ elemméret) mestermaszkok előállítására. A témához az első maszkokat az egykori HIKI maszklaboratóriuma készítette el, de a tároló továbbfejlesztésével felmerült igényeket az ottani laboratórium berendezésparkján, műszaki okok miatt már nem lehetett elvégeztetni.

A buboréktárakkal párhuzamosan a félvezető technológia fejlődése is a nagyobb felbontás és csipméretek irányába mutatott, melyek együttesen megerősítették egy LSI mestermaszkgépjének igények kielégítésére alkalmas laboratórium létrehozási koncepciójának helyességét.

Az elérhető maszkkészítő berendezések közül a laboratóriumot a szovjet EM549/A ábragenerátorral, az NDK Zeiss gyártmányú UER típusú léptető-kamerával és egy NSZK gyártmányú maszkprocesszorral szereltük fel.

A labor helyének kijelölésénél alapvető szempont volt a terület alapincézetlensége a rezgésmentes alapok létrehozása miatt.

A rendelkezésre álló szűkös területi adottságok nehéz feladatot róttak a telepítés tervezőire és kivitelezőire. A laboratórium 60 m^2 alapterületű. 24 m^2 -en a szükséges klíma és tiszta levegő ellátását biztosító berendezéseket helyeztük el, a további területre a nagytisztaságú klíma-kamra és a vezérlőberendezések kerültek. A tiszta, klimatizált terület a "szoba a szobában" elv szerint alakítottuk ki. A labor háttérberendezései további 60 m^2 helyet foglalnak el.

Az intézeti kivitelezési munkák 79 végén kezdődtek meg, a labor berendezéseinek telepítése 1980 végétől kezdődően 1981 decemberéig tartott. A maszkkészítési technológia gyakorlati kidolgozását a berendezések telepítésével egyidejűleg kezdtük el, s bár a kutatások még mind a mai napig folynak, lényegében birtokunkban van az a technológia, amely alkalmas $1,5 \mu$ felbontású $5''$ -os keményfelületű maszktermékek előállítására.

A maszkbázis létesítésével párhuzamosan elkészült egy tanulmány, amely az 1983-ban települő maszkellenőrző laboratórium tevékenységét és berendezésparkjának kiválasztását alapozta meg. Részletesen tárgyalja és

értékeli az ismert és itt alkalmazandó mérési módszereket és igen fontos előkészítője és segédlete a mérő- ellenőrző munkának.

SPECIFIKÁCIÓK

A következőkben ismertetjük a labor főbb specifikációs adatait:

Infrastruktúra

- Légtisztaság: Class 100, USA szabványok szerint
- Hőfok: $21,7^{\circ}\text{C} \pm 0,3^{\circ}\text{C}$
- Légnedvesség: $55\% \pm 5\%$
- Légcseré: $20000 \text{ m}^3/\text{h}$
- Légsebesség: $0,4 \text{ m/s}$
- Nagytisztaságu préslevegő ellátó rendszer
- Nagytisztaságu N_2 ellátó rendszer
- Rezgésmentesség: $> 6 \text{ Hz}$ amplitudó 0
 $< 6 \text{ Hz}$ amplitudó max. 1μ
- Vákuumrendszer
- Viz- és sav elvezetések
- Savgőz elszívás
- Nagytisztaságu vízrendszer: $\sim 18 \text{ M}\Omega$, 5 l/h
- Szünetmentes villamos hálózat

A 100-as tisztaságu fokozatot a klimakamrában 22 db 650×650 -es SS minőségű abszolút szűrő biztosítja, melyek a kamra mennyezetére vannak beépítve. A légáramlás függőleges, lamináris. A rezgésmentességet statikus elven, az alapba besüllyesztett parafaágyban usztatott nagyméretű (20 t) betontömbök biztosítják.

EM549/A ábragenerátor főbb adatai

- X-Y asztal lépés inkrement: 1μ
- Leképzett elem oldalhossza (téglalap): $10\text{--}3000 \mu$
- Elem oldalhossz inkrement: 1μ
- Elem forgatás szöge: $\pm 45^{\circ}$
- Elem forgatás inkrement: $0,25^{\circ}$
- Asztal mozgatási tartomány
 - 3"x3" maszk esetén: $X=Y=65 \text{ mm}$
 - 4"x4" maszk esetén: $X=Y=100 \text{ mm}$
- Átlagos exponálási sebesség: $2500\text{--}3000 \text{ exp/h}$

A berendezést ELEKTRONIKA 60 típusu szovjet számítógép vezérli, az adatbevitel mágnesszalag vagy papírszalag formájában lehetséges. Utmérő rendszere moire rácsok alkalmazásával működik. A berendezésen egy sor

saját fejlesztésű változtatást hajtottunk végre, ezáltal a gép sebessége, illetve megbízhatósága jelentősen megnövekedett.

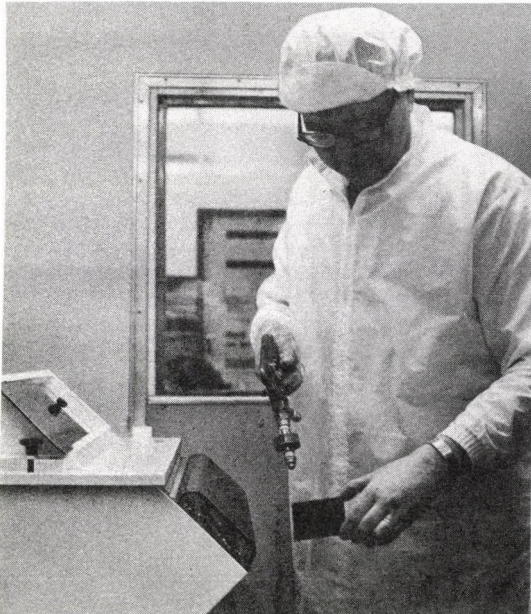
UER léptető kamera főbb adatai

X-Y elmozdulás: 100 mm
Max. elmozdulás hibája: $\pm 1,5 \mu$
Pozicionálás reprodukálhatósága: $\pm 0,1 \mu$
X-Y tengely \perp eltérése: $\pm 2''$
Pozicionálható inkrement: $0,1 \mu$
Maximális felbontás: 10:1 optika: 1170 v/mm
Legkisebb névleges vonalméret: $1,5 \mu$
Max. léptetett maszk méret: $5'' \times 5''$
Max. csipméret: $6 \times 6 \text{ mm}^2$ (10:1 leképzés)
Optikák: 10:1, 5:1, 15:1

Az UER berendezés specifikációi alapján alkalmas nagyméretű VLSI IC-k mestermaszkjainak előállítására is. A berendezés konstrukciója sok vonatkozásban világszínvonalu:

lézeryinterferométeres utmérő rendszere, automata fókusz és önálló $\pm 0,1^\circ\text{C}$ -os klimatizációs munkatere alkalmassá teszi a legmagasabb igények kielégítésére.

Processzálás eszköze



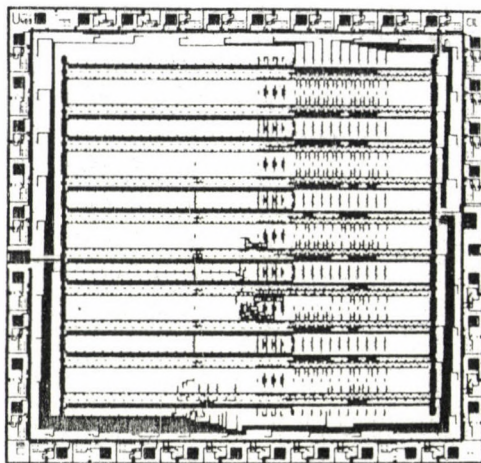
A CONVAC gyártmányú CPP8 maszkprocesszor berendezés a maszklemezek hívására, maratására, reziszt eltávolítására, mosására és szárítására szolgál. A μP vezérelt automatikus berendezés ciklusideje 4 perc alatt van.

1. ábra

Előkészület processzálásra

Ellenőrzés

A félvezető gyártás jó kihozatalának egyik alapfeltétele, hogy lehetőleg hibamentes maszkok kerüljenek felhasználásra. A maszkokat ezért a reticle, majd a mestermaszkok elkészülte után szigorú ellenőrzésnek vetjük alá. Az ellenőrzés kiterjed mikroszkópon keresztüli 100%-os vizuális átvizsgálásra és a kritikus méretek mérésére. Az ellenőrző eszközök speciális LEITZ és OLYMPUS mikroszkópok, illetve LEITZ és saját fejlesztésű méretellenőrző rendszerek. Az ellenőrzési technológia mérési jegyzőkönyv kiadásával fejeződik be.



2. ábra

U400 gate array fotomaszk

A laboratórium antireflektív Cr. típusu, alacsony hőtágulási együtthatóju alapanyagra dolgozik.

Az 1980. december 22-i laborátadás óta több mint 60 mester maszk-sorozat készült el. A maszkok kisebb részben a KFKI, nagyobb részben a MEV számára készültek. Az elkészült sorozatok közül megemlítjük a 64 kbites buboréktároló maszkjait, melynél $1,8 \mu$ -os volt a legkisebb résméret, jelenleg készítjük a 256 kbites tároló változat maszk-sorozatát. Nehéz feladat volt a BF-680 nagyfrekvenciás tranzisztor maszk-sorozatának előállítás, melyre igen szigorú méretelőírásokat adtak. Szép

feladat volt az U400 és GA800 típusu gate array maszk sorozatainak előállítására, melynél egy-egy reticle maszk már 32000 expozíciót igényelt. Az utóbbit a nagy csipméret miatt 5:1-es léptékű rendszerben készítettük, mellyel 1/3-ára volt csökkenthető a felhasznált nagyon drága import alapanyag mennyisége.

A szelettechnológiába került maszk sorozatokról igen jó visszajelzéseket kaptunk mind a KFKI, mind a MEV részéről.

SZILICID KUTATÁSA

Bányai F., Iványi Cs., Gyimesi J., Gyulai J., Kótai E., Majoros A., Pető G., Pogány L., Révész P., Schiller Vera, Zsoldos Éva

Az utóbbi években a tudományos irodalomban egyre rangosabb helyet foglal el a szilicidok előállításának, tulajdonságainak és alkalmazásának kutatása. Ezekben a kutatásokban általában a kutatókat kettős cél vezérli. A szilicidok tanulmányozása eredményeképpen többek között új fázisokat fedeztek fel, bővültek az anyagtranszport és a reakciókinetika anyagtudományi ismeretek. A kutatások fő hajtóerejét az a perspektíva jelentette, amit a szilicidok alkalmazása ígér az integrált áramkörök gyártástechnológiájában.

A MOS (Metal Oxide Semiconductor) - típusu integrált áramkörökben az áramköri elemek összeköttetése céljából általában polyszilícium rétegeket alkalmaznak. Azonban, ezek a polyszilícium rétegek sok előnyös tulajdonságuk mellett viszonylag magas (kb. 2500 $\mu\Omega$ cm) fajlagos ellenállással rendelkeznek. A nagybonyolultságú integrált áramkörökben alkalmazott viszonylag hosszú polyszilícium vezetékek nagy ellenállása az áramkör működési sebességének alapvetően korlátozó tényezője. Éppen ezért olyan új anyagok kutatása kezdődött meg, amelyek a következő alapvető tulajdonságokkal rendelkeznek:

1. alacsony fajlagos ellenállás,
2. félvezető-technológia kompatibilis előállítás,
3. könnyű ábraalakítás,
4. oxidáló közegben stabil - passzíválható,
5. jó mechanikai tulajdonságok,
6. jó felületi simaság,
7. ellenáll a magas hőmérsékletű technológiai lépéseknek,
8. nem lép reakcióba a végső fémező réteggel,
9. nem szennyezi az aktiv eszközöket,
10. kontaktus céljaira - alacsony kontaktus ellenállás és minimális átmeneti mélység.

Egyes magas olvadáspontu (refractory) fém szilicidok tulajdonságai eleget tesznek a fenti követelményrendszernek és ezért kutatásuk fontos része a technológiai fejlesztő munkának is.

Az MKI Fizikai osztályán az Áramkörtechnológiai osztállyal közösen nemzetközi kapcsolattartást felhasználva megkezdődött a titán- és molibdén szilicid rétegek tulajdonságainak vizsgálata.

A fémrétegeket ultra nagyvákuumban elektronsugaras gőzöléssel vittük fel egykristályos vagy polikristályos szilíciumra. A keletkező szilicid minőségére meghatározó hatással van a szeletek fémgőzölés előtti felületi tisztítása. A fémgőzölést hőkezelés követi, amely során a szilicid réteg kialakul.

Titánsziliciddel kapcsolatos kutatások során három problémával foglalkoztunk: A Ti-szilicid laterális növekedése; a Ti-szilicid réteg kölcsönhatása a szilíciumban levő adalékatomokkal és a Ti-szilicid oxidációs tulajdonságai.

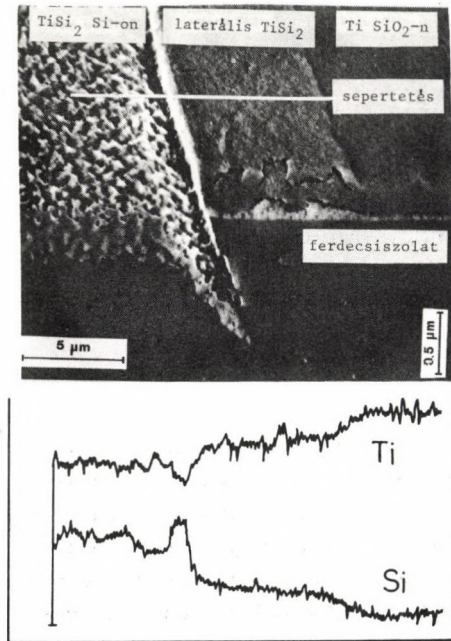
Ti-szilicid rétegek laterális növekedése

A szilicid képződés mechanizmusának vizsgálatában alapvető a szilicid növekedés kinetikájának meghatározása, ugyanis az adott hőmérsékleten mért szilicid vastagság - hőkezelési idő függésből következtetni lehet a folyamat aktivációs energiájára és a folyamatot meghatározó mechanizmusok jellegére. Vékony rétegek esetén azonban a mérést korlátozó tényező, hogy magasabb hőmérsékleteken a szilicid növekedés igen nagy sebességgel megy végbe, és így a növekedési folyamat pillanatokon belül be is fejeződik. Ugy tűnik tehát, hogy az ilyen jellegű mérések kizárólag az alacsony hőmérsékletű tartományra korlátozódnak.

Olyan mérési eljárást dolgoztunk ki, amely alkalmas a szilicid növekedési folyamat mérésére gyakorlatilag a fém vékonyréteg vastagságától függetlenül. Kísérleteinkben a kb. 100 nm titánréteget olyan szilícium mintákra gőzöltük fel, amelyet félig kb. 100 nm vastagságu termikus uton növesztett SiO_2 réteg borított. A hőkezelés első fázisában a mintának azon a részén, ahol a titánréteg közvetlenül érintkezik a szilíciummal, szilicid réteg alakul ki, amelyhez laterálisan csatlakozik a SiO_2 -n levő nem reagált titánréteg. Mint említettük, ez a folyamat igen gyorsan végbemelegy. A folyamat második fázisában a SiO_2 -n levő titánréteg folyamatos sziliciddé történő átalakulása, növekedése megy végbe. A laterálisan növekedő szilicid és a nemreagált titán határa jól megfigyelhető optikai mikroszkóp segítségével.

Méréseink szerint a szilicid növekedés lineárisan függ a hőkezelési idő gyökétől, ami arra utal, hogy a szilicid növekedést az alkotó elem(ek) diffúziója és nem a reakciósebesség limitálja. A folyamat kinetikája alapján számított Ti-szilicid növekedési folyamat aktivációs energiája

$E_a = 1,9$ eV értéknek adódott, amely jó egyezésben van más kutatók által az alacsony hőmérsékletű tartományra kimutatott értékkel. A Ti-szilicid növekedési mechanizmusában a dominálónan mozgó elem a szilícium. Ezt támasztják alá a mi méréseink is. Az 1. ábra a laterális szilicid növe-



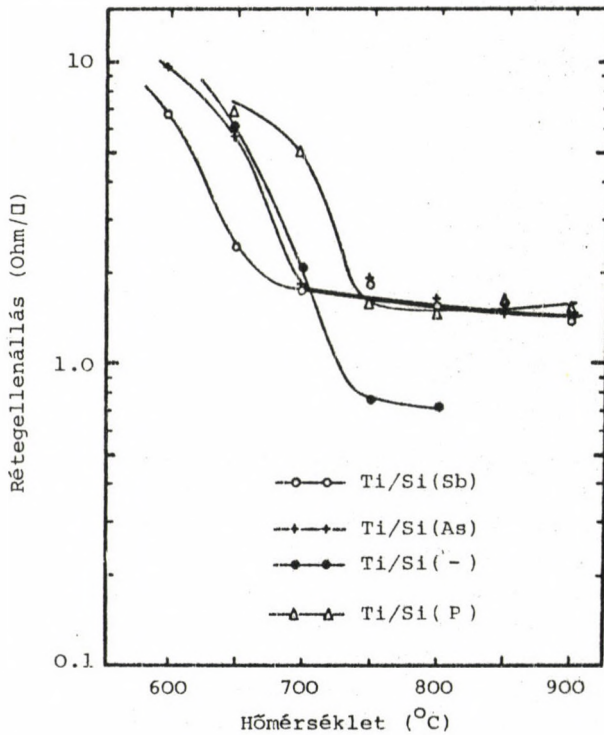
1. ábra

Az 1. ábra a Ti- és Si-atomok laterális mennyiségi eloszlását is bemutatja. Ez egy ún. elektronmikropróbas mérés, amelynek során a pásztázó elektronmikroszkóp elektronnyalábját egy vonal mentén separtették és közben az elektronok által gerjesztett Ti- és Si- karakterisztikus röntgensugarakat regisztrálták. A mérés azt mutatja, hogy a laterális növekedés során a szilícium atomok homogéne oszlanak el a szilicid rétegben. Az alkalmazás szempontjából a "spike"-jelenség kimutatása különös fontossággal bír, ugyanis amennyiben a szilicidréteget félvezető átmenethez kapcsolódó kontaktusként alkalmazzuk, a hőkezelések során keletkező "spike" rövidre zárhatja a félvezető átmenetet.

Ti-szilicid rétegek növekedése ion-implantált szilíciumon

Az implantált szilíciumon történő szilicid növekedés vizsgálata során a következő kérdésekre kerestük a választ. Milyen kölcsönhatásban vannak az implantált adalékatomok a növekedő szilicidréteggel? Hogyan hatnak a szilíciumban levő rácshibák és defektusok a szilicid növekedésére? Hogyan hatnak az adalékatomok a szilicidréteg növekedésére?

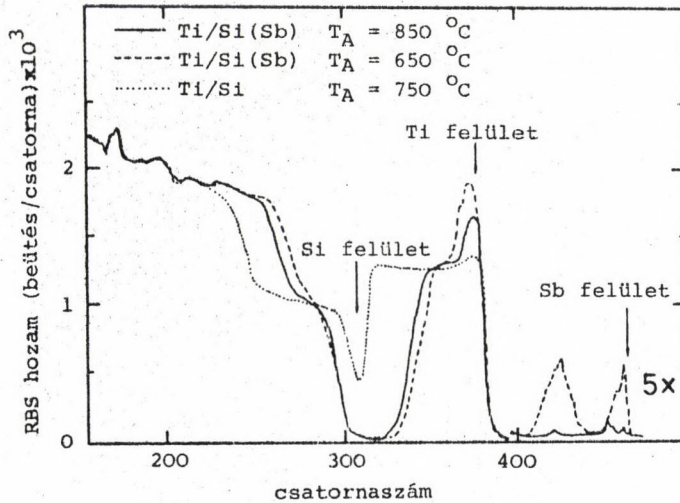
Mint ismeretes, a szilícium nagy dózisu implantációja során a szilícium felületén amorf réteg alakul ki. Ez az amorf réteg általában egyszerű hőkezelési művelettel epitaxiálisan visszakristályosítható. Korábbi kutatások megmutatták azt, hogy az amorf réteg visszánövekedésének sebessége nagy mértékben függ az implantált adalék fajtájától és koncentrációjától. Az elektromosan aktív adalékatomok növelik a visszánövekedési sebességet, míg az inaktív és nemesgáz atomok lelassítják, sőt teljességgel meg is gátolhatják a visszánövekedést. Az utóbbi esetben a szilíciumban nagy koncentrációban bonyolult hibakomplexumok keletkeznek. Kísérleteinkben mindkét elemcsoporttal implantáltunk mintákat. A tisztítási eljárást a titán gőzölése követte, majd ezután történt a minták hőkezelése. A rétegek ellenállását 4-tűs mérővel mértük, a szilicid rétegek összetételét és az adalékatomok mélységbeli eloszlását visszaszórásos méréssel, a keletkező fázisokat röntgen diffrakció segítségével határoztuk meg.



2. ábra

A 2. ábrán a szilicidrétegek ellenállásának függését mutatjuk be a hőkezelési hőmérséklettől P^{31} , As^{75} és Sb^{121} atomokkal implantált szilícium esetére. Az összehasonlítást végeztük az ábra a nem implantált szilícium esetére.

ciumon növesztett szilicid hőkezelési viselkedését is mutatja. Az ábrából kitűnik, hogy az implantáció hatására a keletkező réteg ellenállása kb. kétszeres a nemimplantált esethez képest. Ez azt sugallja, hogy az implantált szilíciumon a szilicid növekedése korlátozott, és a növekedési folyamat vékonyabb szilicid réteget eredményez. Ezt támasztják alá a visszaszórásos mérések is. A 3. ábra az Sb^{121} implantált szilíciumon növekedő szilicid visszaszórásos spektrumát ábrázolja két hőkezelési hőmérséklet esetére. Az összehasonlítás kedvéért az ábra a nemimplantált szilíciumon növesztett szilicid visszaszórásos spektrumát is ábrázolja.

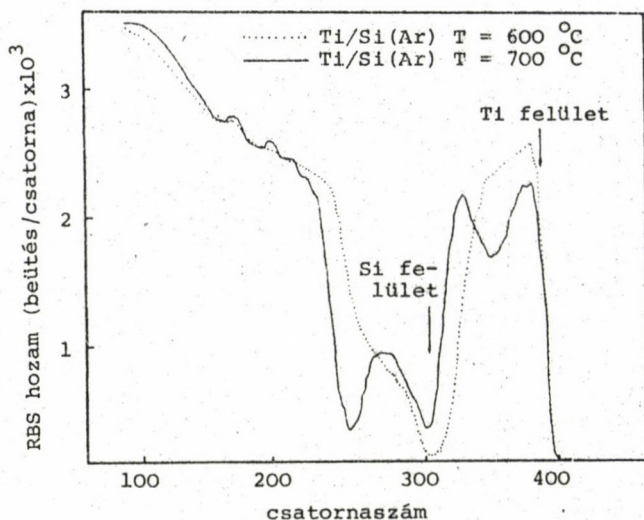


3. Ábra

Jól látható, hogy az implantált esetben nagy mennyiségben marad a felszínen reagálatlan titán, míg a nemimplantált esetben a titánréteg teljes egészében $TiSi_2$ -vé alakul. Érdekes a 400. csatornaszám felett látható Sb atomok viselkedése a szilicid növekedés alatt. Látható, hogy az Sb atomok mélységbeli eloszlása igen komoly mértékben változik a hőkezelés alatt. A szilíciumban levő Sb koncentráció folyamatosan csökken a növekedő hőkezelési hőmérséklettel, miközben az Sb atomok a szilicid és a titán rétegen keresztül kifelé diffundálnak és $900^\circ C$ feletti hőkezelés után a mintában gyakorlatilag nem marad Sb. Egyszerű diffúziós modellt feltételezve a szilíciumban levő Sb-csucs csökkenéséből meghatározható az Sb atomok sziliciden keresztüli diffúziójának aktivációs energiája. Ennek értéke $E_a = 1,9$ eV-nek adódott. Ez az érték egybeesik a szilicid képződés aktivációs energiájával, amiből arra következtethettünk, hogy

az Sb atomok diffúziója ugyanolyan mechanizmussal megy végbe, mint a szilícium atomoké a szilicid képződés során (szemcsehatár-menti diffúzió).

Méréseket végeztünk olyan mintákon is, amelyeket argon ill. oxigén atomokkal implantáltunk a titán gőzölést megelőzően. Mint már említettük a nagy dózisban argonnal ill. oxigénnel implantált szilíciumban a hőkezelések során az epitaxiális visszánövekedés lassul, illetve meg is áll, miközben nagy koncentrációban defektus-komplexumok keletkeznek. Amennyiben egy ilyen mintát titánréteg borít, úgy a titán és a szilícium atomok kölcsönhatása egy defektusokban dus közegben fog végbemenni.



4. ábra

A 4. ábrán az argonnal implantált minta visszaszórásos spektrumait mutatjuk be két hőkezelési hőmérséklet esetére. 650 °C-os hőkezelés után a szilicid növekedés jellege nem tér el az implantálatlanétól. Magasabb hőmérsékleteknél azonban a visszaszórásos spektrum furcsa "kétpupu" jelleget mutat. A spektrum a következőképpen interpretálható: A szilíciumban, ott ahol az implantáció és a hőkezelés következtében defektkomplexumok keletkeznek nagy mennyiségben, kb. 70 atomszázaléknyi titán halmozódik fel. Ez csak úgy történhet, hogy ellentétben az eddig tárgyalt esetekkel, a szilícium és a titán kölcsönhatásában nem kizárólagosan a szilícium atomok diffúziója a domináló mechanizmus. Feltételezzük, hogy ebben az esetben fontos szerepe van a titán atomok kiterjedt defektusok mentén történő diffúziójának is, ami nagy mennyiségű titán precipitálódásához vezet a szilícium defektusokban legdusabb régiójában. Ez a folyamat analóg azzal a már ismert jelenséggel, amikor nehéz fématomok

gettereződése történik mesterségesen generált rácshibák által. Megfigyeltük azt is, hogy magasabb hőmérsékletű hőkezelésekkor (750°C felett) a fémréteg hámlani kezd. Ugy gondoljuk hogy a titánprecipitátumok csökkentik a felettük levő fémréteg tapadását, ami a fémréteg leválásához vezet. A spektrumok kiértékeléséből kitűnik az is, hogy az argonnal és az oxigénnel implantált minták esetében TiSi_2 -nek megfelelő összetétel nem alakul ki, csupán TiSi képződik. Hasonló eredményt nyújtottak az ezeken a mintákon végzett röntgendiffrakciós mérések is. Ezek azt mutatták, hogy ezekben a mintákban csak a nemstabil ortorombikus TiSi fázis létezik, valamint nyomokban a Ti_5Si_3 fázis is fellelhető.

Titán szilicid rétegek oxidációs tulajdonságai

A szilicid rétegek oxidációs tulajdonságainak kutatása elsősorban az alkalmazás szempontjából fontos. Mint már említettük, a szilicideket az integrált áramkörökben elsősorban összekötő huzalokként és az aktiv eszközök gate-elektrodjaiként alkalmazzák. A szilicid rétegek tulajdonságait az integrált áramkörök gyártástechnológiájának rendszerében kell vizsgálni. Ez a technológia a szilicidréteg létrehozását követően több magas hőmérsékletű és oxidációs lépést is tartalmaz. Sok szempontból előnyös, hogyha a szilicidképződést követő oxidációs eljárás segítségével egy stabil passzíváló réteget hoznak létre a szilicid felületén, miközben a szilicidréteg előnyös tulajdonságai nem változnak.

Vizsgálatainkat két mintatípuson végeztük. Az egyiket egykristályos szilíciumon növesztett, a másikon SiO_2 -re leválasztott poliszilíciumon kialakított TiSi_2 rétegek nedves- és szárazoxidációját végeztük 900°C -ig különböző hőmérsékleteken.

Az oxidált minta felületén az oxidáció első fázisában kis mennyiségű TiO_2 képződik. Ez valószínűleg abból adódik, hogy a szilicid képződés első fázisában a TiSi_2 kis mennyiségben disszociálódik és a rétegekben keletkező szabad, lekötetlen titán atomok reakcióba léphetnek az oxigénnel. Az oxidáció második fázisában - nevezzük ezt holtidőnek - megkezdődik a szilícium/szilicid határfelületről a szilícium atomok diffúziója a felület irányába. A holtidő elteltével, amikor a szilícium atomok a felületre érnek, kezdődik meg a tulajdonképpeni oxidáció, azaz a SiO_2 növekedése. Azt, hogy a SiO_2 szubsztátumból eredő szilícium atomokból és nem a TiSi_2 disszociációjából keletkező szilícium atomokból épül fel, korábbi markeres kísérletek igazolták.

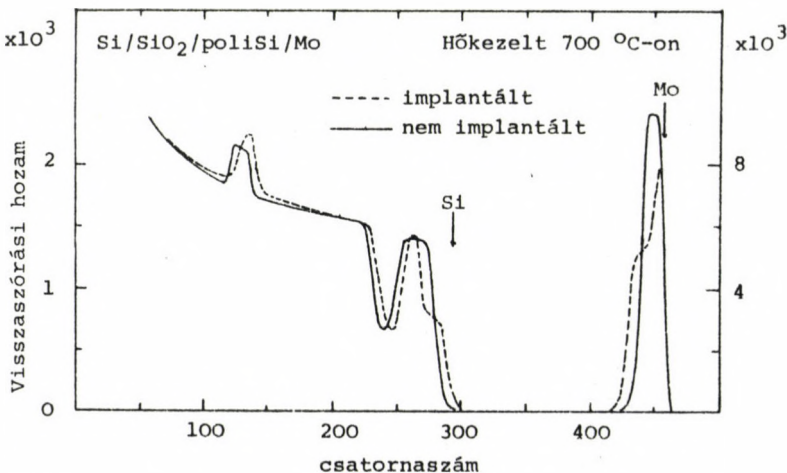
Méréseink szerint a keletkező oxidréteg vastagsága lineárisan függ az oxidációs idő négyzetgyökétől. A függés lineáris volta azt igazolja, hogy az oxidáció folyamata a szilícium atomok diffúziója által kontrollált.

Molibdén-szilicid növesztése implantációval segített eljárással

Habár a molibdén-szilicid rétegek fajlagos ellenállása kb. négyszerese a titánszilicidének, kutatása mégis érdekes számunkra, mert egyes tulajdonságai előnyösek az integrált áramköri technológia szempontjából. Az egyik ok az, hogy a molibdén-szilicidet igen kevésbé támadják a szilíciumoxid marószerei, ami az integrált áramköri technológia szempontjából fontos kritérium. A másik, nem elhanyagolható szempont az, hogy a molibdén gőzölése nem testidegen a technológiai sorban, hiszen az az ismert molibdén-gate-s technológiának már egy kidolgozott rutinszerű része.

Az általunk kidolgozott implantációval segített molibdén-szilicid növesztési eljárás nem tévesztendő össze a már ismert ún. ion-beam mixing-el. Az ion beam mixing során implantáció segítségével nagy energiasűrűséget koncentrálnak a fém-félvezető határfelületre, aminek következtében minden külön hőkezelés nélkül kialakul a szilicid réteg. Esetünkben az implantációs dózis csak az amorfizációra elegendő és méréseink is azt mutatják, hogy az általunk alkalmazott dózisoknál nem lép fel ion-beam mixing - az implantált minták visszaszórásos spektruma nem mutat semmilyen változást.

Kísérleteinkben kétféle mintát vizsgáltunk. Az egyiknél a molibdén réteget a tisztítási eljárást követően egykristályos szilíciumra gőzöltük (Si/Mo struktúra), míg a másik esetben a molibdén egy termikus oxid-rétegre leválasztott polyszilícium rétegre került (Si/SiO₂/poliSi/Mo struktúra). Az implantációs energia megválasztása úgy történt, hogy az implantáció amorfizáló hatása a molibdén alatti régióban jelentkezzen. Ezt követte a hőkezelési lépés.



5. ábra

A visszaszórásos mérések azt mutatták, hogy a Si/Mo struktúra esetében mind az implantálatlan, mind az implantált esetben a MoSi_2 képződés azonos hőmérsékleten, kb. 600°C -on indul meg. Nagy különbséget kaptunk viszont a Si/SiO₂/poliSi/Mo implantált és implantálatlan struktúra esetére. Ezt mutatja az 5. ábra. Implantált Si/SiO₂/poliSi/Mo struktúra esetében már kb. 700°C hőkezelési hőmérsékleten megindul a MoSi_2 képződés, míg implantáció nélkül ez a folyamat csak 1000°C táján kezdődik meg.

Elképzelésünk szerint az implantáció stimuláló hatása a következő okokra vezethető vissza. A molibdén-szilicid poliszilíciumon való kialakulását valószínűleg az gátolja, hogy a poliszilícium viszonylag nagy koncentrációban oxigént tartalmaz. Az oxigén atomok egy része poliszilícium szemcsék szemcsehatárán helyezkedik el. Ez ahhoz vezethet, hogy a poliszilícium szemcsehatárain egy oxidmembrán alakul ki, amely barriert képez a szilícium diffúziójával szemben. Ez a membrán tehát meggátolja a szilícium atomok molibdénbe való diffúzióját és ezért nem képződik molibdén-szilicid. Az implantáció során a poliszilícium felülete elamorfizálódik és a szemcsehatárok elmosódnak. Egy ilyen szerkezetben az oxidmembrán sem maradhat épen, tehát a hőkezelés során a szilícium atomok diffúziója szabadon megindulhat. Ezt a hipotézist igazolta az a kísérlet is, amikor olyan egykristályra történt a molibdén-gőzölés, amelynek felületén néhány nanométer vastagságu SiO₂ réteg volt. Ebben az esetben már lényeges különbség volt mérhető az implantált és az implantálatlan minták szilicidképződési hőmérsékletében. A kísérletben alkalmazott oxidhatárréteg jól modellezte a poliszilíciumban feltételezett oxidmembrán hatását.

PUBLIKÁCIÓS JEGYZÉK

1. I. DÉZSI, S. FEHÉR, G. FORGÁCS, D. HORVÁTH, E. KÓTAI, A. MANUABA, G. MEZEI, B. MOLNÁR, D.L. NAGY, É. ZSOLDOS: Further localization studies of Co atoms diffused into silicon. Proc. Int. Conf. on Amorphous Systems Investigated by Nuclear Methods, Balatonfüred, Hungary, ed. Zs.Kajcsos, I. Dézsi, D. Horváth, T. Kemény, L. Marczis, D.L. Nagy, Budapest, KFKI, 2, 921 (1981)
2. ZS. KAJCSOS, L. MARCZIS, A. LOVAS, É. KISDI-KOSZÓ, D. KISS, C. SZELES, G. BAUER: Extensive study of metallic glasses by positron annihilation. Ibid. 2, p. 783.
3. I.B. KHAINBULLIN*, E.I. SHTYRKOV*, R.M. BAI AZITOV*, R.A. AGANOV*, T. LOHNER, G. MEZEY, F. PÁSZTI, A. MANUABA, E. KÓTAI, J. GYULAI: Segregation of impurities due to pulsed laser beam annealing. Ibid. 2, p. 955.
4. G. PETŐ, T. LOHNER, J. KANSKI*, J. GYULAI: Investigation of ion-bombarded and annealed Si by UPS and RBS methods. Ibid. 2, p. 1061.
5. Z. HEGEDŰS, J. KIRÁLY, É. KISDI-KOSZÓ, G. SÓS, A. LOVAS: Investigation of aging processes in iron-based metallic glasses. Proc. Conf. on Metallic Glasses: Science and Technology, ed. C. Hargitai, I. Bakonyi, T. Kemény, Budapest, KFKI, 2, 203 (1981)
6. A. LOVAS, L. POTOCZKI*, L. NOVÁK*, É. KISDI-KOSZÓ, K. ZÁMBÓ-BALLA: Thermomagnetic investigations on quasibinary $Fe_{80}TM_3B_{17}$ amorphous alloys. Ibid. 2, p. 87.
7. L. NOVÁK*, É. KISDI-KOSZÓ, L. POTOCZKI*, A. LOVAS: Correlation between technological parameters and induced anisotropy in amorphous Fe-B alloys. Ibid. 1, p. 229.
8. G. PETŐ, J. KANSKI*, A. LOVAS, J. SASVÁRI: The investigation of amorphous-crystalline transition in Fe-B metallic glasses by photoemission. Ibid. 2, p. 311.
9. L. POTOCZKI*, R. MLYNEK*, É. KISDI-KOSZÓ, J. TAKÁCS, P. SAMUELY*: Magnetostriction on magnetic - and stress-annealed Fe-B amorphous alloys. Ibid. 2, p. 101.
10. L. POTOCZKI*, V. KAREL*, É. KISDI-KOSZÓ, L. NOVÁK*, S. LONGAUER*: Crystallization of amorphous Fe-B alloys. Ibid. 2, p. 319.
11. L. VARGA, É. KISDI-KOSZÓ, A. LOVAS: Transversal induction measurements on Fe-B amorphous ribbons. Ibid. 2, p. 131.
12. L. VARGA, A. LOVAS, É. ZSOLDOS, C. HARGITAI, B. FOGARASSY, Á. CZIRÁKI*: Crystallization and relaxation process in the amorphous Fe-B alloys studied by thermopower and diffraction methods. Ibid. 2, p. 355.
13. P. VOJTANIK*, É. KISDI-KOSZÓ, A. LOVAS, L. POTOCZKI*: Correlation between technological parameters and magnetic after-effect in Fe-B. Ibid. 1, p. 247.
14. R.M. BAI AZITOV*, R.V. AGANOV*, I.B. HAIBULLIN*, E.I. STYKOV*, T. LOHNER, G. MEZEI, E. KÓTAI: Analiz segregatsij primesi pri lazernom otzhige. Int. Working on Ion Implantation in Semicond. and Other Materials, ed. M. Setvak. Technical University of Prague, Faculty of Nuclear Science and Physical Engineering, Czechoslovak Academy of Sciences, 1981. Prague, p. 53.

15. T. LOHNER, G. MEZEY, E. KÓTAI, A. MANUABA, F. PÁSZTI, J. GYULAI: Measurements of the degree of amorphousness by channeling and ellipsometry. *Ibid.* p. 125.
16. T. LOHNER, G. MEZEY, E. KÓTAI, A. MANUABA, F. PÁSZTI, J. GYULAI: Damage thickness measurement of ion-implanted Si layers by ellipsometry and channeling. *Ibid.* p. 123.
17. G. MEZEY, F. PÁSZTI, L. POGÁNY, E. KÓTAI, A. MANUABA, T. LOHNER, L. PÓCS: Blistering and exfoliation on gold produced by (1-3.52) MeV energy $^4\text{He}^+$ ions. *Ibid.* p. 97.
18. Z. JUHÁSZ, J. PAITZ, A. SÜVEGES: Continuous Czochralski growth (GGG) of LiTaO_3 single crystals. Proc. European Meeting on Crystal Growth 82, Prague, C 36 p. 199 (1982)
19. B. KESZEI, M. PARDAVI-HORVÁTH: Experimental modelling of fluid flow of LPE. *Ibid.* A-27 p. 47.
20. J. PAITZ, L. GOSZTONYI: Role of impurities on quality of GGG crystals. *Ibid.* C 43 p. 221.
21. J. PAITZ: Methods of automatic crystal growth from the melt. *Ibid.* p. 20.
22. J. VANDLIK: Melt Condition changes effect on magnetic properties of LPE garnet films. *Ibid.* C 78 p. 270.
23. T. LOHNER, G. MEZEY, E. KÓTAI, F. PÁSZTI, I.B. KHAIBULLIN*, E.I. SHYRKOV*, R.M. BAI AZITOV*, R.A. AGANOV*: Characterization of ion-implanted and annealed semiconductor layers by ellipsometry and backscattering spectrometry. Proc. of the Third Microelectronics Conf. of the Socialist Countries, MICROELECTRONICS' 82. Siófok - Hungary, Budapest, KFKI, 1982. p. 47.
24. P. RÉVÉSZ, J. GYIMESI, G. PETŐ, G. VÁLYI: Formation of titanium silicide by thermal annealing at atmospheric pressure. *Ibid.* p. 53.
25. CS. IVÁNYI, M. ANDRÁSI, I. SZABÓ, Sv. SÁNDOR: Properties of magnetron sputtered Al-Si, AlCu films. *Ibid.* p. 55.
26. V. RUDAS, J. GYIMESI, P. RÉVÉSZ, T. LOHNER: Investigation of boron doped polycrystalline silicon-layers. *Ibid.* p. 65.
27. G. PETŐ: Thin film problems in submicron technology. *Ibid.* p. 95.
28. É. VÁZSONYI, M. ANDRÁSI, V. SCHILLER, É. HAJTÓ: Some problems of high resolution pattern transfer. *Ibid.* p. 99.
29. M.A. SZUHÁR: Mathematical simulation of MOS structures. *Ibid.* p. 111.
30. T. MOHÁCSY: Investigation and realization of a binary to decimal decoder based on MOS tree circuits. *Ibid.* p. 137.
31. M. BENKŐ, A. HEGEDŰS, A. JÁVOR, A. TÉBY: Logic and lay-out design in the MICAD system. *Ibid.* p. 169.
32. GY. DROZDY, T. LOHNER, P. RÉVÉSZ, K. TARNAY*, J. GYULAI: Ion implantation process modelling and its verification. *Ibid.* p. 197.
33. J.J. BARA*, A.T. PEDZIWIATR*, W. ZAREK*, M. PARDAVI-HORVÁTH, Z. KUCHARSKI, J. SUWAŃSKI*: Investigations of $\text{Sm}_6/\text{Mn}_{1-x}\text{Fe}_x/23$ system. *J. of Magnetism and Magnetic Mat.* 27, 32 (1982)

34. T. BENKŐ, A. HEGEDŰS, J. BALÁZS: DOLPHIN layout tervező alrendszer. *Mérés és Automatika*, 29, 469 (1981)
35. M. BENKŐ, A. HEGEDŰS, K. TARNAY*: Programozási nyelvek és gyakorlati alkalmazásuk, Budapesti Műszaki Egyetem kiadványa, Budapest (1982)
36. I. BORSOS, A. TÉBY: Automatikus összekötéstervező program integrált áramkörök tervezéséhez. *Mérés és Automatika*, 29, 451 (1981)
37. L. FARKAS, P. SZŐKE: Digital program generator for long time measurement and process control. *Comp. Phys. Comm.* 26, 205 (1982)
38. J. GIBER*, A. SÓLYOM*, L. BORI*, J. GYULAI: Modification of the MISR method with use of implantation of standard elements. *Secondary Ion Mass Spectrometry SIMS III*. ed. A. Benninghoven, J. Giber, G. László, M. Riedel, H.V. Werner, Springer Verlag, 1982. p. 269.
39. L. GRÁNÁSY, A. LOVAS, L. KISS*, T. KEMÉNY, É. KISDI-KOSZÓ: Investigations of magnetic properties and thermal stability of FeFM-B metallic glasses. *J. of Magnetism and Magn. Mat.* 26, 109 (1982)
40. J. GYULAI: Ionimplantation and laser annealing applied to device technology. *Proc. Eur. Phys. Soc. Congress, Istanbul, 1981*. p. 863.
41. J. GYULAI: Recent development in and by Rutherford backscattering studies. *Acta Phys. Hung.* 49, 55 (1981)
42. J. GYULAI, Ü. LENDVAY*, T. GÖRÖG*, M. HÁRSY*, I. GYURÓ*: Az Eötvös program keretében végrehajtott újtechnológiai kísérletek. *A magyar úrkutatás 10 éve*, ed. M. Beöthy, T.I. Gombosi, Budapest, MTA, KFKI, 1981. p. 72.
43. A. HEGEDŰS: Algorithms for Covering Polygons by Rectangles. *Computer-Aided Design*, 14, 257 (1982)
44. A. HEGEDŰS, A. JÁVOR, GY. KAMPIS: Berendezésorientált integrált áramkörök tervezésének software eszközei a MICAD rendszerben. *Alkatrész Szeminárium, Kecskemét, 1982*. p. 30.
45. A. JÁVOR: A MICAD mikroelektronikai számítógépes tervezőrendszer kialakításának főbb szempontjai. *Mérés és Automatika*, 29, 448 (1981)
46. A. JÁVOR: A "MICAD" tervezőrendszer. *Berendezésorientált Integrált Áramkörök Alkalmazása Szeminárium, Pécs, Hungary, 1982*. p. lll.
47. A. JÁVOR: Proposals on the Structure of Simulation Systems. *Discrete Simulation and Related Fields*, ed. A. Jávor, North-Holland, Amsterdam, 1982. p. 9.
48. A. JÁVOR, Á. RÉVÉSZ, P. TÓBIÁS: Simulation System with a Single Core and Several Outer Layers, *Ibid.* p. 65.
49. A. JÁVOR, Á. RÉVÉSZ, P. TÓBIÁS: A Closed-Loop Feedback Controlled Simulation System. *Ibid.* p. 87.
50. A. JÁVOR: Some Thoughts on Discrete Simulation. *Proc. of the 10th IMACS World Congress on System Simulation and Scientific Computation, Montreal*, 2, 165 (1982)
51. A. JÁVOR: Dual Nature of Events in Discrete Simulation. *Ibid.* p. 177.
52. ZS. KAJCSOS, L. MARCZIS, A. LOVAS, É. KISDI-KOSZÓ, D. KISS, CS. SZELES, G. BAUER: Extensive study of metallic glasses by positron annihilation. *Nucl. Instr. Meth.* 199, 327 (1982)

53. P. KERESZTES, D. PACHER: Step-assignment method using decomposition for realizing AHPL-like control sequence descriptions. Computer Hardware Description Languages and Their Applications, ed. M. Breuer, R. Hartenstein, North-Holland Publishing Company, 1981, p. 293.
54. P. KERESZTES: Cellakönyvtáron alapuló áramkör tervezés. Berendezés-orientált Integrált Áramkörök Alkalmazása Szeminárium, Budapest, KFKI, 1982. p. 136.
55. É. KISDI-KOSZÓ, J. DANIEL-SZABÓ*, L. POCZKI*: The physical properties of metallic glasses. Acta Phys. Slov. 31, 61 (1981)
56. É. KISDI-KOSZÓ, L. POCZKI*: Zusammenhang zwischen technologischen parameter und physikalischen eigenschaften amorpher metalle. 14. Metalltagung in der DDR: Amorphe metallische Werkstoffe Dresden, ed. M. Bernhardt, K. Mummert, 1981. p. 372.
57. É. KISDI-KOSZÓ, A. LOVAS, P. VOJTANIK*, M. BOSKOVICOVA*, L. POCZKI*: Magnetic after-effect in quasi-eutectic $Fe_{80}TM_3B_{17}$ metallic glasses. J. of Magnetism and Magn. Mat. 26, 121 (1982)
58. V.G. KLEPARSKII*, I. PINTÉR: Temperature dependence of "saturation" velocity in garnet bubble material. Proc. of Conf. INTERMAG Grenoble, ed. C.E. Patton, M.H. Kryder New York, The Institute of Electrical and Electronics Engineerings Inc. 1981. p. 13.
59. V.G. KLEPARSKII*, I. PINTÉR, G.J. ZIMMER: Domain wall widening in high drive fields. IEEE Transactions on Magnetics, 17, 2775 (1981)
60. V.G. KLEPARSKII*, I. PINTÉR, G. SERFÖZŐ: Temperature Dependence of the Damping Parameter on Moving Domain Walls in Ferrite Garnet Film. Phys. Stat. Sol. (a) 70, K 101 (1982)
61. V.G. KLEPARSKII*, I. PINTÉR: Dinamika diffuznyh domennyh granits v plenkah ferritov-granatov. Fiz. tverd. tela, 24, 2445 (1982)
62. V.G. KLEPARSKII*, I. PINTÉR: Domain wall widening in high drive fields. Phys. Stat. Sol. (a), 67, K 29 (1981)
63. E. KÓTAI, G. MEZEY, T. LOHNER, A. MANUABA, F. PÁSZTI, J. GYULAI: Enhanced sensitivity and depth resolution of oxygen detection combining resonance scattering and tilted target methods. Nucl. Instr. Meth. 180, 619 (1981)
64. N.I. KULIKOV*, E.T. KULATOV*, L.I. VINOKUROVA*, M. PARDAVI-HORVÁTH: Electronic band structure and magnetic order in FeRh. J. Phys. F: Met. Phys. 12, L91 (1982)
65. T. LOHNER, G. MEZEY, E. KÓTAI, F. PÁSZTI, L. KIRÁLYHIDI, G. VÁLYI, J. GYULAI: Ellipsometric and channeling studies on ion-implanted silicon. Nucl. Instr. Meth. 182/183, 591 (1981)
66. T. LOHNER, G. VÁLYI, G. MEZEY, E. KÓTAI, J. GYULAI: The Role of Surface Cleaning in the Ellipsometric Studies of Ion-Implanted Silicon. Radiation Effects, 54, 251 (1981)
67. T. LOHNER, G. MEZEY, E. KÓTAI, A. MANUABA, F. PÁSZTI, A. DÉVÉNYI, J. GYULAI: An investigation of ion-bombarded silicon by ellipsometry and channeling effect. Nucl. Instr. Meth. 199, 405 (1982)
68. A. LOVAS, L. POCZKI*, L. NOVÁK*, É. KISDI-KOSZÓ: Structural relaxation in amorphous metallic glasses studied by the change of Curie temperature. IEEE Transactions on Magnetics, 17, 2712 (1981)

69. A. LOVAS, É. KISDI-KOSZÓ, K. ZÁMBÓ-BALLA, L. POTOCZKI*, L. NOVÁK*: Magnetic properties of quasi-binary $\text{Fe}_{80}\text{T}_3\text{B}_{17}$ amorphous alloys. Acta Phys. Slov. 31, 117 (1981)
70. A. MANUABA, F. PÁSZTI, L. POGÁNY, M. FRIED, E. KÓTAI, G. MEZEY, T. LOHNER, A. LOVAS, L. PÓCS, J. GYULAI: Comparative study on $\text{Fe}_{32}\text{Ni}_{36}\text{Cr}_{14}\text{P}_{12}\text{B}_6$ metallic glass and its polycrystalline modification bombarded by 2000 keV helium ions with high fluence. Nucl. Instr. Meth. 199, 409 (1982)
71. G. MEZEY, S.M. MATTESON*, J. GYULAI: High-dose Ge implantation into $\langle 100 \rangle$ Si. Nucl. Instr. Meth. 182/183, 587 (1981)
72. G. MEZEY, F. PÁSZTI, L. POGÁNY, A. MANUABA, M. FRIED*, E. KÓTAI, T. LOHNER, L. PÓCS, J. GYULAI: Blistering and exfoliation on gold by (1-3.52) MeV helium particles. Ion implantation into metals, ed. V. Ashworth et al., Pergamon Press. Oxford and New York, p. 293 (1982)
73. S. NORRMAN*, T. ANDERSSON*, G. PETŐ, S. SOMOGYI*: Quantitative evolution studies of particle separation, size and shape for vapour-deposited ultrathin gold films on glass substrates. Thin Solid Film, 77 359 (1981)
74. L. NOVÁK*, L. POTOCZKI*, É. KISDI-KOSZÓ, A. LOVAS: Induced anisotropy in Fe-B amorphous alloys. Acta Phys. Slov. 31, 101 (1981)
75. L. NOVÁK*, L. POTOCZKI*, S. ULICIAŃSKY*, É. KISDI-KOSZÓ, A. LOVAS, J. TAKÁCS, R. MLYNEK*: Magnetic and stress annealing of $\text{Fe}_{80}\text{T}_3\text{B}_{17}$ amorphous alloys. J. Magnetism and Magnetic Materials 26, 118 (1982)
76. M. PARDAVI-HORVÁTH: Defects and their avoidance in LPE of garnets. Prog. Crystal Growth Charact. 5, 175 (1982)
77. F. PÁSZTI, L. POGÁNY, G. MEZEY, E. KÓTAI, A. MANUABA, L. PÓCS, J. GYULAI, T. LOHNER: Investigations on blistering and exfoliation in gold by 3.52 MeV helium ions. Journal of Nuclear Materials, 98, 11 (1981)
78. F. PÁSZTI, G. MEZEY, E. KÓTAI, T. LOHNER, A. MANUABA, J. GYULAI, L. PÓCS: Surface impurity loss during MeV $^{14}\text{N}^+$ ion bombardment. Nucl. Instr. Meth. 182/183, 283 (1981)
79. F. PAVLYÁK, D. MARTON, T. LOHNER, J. GYIMESI, V. RUDAS: The boron content of CVD-grown polysilicon layers determined by SIMS method. Materialprobleme und Analysenmethoden, 26. Intern. Wiss. Koll. TN Ilmenau 1981, ed. Prof. Dr. Ing. Linnemann, Ilmenau, NDK, p. 81 (1981)
80. G. PETŐ, GY. ZIMMER: Dependence of signal-to-noise ratio on the shape anisotropy of magnetic bubble detectors. IEEE Transactions on Magnetics, 17 2665 (1981)
81. G. PETŐ, J. KANSKI*: Photoemission spectra of ion implanted amorphous Si and $\text{Fe}_{84}\text{B}_{16}$ metal glass. Solid State Communications, 38, 377 (1981)
82. Á. PÉTER*, É. ZSOLDOS, I. FÜLDVÁRI: An X-ray topographic study on paratellurite single crystals. Proc. Hungarian Diffraction Conf. 82, Győr, Hungary, p. 138 (1982)
83. L. POGÁNY, M. PARDAVI-HORVÁTH: Magnetic contrast due to interaction between leakage field of magnetic domains and primary electron beam. Proc. of the 10th ICEM 82, Hamburg p. 360.

84. L. POTO CZKI*, V. KAREL*, L. NOVÁK*, S. LONGAUER*, É. KISDI-KOSZÓ:
Amorphous-crystalline transformation of Fe-B alloys. Acta Phys. Slov. 31, 97 (1981)
85. L. POTO CZKI*, P. SAMUELY*, R. MLYNEK*, É. KISDI-KOSZÓ, J. TAKÁCS:
Magnetostriction properties of amorphous Fe-B alloys. Acta Phys. Slov. 31, 105 (1981)
86. L. POTO CZKI*, L. NOVÁK*, A. LOVAS, É. KISDI-KOSZÓ, J. TAKÁCS:
Magnetic properties of Fe-B amorphous alloys containing rare earth additives. J. of Magnetism and Magn. Mat. 26, 112 (1982)
87. GY. RÉVÉSZ, P. TÓBIÁS: A LOBSTER digitális logikai szimulációs alrendszer. Mérés és Automatika, 29, 455 (1981)
88. A. RIBÉNYI, F. VAJDA: Elektronikus berendezések tervezése korszerű mikroelektronikai bázison. Berendezésorientált Integrált Áramkörök Alkalmazása Szeminárium Pécs, Hungary, 1982. p. 1.
89. A. RIBÉNYI, GY. ZIMMER: Mikroelektronikai technológiák alapjellemezői. Ibid. p. 13.
90. M. SZUHÁR: Accurate interface handling for mathematical simulation of MOS devices. Solid State Electronics 27, 963 (1982)
91. K. TARNAY*, GY. DROZDY, F. MASSZI*, P. BAJI*, T. RANG*, J. MIZSEI*, B. KOVÁCS: A STEP félvezető-technológiai szimulációs program. Mérés és Automatika, 29, 460 (1981)
92. G. VÁLYI, V. SCHILLER, J. GYIMESI, J. GYULAI: Analysis of Chemical Processes of Plasma Etching. Thin Solid Film, 76, 215 (1981)
93. L.I. VINOKUROVA*, A.V. VLASOV*, N.I. KULIKOV*, M. PARDAVI-HORVÁTH:
Pressure-induced antiferromagnetism in ferromagnetic Fe_{51,5}Rh_{48,5} alloy. J. of Magnetism and Magnetic Mat. 25, 201 (1981)
94. P. VOJTANIK*, L. POTO CZKI*, M. BOSKOVICOVA*, É. KISDI-KOSZÓ, A. LOVAS: Influence of the quenching conditions on the magnetic aftereffect in Fe-B metallic glasses. Acta Phys. Slov. 31, 109 (1981)

ATOMENERGIA
KUTATÓ INTÉZET
(AEKI)

Atomenergia kutatások több mint husz éve folynak intézetünkben. A kezdeti, alapkutatás jellegű munkák, amelyek a kísérleti reaktort és különböző szubkritikus és zéró teljesítményű rendszereket használtak fel, fokozatosan fejlődtek - a hazai atomenergia gyakorlati igényeinek kielégítésére - VVER típusu reaktorok neutronfizikai és termohidraulikai fejlesztésével kapcsolatos alkalmazott kutatásokká. Így sikerült a működő atomerőművek diagnosztikai vizsgálatára és üzemellenőrzésére alkalmas módszereket is kifejleszteni, kiegészítve a szorosan vett reaktorfizikai módszereket elektronikai, sugárvédelmi és kémiai kutatásokkal is. Ennek a fejlődésnek a legutóbbi két évre eső szakaszáról számolunk be a következőkben.

REAKTORFIZIKA

A reaktorfizikai kutatások az Ideiglenes Nemzetközi Kutató Kollektiva keretei között folynak. (Résztevői: Bulgária, Magyarország, NDK, Kuba, Lengyelország, Románia, Szovjetunió, Csehszlovákia, Vietnam és Finnország.) A kutatások keretében folytatódtak a VVER-típusú fűtőelem-rácsok fizikai paramétereinek meghatározására irányuló mérések. A mérések legfontosabb jellegzetessége, hogy a reaktorfizikai paramétereket a hőmérséklet függvényében (130 °C-ig) mérjük. E hőmérsékleti tartomány érdekessége, hogy a számítások és a mérések között itt tapasztaljuk a legnagyobb eltéréseket, úgyhogy ezek a mérések különösen alkalmasak a számítóprogramok és csoportállandó könyvtárak ellenőrzésére.

1982 végére fejeződött be a Kollektiva eredményeit összefoglaló kiadvány I. kötetének a szerkesztése. (A megjelenés 1983 folyamán, a sokoldalú egyeztetés után várható.) Ez a kötet a szobahőmérsékleten végzett mérések eredményeit foglalja össze. A közölt eredményeket a primér mérési adatok konzekvens statisztikai kiértékelésével kaptuk. Az eredmények analízise alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy e kötet összeállítása során egy konzisztens, nagy pontosságú, a számítási programok ellenőrzésére alkalmas adatsor jött létre. A jelenleg folyó mérések hasonló összefoglalása 1985 után várható.

A Kollektiva keretén belül folyik egy moduláris programrendszer fejlesztése a VVER-1000 típusu atomerőmű leírására és a vele kapcsolatos alkalmazott számítási feladatok elvégzésére. A rendszer teljes kidolgozása a tervek szerint 1985-ben fejeződik be.

Az eddigiekben a munka első fázisa zárult le: létrejött a programrendszer alapváltozata. A rendszert alkotó programok egy sztenderd inputtal és outputtal ellátott modulokat tartalmazó könyvtárban tárolódnak, ahonnan vezérlő program hívja le őket a szükséges számításoknak megfelelő sorrendben. A számítások input és output adatai sztenderd file-okban tárolódnak. A kifejlesztés alatt álló programrendszer bizonyos változtatásokkal alkalmassá tehető a VVER-440 típusu atomerőművekkel kapcsolatos számítások elvégzésére is.

Ennek a rendszernek a moduljaival végeztük el a KFKI kutatóreaktorának a rekonstrukciójához szükséges számításokat is.

A számítórendszer lényeges eleme a nukleáris adatkönyvtár. Az elmúlt két évben az ENDF/B file csoportállanó könyvtárrá való feldolgozása történt meg. Ez az új könyvtár részben a FEDGROUP, részben új programok (PEANICO, RECENT-SIGMAL, CERES) felhasználásával jött létre. Tesztelése két lépésben történik. Először Monte Carlo számításokkal vetettük össze, és jó egyezést kaptunk. A második lépés a következőkben fog megtörténni: az új könyvtár felhasználásával végigszámoljuk a ZR-6 mérések eredményeit.

REAKTORDIAGNOSZTIKA

A reaktordiagnosztikai kutatások célja olyan mérési módszerek és eszközök létrehozása, amelyek lehetővé teszik az atomerőmű meghibásodásának korai fázisban, az üzemzavar fellépte előtti felismerését. A kutatások részben a ZR-6 kritikus rendszeren, részben a Rheinsbergi Atomerőműben (NDK) folytak (az utóbbi egy négyoldalú, csehszlovák-német-magyar-szovjet együttműködés keretében). A Rheinsbergi Atomerőmű kísérleti kazettáján a hűtőközeg forrását és a zónán belüli rezgéseket vizsgáltuk. A reaktorban megfigyelt hőmérsékleti fluktuációkról sikerül megmutatni, hogy ezek fő forrása a bejövő hűtőközeg paramétereinek a fluktuációja. A fluktuációk fázisából meg tudtuk határozni a hűtőközeg áramlási sebességét. A hűtőközeg forgalmának a csökkenése esetében olyan jelenségeket tudtunk megfigyelni, amelyeket korábban csak forralóvízes reaktorokban találtak. A reaktortartály körül elhelyezkedő ionizációs kamrák jeleinek az alapján meg tudtuk mutatni, hogy a zónatartó kosár rezeg, ezt pedig a főkeringető szivattyú okozta.

Az atomerőműben végzett zajmérések interpretációját nehezíti az a körülmény, hogy ott számos effektus egyszerre figyelhető meg. Ezért e tekintetben előnyösebb lehet a ZR-6 kritikus rendszer, mert itt jobban kézben tudjuk tartani a különböző zajforrásokat. A ZR-6 kritikus rend-

szerbe egy hurkot építettünk, amelyben - egy hétrudkőteg belsejében - valódi vízforrást idéztünk elő. Az így létrejött forrás statisztikáját és spektrumát egy száloptikai megfigyelő rendszerrel vizsgáltuk. Reaktorban hasonló kísérletekről nem tudunk, úgy hogy ezek a kísérletek világviszonylatban is uttörőnek számítanak. A mérések megmutatták, hogy a kezdődő forrás megfigyelésére a termopároknál a száloptika alkalmasabb. A forrás okozta buborékok száloptikai megfigyelésével egyidejűleg természetesen a szokásos módon mértük a neutrondetektorok zajspektrumát is. Azt tapasztaltuk, hogy a forrás kialakulásával párhuzamosan a spektrumok fokozatosan kiszélesednek. Ennek, és más, a forrás megjelenésével és a buborékok szétpattanásával kapcsolatos jelenségeknek meg tudtuk adni az elméleti magyarázatát.

A reaktordiagnosztikai kutatások fontos alkalmazását jelenti a Paksi Atomerőmű I. blokkjához megépített diagnosztikai rendszer, amelynek az üzembehelyezése a blokk üzembehelyezésével párhuzamosan folyik. A rendszer feladata kezdetben az erőmű megfigyelése lesz. Az első időben szerzett tapasztalatok alapján fogjuk tudni kidolgozni a jelenségek értelmezéséhez szükséges elméletet, és ez a mérőrendszerrel együtt fog egy valódi diagnosztikát lehetővé tenni. A fentebb leírt kísérleti és elméleti vizsgálatok ennek az alapjául szolgálnak.

TERMOHIDRAULIKA

A termohidraulikai kutatások alapvető berendezése a Nagynyomású Vizes Hurok (NVH) berendezés, amely lehetővé teszi a VVER-440 és VVER-1000 típusú atomerőművek belsejében normál-üzemi és baleseti körülmények között lejátszódó folyamatok modellezését. A kutatások az MTA, a szovjet Atomenergia Bizottság és az OKB Hidropress közötti együttműködési szerződés keretében folynak. A mérések során részletesen vizsgáltuk a köteggel perforációjának az áramlási és hőmérsékleti viszonyokra, valamint a kritikus hőfluxusra gyakorolt hatását. A vizsgálatok eredményeképpen ajánlásokat tudunk kidolgozni a perforáció mértékére és elhelyezésére vonatkozóan, továbbá létrejött a PUCSOK-3C program, ami szovjet döntés alapján bekerül a VVER-1000 típus tervezésére ajánlott eszközök tárába. Különböző mérőszakaszokon vizsgáltuk a kritikus hőfluxust stationer és instacioner viszonyok között a hidraulikai jellemzők egyidejű kimérésével. A ZR-6-hoz hasonlóan az NVH-berendezésen is folytak és a jövőben is folyni fognak diagnosztikai témájú mérések. Ezeknek közvetlen célja a Rheinsbergi Atomerőmű kísérleti kazettáján alkalmazható mérési módszerek kipróbálása.

Polyamatban van a Paksi Modell Kísérlet megnevezésű berendezés (PMK) létesítése. Ez a Paksi Atomerőmű primer körének termohidraulikai szempontból hű modellje lesz, anélkül a szekunder kör szerepét a

jelenlegi NVH berendezés fogja játszani. A PMK tervezéséhez és a modell hűségét biztosító méretek, paraméterértékek meghatározásához részletes számításokat végeztünk.

A termohidraulikai programrendszer legtöbbet használt programja a RELAP programcsalád RELAP4 MOD3 programja. Jelenleg ez a programverzió szolgál a biztonsági analízis alapjául, amikor a primerkör különböző mértékű sérülésének következményeit vizsgáljuk. Számításokat végeztünk a hidroakkumulátorok és az üzemzavari hűtőrendszer szerepének tisztázására. A korábban kifejlesztett csatolt dinamikai kóddal megvizsgáltuk a xenonlengéseknek és a szabályozókazetta kilökődésének a biztonságra gyakorolt hatását. A termohidraulikai programrendszer továbbfejlesztése két irányban történik: a fűtőelem viselkedésének és a hermetikus tér belsejében uralkodó viszonyoknak a vizsgálata irányában.

Elvégeztük a Paksi Atomerőmű I. blokkjának indításához szükséges termohidraulikai méréseket. E mérések az üzembehelyezés különböző fázisaiban a továbbhaladáshoz szükséges engedély alapjául szolgáltak, összességükben pedig létrehozzák azokat az adatokat, amelyek a reaktorblokk biztonsági jelentésének - megvalósult adatok alapján történő - elkészítéséhez szükségesek. A mérések megmutatták, hogy a reaktorblokk különböző paraméterei megfelelnek a műszaki követelményeknek. Az alapfeladaton kívül a mérések során egy sor mérés technikai és kiértékelési problémát is megoldottunk, amelyek gazdagították a VVER-típusú reaktorok metodikáját.

REAKTORELEKTRONIKA

A reaktorelektronikai kutatások az elmúlt két évben részben a Paksi Atomerőművel álltak összefüggésben, részben általánosabb atomenergetikai témákra irányultak.

Eredetileg a Paksi Atomerőmű tartályának és egyes berendezéseinek a vizsgálatára fejlesztettük ki az akusztikus emissziós módszert. Létrehoztunk egy 4-csatornás berendezést, jelenleg folyik egy 32-csatornás rendszernek a fejlesztése. Az eddig elvégzett vizsgálatok alapján lehetővé válik a roncsolásmentes anyagvizsgálat e jól alkalmazható ágának a továbbfejlesztése. Az atomerőművi alkalmazásokkal párhuzamosan egyéb területeken is jól használhatónak bizonyult a módszer, például közetvizsgálatok céljára.

Az atomerőművel összefüggő másik terület az alarm-analízis. Ennek keretében tovább folytatódik az off-line ok-kutatásra alkalmas számítógépi program kidolgozása. A meglévő program-modulok lehetővé teszik az üzemzavarra vezető ok-kombinációk meghatározását. A program működését a térfogatkompenzátor szintcsökkenésének a példáján próbáltuk ki.

A VVR Sz-M kutatóreaktor korábban kifejlesztett számítógépes reaktorirányító rendszerét továbbfejlesztettük ikerprocesszoros rendszerre.

A rendszerhez elkészült egy új, logaritmikus teljesítményszabályozó, amelyet sikerrel próbáltunk ki a kutatóreaktoron. A kutatóreaktoron szerzett know-how értékesítését jelentette a Tajura-ban (Libia) a Szovjetunió által épített kutatóreaktor számítógépes adatgyűjtő rendszere, amelyet 1981-ben adtunk át.

A korábbi években kifejlesztett Nukleáris Ipari Műszer családot (NIMCS) átadtuk gyártásra a Gamma Műveknek. Időközben néhány új egységet hoztunk létre, köztük egy analóg reaktivitásmérő egységet, amelyet több helyen sikerrel kipróbáltunk. A NIMCS egységekből több nagyobb rendszert állítottunk össze: a finn TRIGA reaktor rekonstrukciójához szállítottunk egy mérőösszeállítást, ilyen egységekkel ujitottuk fel a BME tanreaktorának és a ZR-6 kritikus rendszernek az irányítórendszereit. A Paksi Atomerőmű fizikai indításának céljaira építettük a Reaktorfizikai Paraméter Monitorozó (RPM) rendszert. Segítségével több jel regisztrálható egyszerre, amelyek alapján különböző reaktivitástényezők határozhatók meg on-line (hőfoktényező, teljesítménytényező, bórsavtényező, szabályozó rud differenciális értékesége stb.). A rendszert sikerrel próbáltuk ki Bohunicében, Kozlodujban és legutóbb Pakson. Ez a rendszer egyesítette magában a reaktivitásmérésben, a reaktorfizikai kísérletekben és a műszerépítésben szerzett ismereteinket.

A hagyományosan művelt korrelációs méréstechnikáknak egy atomerőművi alkalmazását találtuk a Paksi Atomerőműnél: a primérvízvezetékben áramló víz gamma-aktivitásának a mérésével a korrelációs sebességmérési technika lehetővé tette az erőmű kontaktmentes forgalom-mérését. Ezzel az egyedülálló eredménnyel jelentősen pontosabbá tettük a reaktor hőteljesítményének a mérését.

KÉMIA

A Paksi Atomerőművel összefüggésben három fő témakörben folytattunk kutatásokat: korrózió, reaktorkémia és vizanalitika. Vizsgáltuk a korrózió eredményeképpen a vízbe kerülő termékek mennyiségét, ezek megoszlását az ionos és diszperz állapot között, valamint a kolloidális állapotú korróziós termékek szemcseméret-eloszlását. A korróziós közegbe kerülő termékek mennyiségének a mérésére radioaktív indikációs módszert, a korróziós termékek szemcseméret-eloszlásának a mérésére ülepedési sebességen alapuló módszert dolgoztunk ki.

A vízkémia területén végzett munkák a nukleáris minőségű ioncserélő anyagok vizsgálatára terjedtek ki. Vizsgáltuk a nukleáris minőségű kationcserélő gyanták cézium-szelektivitását, és megállapítottuk azokat a körülményeket, amelyek mellett az ún. céziumszelektív kationcserélőknek primérvíz részáramu viktisztítóban való alkalmazása már indokolt.

Módszert dolgoztunk ki a primérvízben lebegő részecskék sokoldalú analitikájára. A kidolgozott módszert már alkalmazzák is az erőmű primérvízéből vett minták vizsgálatára.

Az új energiaforrások kutatására irányuló vizsgálataink a hidrogén-energetikával állnak kapcsolatban.

Meghatároztuk az atomi H koncentrációtól függő diffúziós koefficienseket WO_3 vékonyrétegben és az eredményeket a perkolációs modell egy változatával értelmeztük. Elméletet dolgoztunk ki a diffúziós koefficiens koncentrációfüggésére és diszperziójára kölcsönösen akadályozott diffúzió (blocking) esetén.

Fototranziensek mérése útján meghatároztuk az n típusú félvezető vas-oxid/vizes oldat határfelületén végbemenő töltésinjekció természetét. Tanulmányoztuk ennek a rendszernek és más félvezető elektródoknak (TiO_2 , WO_3) frekvenciától függő impedanciáját és kimutattuk, hogy a tapasztalatokat két, állandó fázisszögű impedanciát tartalmazó helyettesítő körrel lehet leírni. Meghatároztuk a helyettesítő kör valamennyi paraméterének a kísérleti körülményektől való függését.

Mikroinhomogén rendszerek (micellák) felületi töltéssűrűségét tanulmányoztuk pozitron annihiláció segítségével.

Kihasználva a reaktor közelségét és a nukleáris kémiai felszereltségünket, folytattuk izotópkémiai és forrázatómkémiai kutatásainkat. Kísérleti és elméleti módszerekkel tanulmányoztuk kloroform, bromoform és vizes oldatok gőznyomás izotóp effektusát; az eredmények lehetőséget nyújtottak a kondenzált fázisban végbemenő molekuláris mozgások alaposabb leírására.

Nagyenergiájú klór, jód és asztácium atomok kiváltotta kémiai átalakulások kinetikáját tanulmányoztuk és meghatároztuk a folyamatok mechanizmusát, különös tekintettel a reaktánsok töltéssűrűségére. Meghatároztuk egy sor At vegyületben a C-At kötés energiáját. Mössbauer spektroszkópia és ciklikus voltammetria segítségével felderítettük néhány ferrocén származék struktúrájának részleteit.

SUGÁRVÉDELEM

A külső és a belső sugárterhelés személyi dozimetriája terén kutató munkánk az új ICRP ajánlásoknak megfelelő dózisindex és effektív dózis-egyenérték meghatározására irányult.

Különböző termolumineszcens dózismérők neutron érzékenységet széles energiatartományban vizsgáltuk. Neutron-alfa magreakción alapuló személyi nyomdozimétert fejlesztettünk ki. Termolumineszcens és nyomdoziméterek segítségével homogén elliptikus fantomban mértük a dóziseloszlást különböző neutron-gamma kevert sugárterekben és meghatároztuk a doziméter jelzés és a neutron dózisindex konverziós tényezőket.

Az egésztestszámlálóhoz hosszanti és keresztirányu kétoldali scannelő detektort építettünk és elvégeztük több kollimátor felbontóképességének vizsgálatát. A berendezéssel a belső sugárterhelést szervenként tudjuk meghatározni és módunk van az effektív dózisegységérték kiszámítására is. A belső terhelés meghatározására számítógépes rekeszmodell rendszereket fejlesztettünk, melyek az egésztestszámlálóval mért értékekkel csatolhatók, és ebből az inkorporáció mechanizmusára is lehet következtetni.

A Paksi Atomerőmű általunk tervezett és megépített környezetellenőrző rendszerét külön részletesen ismertetjük. Az 1982 szeptemberében üzembehelyezett folyamatos mérőrendszer adatainak számítógépes feldolgozása, az eredmények értelmezése a jelenleg folyó egyik leglényegesebb munkánk.

Uj, extrém érzékeny in situ mérési módszereket fejlesztünk, hogy az atomerőmű legtöbb esetben rendkívül kis radioizotóp kibocsátása által létrehozott környezeti dózist meghatározhassuk és ebből a terjedési modellek paramétereit pontosíthassuk.

Számos nemzetközi összehasonlító vizsgálatban vettünk részt, melyek módszereink megbízhatóságát bizonyították.

A Szaljut-6, majd a Szaljut-7 űrállomások különböző pontjain a kozmikus sugárzás dózisértékét a néhány hónapos expozíció után visszahozott termolumineszcens doziméterekkel rendszeresen mérjük. Űrhajósok újabb mérései bizonyították, hogy az időközben a Szaljut űrállomások rendszeresített műszerei közé számítógépes Pille fedélzeti termolumineszcens dózismérő kiértékelő megbízhatóan működik.

A kozmikus sugárzás minőségi tényezőjének meghatározására szolgáló félvezető detektoros teleszkóp terveinek elkészítéséhez elméleti vizsgálatokat végeztünk, melynek eredményeként az optimális elrendezés tervezését megkezdtük.

- * -

A következőkben két témát részletesebben is kifejtünk.

Végül meg szeretnénk még jegyezni, hogy az intézet jellegéből kifolyólag eredményeink elsősorban kutatási jelentésekben, belső riportokban dokumentálódnak, azaz olyan formában, ami a hivatalos nomenklatura szerint nem számít publikációnak. Az alább következő összefoglaló irodalomjegyzék tehát korántsem tükrözi az Intézet teljes eredmény spektrumát.

TÖLTÉSTRANSZPORT ÉS NAPENERGIA-ÁTALAKÍTÁS

Nyikos L.

A munka, amelyről itt beszámolunk, a félvezető/elektrolit határfelületek vizsgálatával foglalkozik. Az ilyen rendszerek alkalmasak arra, hogy a napsugárzás fényenergiáját közvetlenül kémiai energiává alakítsuk. Olyan kísérleti eredményekről számolunk be, amelyek ezen kérdéskör közvetlen vizsgálatához kapcsolódnak, és olyan elméleti modelleket mutatunk be, amelyek - természetük szerint - általánosabb érvényűek. A cikk három részre oszlik: bevezetésként vázoljuk a napenergia kémiai átalakításával kapcsolatos kérdéseket, majd kísérleti eredményeinkről számolunk be, végül elméleti összefüggések vizsgálatával foglalkozunk.

Fujishima és Honda uttörő munkája¹ óta a napsugárzás előidézte kémiai reakciók intenzív kutatás tárgyává váltak. Ha egy félvezetőt elektrolitba merítünk, spontán kialakul ugyanis egy Schottky-átmenethez hasonló struktúra, amelynek elektrosztatikus tere a fény által keltett elektron-lyuk párokat szeparálja az un. kiürülési rétegben. (A félvezetőt a konkrétág kedvéért mindvégig n-típusúnak tekintjük.) Rendszerint lyukak érkeznek ki a határfelületre, és az a részük, amelyik elkerüli a rekombinációt, az elektrolitba injektálódik, a lyukat befogó oldatbeli molekula tehát oxidálódik. Az elektronok a külső áramkörön keresztül az ellenelektródból injektálódva, ott redukciót hoznak létre.

Ennek a redoxreakciónak pl. (vizbontásnak) a hozamát optimalizálni akarjuk, azaz olyan feltételeket kell biztosítani, hogy a kémiai konverzió hatásfoka maximális legyen. Ezt számos faktor befolyásolhatja. A félvezető tiltott sávjának illeszkednie kell a napspektrumhoz: az optimális (kb. 1,5 eV) sáv szélességű anyagok azonban az elektrolitokban korrózióra hajlamosak, az ilyen körülmények között stabil félvezetők viszont csak a spektrum ultraibolya részében érzékenyek. A félvezető szennyezettségének elég alacsonynak kell lenni ahhoz, hogy széles tértöltési réteg alakulhasson ki, de elég magasnak ahhoz, hogy a soros ellenállás kis érték maradjon. A lyukak diffúziós hossza és a tértöltési réteg vastagsága együttesen olyan nagyságrendű legyen, mint a fény behatolási mélysége. A sávfelhajlás (flat band potential) lehetőleg minél nagyobb legyen, hogy a reakciók külső előfeszítés nélkül is lejátszódhassanak. Hasonlóan fontos az elektrolit összetétele: biztosítani kell a rendszer stabilitását, esetleg önregenerációját, lehetőleg nagy injekciós sebességet, elegendően negatív flat band potenciált, s.i.t. A felületi állapotok, amelyek a határrétegben elkerülhetetlenül jelen vannak, nem lehetnek hatékony rekombinációs centrumok. Ha az energiaátalakító rendszer gyakorlati célokat kíván szolgálni, a félvezető nem lehet drága vagy nehezen előállítható.

Ahhoz, hogy a fenti, részben egymásnak ellentmondó követelmények mellett ésszerű kompromisszumot kereshessünk, elengedhetetlenül szükséges, hogy pontosan megismerjük a határrétegben zajló folyamatokat. A régebbi vizsgálatok elsősorban a félvezetőfizikai módszerek különböző változatait használták. Az átmenet differenciális kapacitásának mérésével fontos félvezető paramétereket: a szabad töltéssűrűséget és a sávfelhajtás mértékét határozták meg a Mott-Schottky modell segítségével. Hamarosan világossá vált azonban, hogy a töltésátmenet kinetikája is fontos szerepet játszik, és a határfelületek vizsgálatához komplex módszerekre van szükség. Az ilyen típusú vizsgálatok legjobb eszköze az elektrokémiai impedancia-analízis.

Mivel a legtöbb, perspektivikusan a gyakorlatban is felhasználható félvezető amorf struktúrájú, a bennük zajló transzportfolyamatok rendkívül bonyolultak lehetnek. Szembetűnő jele ennek pl. az, hogy a diffúzió-koefficiensek diszperziót - azaz frekvenciafüggést - mutathatnak, vagy - kölcsönható részecskék esetén - függhetnek a diffundáló részecske koncentrációjától is.

Különböző modellrendszerekben egy sor kísérletet végeztünk a fentebb körvonalazott kérdések vizsgálatára. Valamennyi modellanyag, a termikusan növesztett vagy egykristályos hematit, a titán-dioxid, a kadmium-szulfid és -tellurid, a gallium-arsenid, vagy a wolfram-trioxid értékes tulajdonságokkal rendelkezik a perspektivikus felhasználás szempontjából.

A kísérleti elrendezésekben standard háromelektrodos elektrokémiai cellákat használtunk, és valamennyi mérést potenciosztatikus körülmények mellett végeztük. Különlegesen gyors, nagyteljesítményű potenciosztátókat építettünk. Forgókorongelektrod használatával kimutattuk, hogy a vizsgált folyamatokban az elektrolitban zajló diffúzió elhanyagolható szerepet játszik. A nagyfrekvenciás mérésekhez egy alkalmasan módosított referencia-elektrodot használtunk.

A kísérleti elrendezések lehetővé tették az áram-feszültség karakterisztikák felvételét sötétben, valamint szaggatott, pulzált vagy állandó, fehér vagy monokromatikus megvilágítás mellett, különböző elektródpotenciálokon, fényintenzitásnál, az elektrolit különböző összetétele mellett, stb.

A fotoelektrokémiai impedanciákat háromféle elrendezésben mértük. Az első egy potenciosztatikusan kontrollált nagy pontosságú impedanciahidből, hangolható oszcillátorból és szelektív, nagyérzékenységű detektorból állt. Az elektródpotenciál szinuszos perturbációját kT/e (termikus energia/elemi töltés) nagyságánál kb. egy nagyságrenddel kisebbre választottuk. A második elrendezésben a perturbációra adott áramválaszt gyors áramerősítőbe vezettük, és a párhuzamos és merőleges komponens nagyságát lock-in erősítővel vagy vektorvoltmérővel mértük.

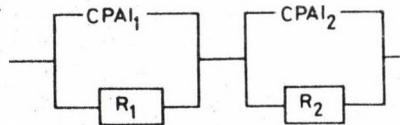
A harmadik elrendezést alacsony frekvenciákon (1 Hz alatt) használtuk: egy kétcsatornás tranziens rekorder által rögzített potenciál- és áramgörbét Lissajous módszerével értékeltük. Mindhárom elrendezésben gondosan minimalizáltuk a szórt kapacitásokat és a szisztematikus hibák eliminálása után passzív elemekből épített műcellák segítségével alapos kalibrációt végeztünk. A mért impedanciaspektrumokat bonyolult dekompozíciós módszerekkel numerikusan analizáltuk, melynek során teljes hibaanalízist is végeztünk.

Ennek eredményeként a jelenség teljes fenomenológiai leírásához jutottunk. A fotoáram függése a redukáló anyag koncentrációjától arra engedett következtetni, hogy a lyukinjekció és a rekombináció között kompetíció játszódik le. A relatív sebességi állandókat különböző redukálószer-
elektródpotenciálok és megvilágítási szintek esetén mértük meg. A fénymodulációs mérések arra az eredményre vezettek, hogy a lyukak közvetlenül a vegyértéksávból, és nem a felületi állapotokon keresztül injektálódnak az elektrolitba².

Az impedanciaanalízisből az 1. ábrán látható ekvivalens hálózat adódott. A konstans fázis-

szögű impedanciák (CPAI-k) $Z = \sigma(i\omega)^{-\alpha}$ alakú frekvenciafüggést mutatnak, ahol α 0 és 1 közötti törtszám. A hálózatban nincs egyetlen kapacitás sem: ez arra utal, hogy a széles körben alkalmazott Mott-Schottky modell esetünkben nem használható. A tértöltési réteg impedanciája CPAI formájú, és σ paraméterének potenciálfüggése emlékeztet ugyan a Mott-Schottky viselkedésre, de a mérések világosan jelzik, hogy a Mott-Schottky modell továbbfejlesztésére van szükség³. Az általános válasz elmélete⁴ az elméleti analízis jó kiindulópontja lehet.

A másik diszperzív folyamat (amelyet a CPAI₁ reprezentál), határozottan nem határfelületi jellegű, mivel szinte teljesen független azoktól a kísérleti körülményektől, amelyek a határfelület sajátosságait befolyásolják. A mért CPAI₁ paraméterek nem függnak szignifikáns módon az elektródpotenciáltól, a megvilágítás erősségétől, az elektrolit redukálószer-koncentrációjától és pH-jától sem. A CPAI₁-et meghatározó folyamat feltehetőleg amorf rendszerben zajló diffúzió. A jelenség a "continuous time random walk" elmélettel⁵ lehet leírni, figyelembe véve, hogy az egymást követő ugrások közötti várakozási idők eloszlása jelentősen különbözhet a szokásos exponenciális alaktól. Ennek következtében a diffúziókoeffi-

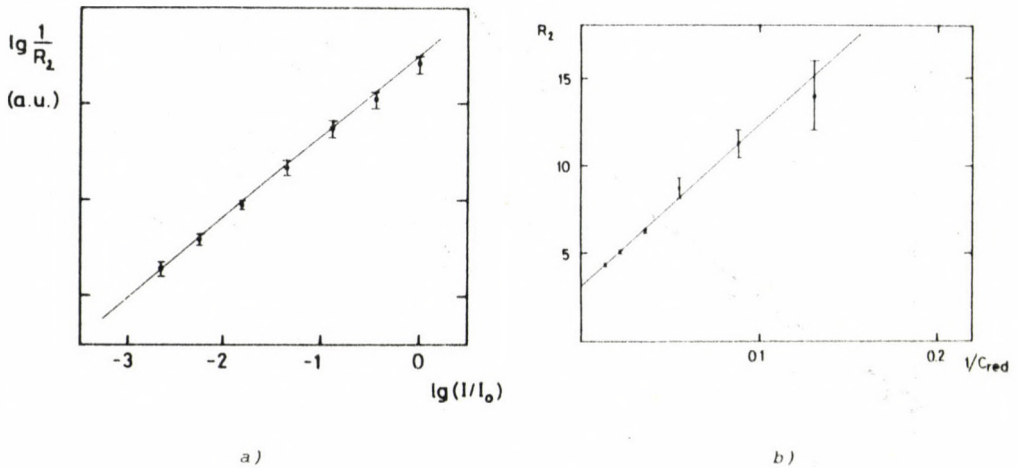


1. ábra

A hematit/elektrolit határfelület impedanciaanalízissel kapott ekvivalens hálózata

ciens frekvenciafüggő lesz, ami a megfigyelt jelenség kvantitatív magyarázatát szolgáltatja.

A hálózat R_2 eleme a töltésátlépési reakciót jellemzi, azaz a fotogerjesztéssel keletkezett lyukak injekcióját az elektrolitban lévő redukálószer (lyukakceptor) molekulákba. Ugyanis $1/R_2$ szigorúan arányos a megvilágító fény intenzitásával (2. ábra), azaz a fotogerjesztéssel képződött lyukak koncentrációjával, másrészt az $R_2 \propto c_{red}^{-1}$ függvény lineáris, ahogyan az a korábban leírt stacionárius mérések alapján várható.



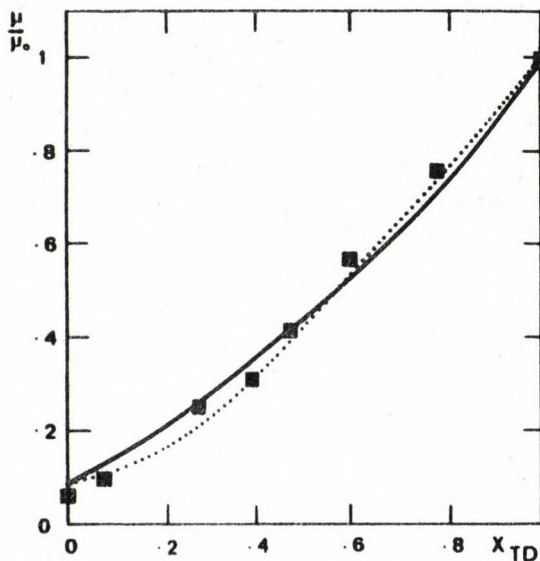
2. ábra

A töltésátlépés sebességének függése
 a) a megvilágító fény intenzitásától;
 b) a c_{red} redukálószer-koncentrációtól.

A wolfram-trioxidon elvégzett hasonló töltésinjekciós mérések a töltésátlépés diffúziókontrolljának szokatlan formáját mutatták: a hidrogén mért diffúziókoeficiense erősen függött a diffundáló részecskék koncentrációjától⁶. A koncentrációfüggést szivárgási (percolation) mechanizmussal kíséreltük meg értelmezni, azzal a feltevéssel, hogy a matrixban gyors és lassu csatornák vannak - ezt a hipotézist krisztallográfiai adatok valószínűsítik - és a H atomok a gyors csatornákat blokkolhatják.

A leírás finomítására kvázi-perkolációs elméletet javasoltunk⁷. A nagymozgékonyoságu tartományokban gyors transzport játszódik le a hagyományos perkolációhoz hasonlóan, de azzal a különbséggel, hogy ezek a tartományok fluktuációk következtében jöhetnek létre és semmisülhetnek meg. A continuous time random walk modell szellemében értelmeztük a

a relatív mozgékonyág és a nagymozgékonyágú tartományok részarányának várható értéke közötti összefüggést. A töltéshordozók erős vagy gyenge csatolása az alrendszerhez különféle, koncentrációfüggő transzportparamétereket eredményezett. A modell alkalmasnak bizonyult (3. ábra) a különböző biner folyadékelegyekben a sugárzás hatására képződött felesleg-elektronok és lyukak mozgékonyágának leírására^{9,10}.



3. ábra

Relatív lyukmozgékonyág transz-dekalin - ciklohexán elegyekben az első komponens móltörtjének függvényében. A mért adatokat¹⁰ négyzetek jelzik, a pontozott vonal a kváziperkolációs modell által jósolt összefüggés, a folytonos pedig korábbi, tradicionális szivárgási modellünknek⁸ felel meg.

Összefoglalásul a következőket jegyezzük meg. Széleskörű kísérleti vizsgálatokat végeztünk félvezető/elektrolit határretegekben lejátszódó töltésátmenet tanulmányozása céljából. A fény által létrehozott töltéshordozók viselkedésének fenomenológiájához jutottunk és megkíséreltük egyszerű modellekkel a töltéstranszport néhány vonását elméletileg is értelmezni. A munkát két irányban folytatjuk: egyfelől a félvezetők előzetes kezelésével, felületi réteg kialakításával és más módszerekkel igyekszünk az elérhető hatásfokot javítani a stabilitás romlása nélkül, másik célunk pedig a jelenlegi fenomenológiai szint meghaladása, az összegyűjtött tapasztalatok egységes, elméleti értelmezése.

HIVATKOZÁSOK

1. A. Fujishima, K. Honda, *Nature*, **238**, 37 (1972)
2. T. Pajkossy, *J. Electrochem. Soc.*, 1983. March issue; T. Pajkossy, *Acta Chim. Acad. Sci. Hung.*, (in press)
3. L. Nyikos, T. Pajkossy, *J. Electrochem. Soc.*, **129**, 2874 (1982)
L. Nyikos, T. Pajkossy, R. Schiller, *Proc. 7th Intern. Congress Radiat. Pres.*, Amsterdam (to be published)
4. A.K. Jonscher, J.-M. Rean, *J. Mater. Sci.*, **13**, 563 (1978)

5. H. Scher, M. Lax, Phys. Rev. B7, 4491 (1973); ibid. B7, 4502 (1973)
6. Á. Vértes, R. Schiller, J. Appl. Phys., 54, 199 (1983)
7. R. Schiller, Á. Vértes, L. Nyikos, J. Chem. Phys., 76, 678 (1982)
8. R. Schiller, L. Nyikos, J. Chem. Phys. 72, 2245 (1980)
9. C.A.M. van den Ende, L. Nyikos, U. Savađa, J.M. Warman, A. Hummel, J. Electrostatics 12, 97 (1982)
10. J.M. Warman, P.P. Infelta, M.P. de Haas, A. Hummel (unpublished)

A PAKSI ATOMERŐMŰ KÖRNYEZETELLENŐRZŐ RENDSZERE

Deme S., Fehér I., Andrásfi A., Rövid M., Zombori P., Koblinger L., Németh I., Nagy Gy.

1. BEVEZETÉS

A paksi atomerőmű környezetellenőrző rendszerének kidolgozását és elkészítését az Erőmű Beruházási Vállalat megbízása alapján a KFKI fővállalkozóként végezte. A rendszer kidolgozásánál az erőmű műszaki dokumentációját, a hatósági előírásokat, az irodalmi forrásmunkákat, valamint a KFKI környezetellenőrzése során szerzett kétévtizedes tapasztalatokat vettük figyelembe.

Az atomerőműből normál üzem esetén a légtérbe kerülő radioaktív anyagok mennyiségének tervezett értéke oly csekély, hogy exponáltabb helyeken is csak néhány százalék sugárterhelés növekedés várható. A Dunába a hűtő és szennyvizekkel olyan csekély mennyiségű radioaktív anyag kerülhet, ami a Duna természetes és globális eredetű radioizotóp koncentrációját alig növeli meg. Üzemzavari állapotban jelentős lehet a légkörbe történő radioizotóp kibocsátás, de a környezetvédelmi lokalizáló berendezések révén egy erőművi blokk a legnagyobb méretezési balesetnél is csak annyi radioaktív anyagot bocsáthat ki, amennyi a legkedvezőtlenebb meteorológiai körülmények között sem hoz létre a lakosságnál nagyobb dózisterhelést, mint amekkorát baleseti körülmények között az előírások általában még éppen elviselhetőnek ítélnék meg.

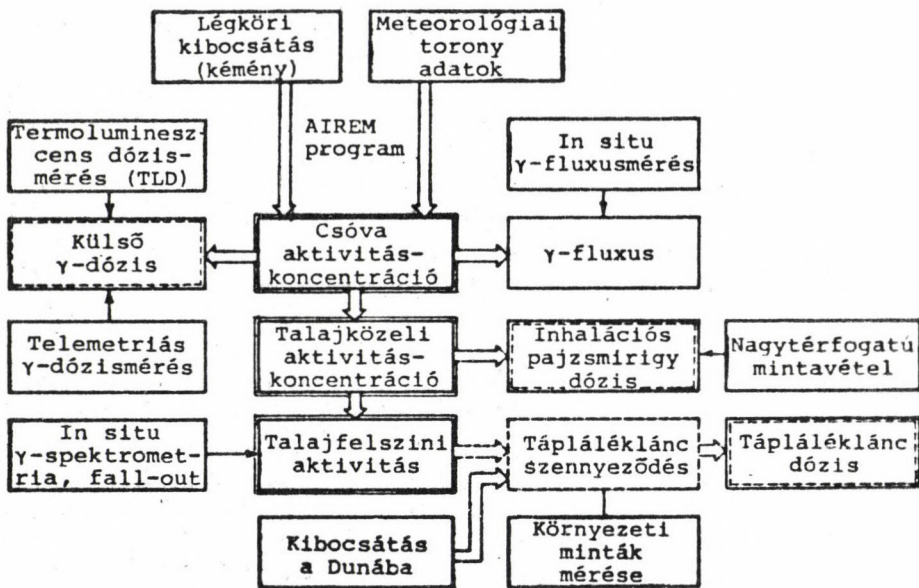
Az atomerőművekhez telepített környezetellenőrző rendszerek általában arra szolgálnak, hogy segítségükkel bizonyítani lehessen, hogy az erőmű nem hoz létre a megengedett maximális értéknél nagyobb sugárterhelést a környezetben. Több nukleáris kutatóintézet, így a KFKI is, magas színvonalu, nagy érzékenységű, folyamatos információt nyújtó környezetellenőrző rendszert hozott létre saját céljaira¹⁻³.

A fentiek ismeretében olyan rendszert kívántunk kidolgozni, amely - már normál üzemben alkalmas arra, hogy mérhetővé, illetve számíthatóvá tegye a környezeti sugárzási jellemzőket,

- a normál üzemiit jelentősen meghaladó kibocsátásnál lehetővé tegye a számított és a mért környezeti sugárzási adatok összehasonlítását,
- a környezetet jelentősen érintő üzemzavarnál pedig folyamatos információt nyújtson a lakosság biztonságát szolgáló intézkedések meghozásához.

2. ELVI FELÉPÍTÉS

A paksi atomerőmű környezetellenőrző rendszerének működési elvét (a használt mérési és számítási módszerekkel) normál üzem esetén az 1. ábra, fokozott, kéményen át történő kibocsátás, valamint üzemzavari, a hermetikus tér szivárgásából eredő kibocsátás esetén a 2. ábra mutatja.



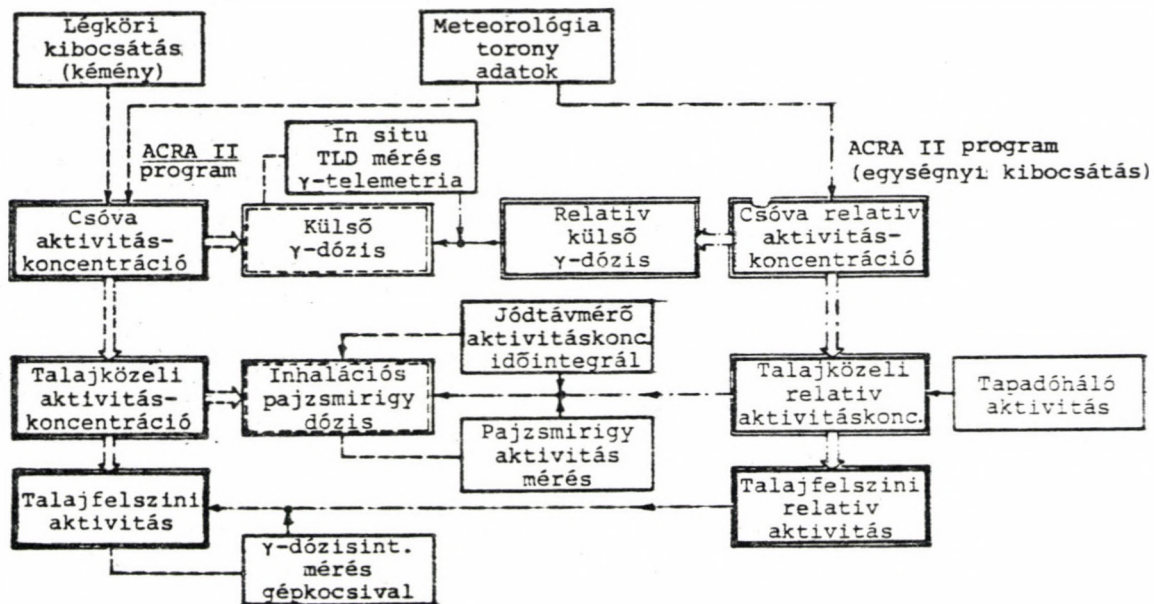
1. ábra

A környezetellenőrző rendszer működési elve normál üzem esetén.

Jelölések: \Rightarrow számítás, \rightarrow mérés, \square számított adat,
 \square mért adat, \square ellenőrző adat, \square nem üzemi feladat.

Fokozott kibocsátás
(kéményen át)
(Jelölés: -----)

Üzemzavar
(kibocsátás a hermetikus tér szivárgásából)



2. ábra

A környezetellenőrző rendszer működési elve fokozott kibocsátás, valamint üzemzavar esetén. Jelölések mint az 1. ábrán, a relatív érték normalálása mérés alapján

Normál üzem esetén, amikor a légtérbe történő kibocsátás nem haladja meg az előírt értéket⁴, a környezetben fellépő dózis ennek hatására 1000 MWe-ként legfeljebb 0,17 mSv/év lehet. A légtérbe történő kibocsátás - a nemesgázok révén - zömmel külső gamma-dózist hoz létre, ennek mérése a környezeti háttérsugárzás zavaró hatása miatt integráló eszközökkel gyakorlatilag megvalósíthatatlan. Ezért normál üzemnél az erőmű által okozott környezeti dóziszjáruléknak csak a számított értékei állhatnak rendelkezésre. A számításokat a kibocsátási és a meteorológiai adatok alapján a paksi feltételekhez és követelményekhez igazított AIREM szélirányszektorra átlagot, egyenletes kibocsátást feltételező időfüggetlen programmal végezzük⁵. Ezzel a programmal a külső gammadózist és az inhalációs pajzsmirigydózist számítjuk. Ezek az adatok összevethetők az erőmű környezetének egyes pontjain (az ún. mérőállomásokon) mért gammasugárzás dózissal, aeroszol és radiojód koncentrációval és fall-out értékekkel. A méréseket a környezet különböző pontjain vett minták aktivitásának meghatározása egészíti ki.

Fokozott kibocsátásnál és üzemzavar esetén az időfüggő, kétirányú Gauss-eloszlást feltételező modellre épülő ACRA-II programot használjuk⁶. A fokozott kibocsátás és az üzemzavar közötti mérés technikai eltérés lényege, hogy fokozott kibocsátásnál a szellőzőkéményen át, mérhető módon kerülnek a szabadba a radioaktív anyagok, míg üzemzavarnál feltételezzük, hogy a hermetikus térben tulnyomás jön létre⁷, a radioaktív anyagok nem a kéményen át, hanem a hermetikus tér tömitetlenségein keresztül, nem mérhetően jutnak a környezetbe. Fokozott kibocsátásnál a környezetre vonatkozó sugárzási adatok számíthatók és mérhetők, ez a számított és a mért adatok összevetését, a számítási modell pontosítását teszi lehetővé.

Üzemzavari kibocsátásnál a terjedésszámításhoz csak a meteorológiai adatok állnak rendelkezésre, ennek megfelelően a környezetre vonatkozóan csak relatív sugárzási paraméter eloszlást kapunk. A környezet 7 pontjában elhelyezett távmérő állomások segítségével viszont meghatározható az adott mérési pontokon fellépő abszolút ¹³¹I aktivitáskonzentráció időintegrál, valamint a gammasugárzás dózisintenzitása. Az abszolút adatokat felhasználhatjuk a relatív értékek normálására, így a mérési pontokon kívüli területre vonatkozó extrapolációra. A telemetriás adatokat kiegészítik az üzemzavar-felmérő gépkocsi által mért tájékoztató jellegű adatok. A gépkocsi által mért dózisintenzitás és a környezeti szennyezettség közötti összefüggést a POKER-CAMP programmal vizsgáltuk⁸.

A vizellenőrző rendszer folyamatos vizaktivitás monitorból, aktivitásszint túllépés esetén automatikusan működésbe lépő vizmintavevőből és folyamatos vizmintavevőből áll. Ilyen mérőrendszer az erőmű melegviz csatornájánál, valamint - a befolyó viz ellenőrzésére - a hidegviz csatornájánál épült, a fekáliás csatornájánál folyamatos vizmintavevő működik.

3. A MÉRŐRENDSZER ELEMEI

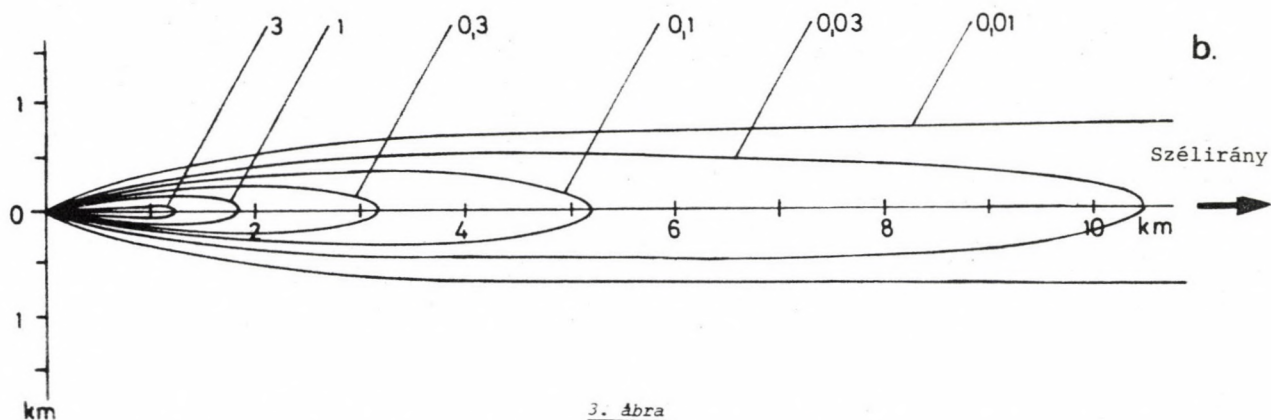
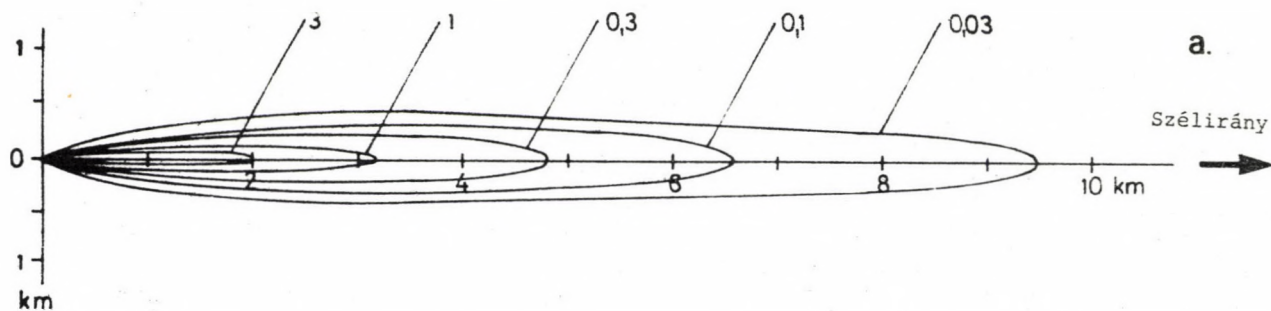
A mérőrendszer folyamatos információt adó része a táv mérő és adatgyűjtő rendszer⁹. A távmérés detektorai a meteorológiai mérőtornyon, a szellőzőkéménynél, a vizellenőrző állomásokon és az un. A-típusú állomásokon helyezkednek el. Az erőmű I-II. blokkjának közös dozimetriai vezénylőjében van a központi adatgyűjtő rendszer (KAR). Az adatgyűjtő perifériája a telexgép és a lyukasztó, az utóbbi szalagját dolgozza fel a PAVMET program s írja át egy mágnesszalagra, amelyet azután az AIREM program használ az off-line kiértékelés során. Az adatgyűjtő a későbbiekben on-line összekapcsolható egy számítógéppel is, amely normál üzemben rövididejű adattárolásra, előfeldolgozásra szolgálhat, üzemzavari esetben pedig real-time üzemmódban terjedésszámítást végezhet. A jelenlegi kiépítésben az üzemzavari kibocsátások után várható dózisok gyors becsléséhez az ACRA II program segítségével kidolgozott segédlet áll az ügyeletes dozimetrikusok rendelkezésére. A 3. ábra a számított inhalációs pajzsmirigydózis-eloszlást mutatja a legkedvezőtlenebb és a leggyakoribb időjárási helyzetben.

A kéményen át történő kibocsátást a KAR számára a Budapesti Műszaki Egyetem által kidolgozott nemesgázmérő, valamint a KFKI által szállított kémény ¹³¹I aktivitásmérő méri.

A meteorológiai adatok mérése a szellőzőkémény effektív magasságának megfelelő mérőtorny 120, 50, 20 m-es szintjén és a talajállomáson folyik. A szélirány és a szélesebség minden szinten történő mérésén kívül még a Pasquill-kategória redundáns megállapításához szükséges szélirány-fluktuáció, hőmérséklet gradiens és sugárzás egyenleg mérések folynak, ezt egészíti ki az abszolút hőmérséklet és a relatív légnedvesség mérése. A terjedésszámításnál jelenleg az Országos Meteorológiai Szolgálat paksi főállomásának csapadék adatai kerülnek felhasználásra.

A hidegvíz és melegvíz csatornánál telepített vizellenőrző állomások detektorainak elhelyezésére szolgáló mérőakna 2 m-es élhosszúságu, kockaalaku, vízzel telt tartály. A vízcsera a hideg ágon óránként legalább kétszeres, a meleg ágon pedig 4,5-szörös. A KAR-ra kapcsolt NAI/Tl/ detektor kimutatási határa (+1 óras mérési időnél, ¹³⁷Cs-ra vonatkoztatva) $4 \cdot 10^{-4}$ Bq/ml, ennél az értéknél ötször nagyobb aktivitáskoncentráció 2 percen belüli riasztáshoz és automatikus mintavételhez vezet. A folyamatos vizmintavevő percnként vesz le kismennyiségű vizmintát. Az ellenőrzést a KAR-ra kapcsolt vízhőmérséklet-mérő egészíti ki.

Az A-típusú állomások a gamma sugárzás dózisintenzitását 3-3 db GM-csőből álló detektorpárral mérik¹⁰. Az egyik detektor ón-ólom szűrővel a környezeti sugárzás 100 keV feletti részének dózisintenzitását méri, a szűrő nélküli detektor - a kisenergiás tartományban lévő túlérzékenysége révén - a nemesgázcsóva hatását regisztrálja. A jód-táv-



3. ábra

- ∴ Inhalációs pajzsmirigy dózis mSv-ben 44 GBq rövididejű, 20 m-es magasságban történő kibocsátásnál, 2 m/s-es szélességnél, száraz időben
- a) Legrosszabb higulás (F kategória)
- b) Leggyakrabban előforduló higulás (D kategória)

mérő a gőzfázisú jódt aktivitáskoncentráció időintegrálját méri. Miután üzembiztos esetben a környezet szempontjából a ^{131}I a kritikus izotóp¹¹, ezért a terjedési segédleteknél a jódtávmérő adatait kell figyelembe venni. A jódtávmérő kimutatási határa $0,5 \text{ Bq}\cdot\text{h}/\text{m}^3$, méréstartománya meghaladja a hét nagyságrendet.

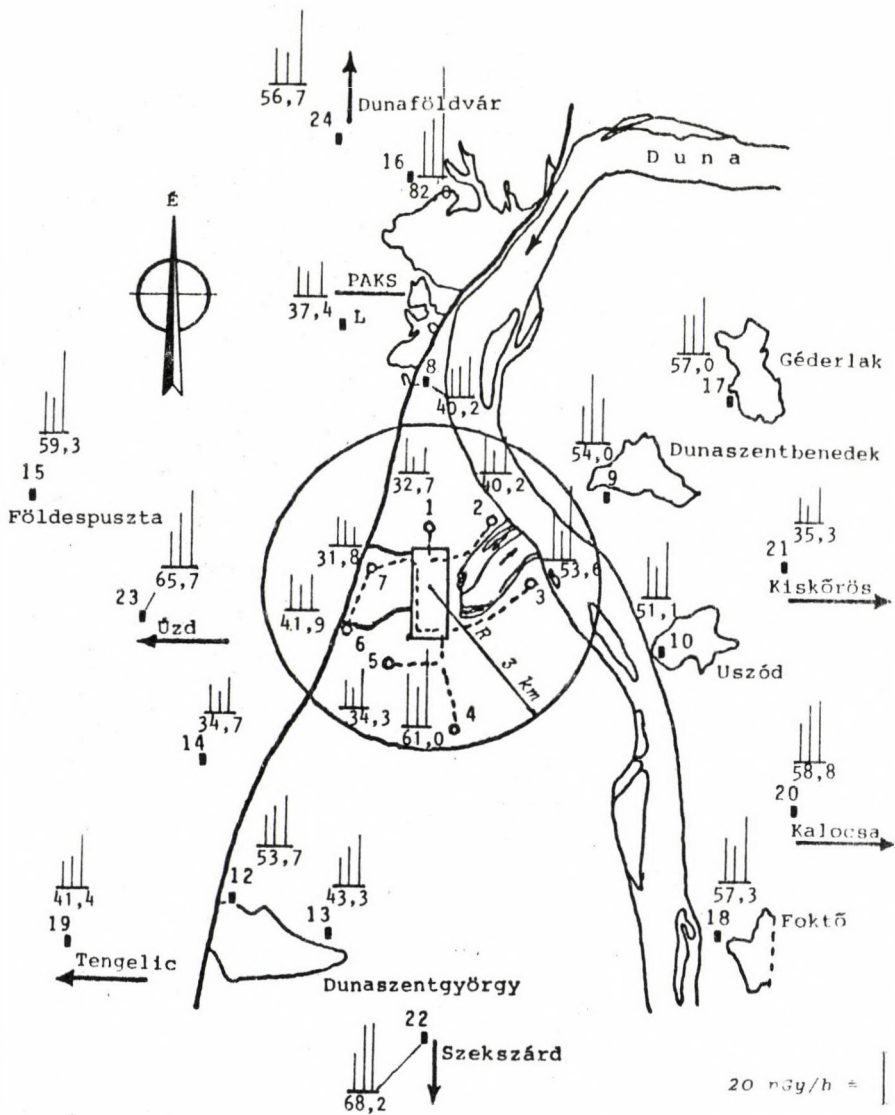
A hét A-típusú távmérő állomás az erőműtől mintegy 1,5 km-es távolságban, a környéken lévő jelentősebb lakott települések irányában helyezkedik el.

Az A-típusú állomásokon, valamint az erőműtől mintegy 25 km-re elhelyezkedő B-típusú állomáson nagyterefogatu levegőmintavevő üzemel. A mintavevő percnként 1 m^3 levegőt szív át, az aeroszol és a jódmintát a környezetellenőrző laboratóriumban értékelik ki. Ez a mintavevő szolgál a ^{131}I nagyérzékenységű, egyhetes gyakoriságú mérésére. Ge/Li/ detektorral, 16 órán át történő méréssel már $0,03 \text{ mBq}/\text{m}^3$ -es átlagkoncentráció is kimutatható. Minden felsorolt, s további 14 C-típusú állomáson van termolumineszcens dózismérő¹², tapadóháló, valamint fall-out mintavevő. A tapadóháló segítségével az aeroszol-aktivitáskoncentráció relatív értéke határozható meg¹³.

A környezetellenőrző laboratórium szolgál a mérőállomásokon vett víz-, aeroszol-, jódt- és fall-out minták és tapadóhálók aktivitásának mérésére. Ezen kívül a laboratóriumban mérik a periodikusan vett talaj, talajvíz, iszap, vizinövény, élelmiszer, takarmány és esetenként egyéb mintákat. A laboratórium az erőműtől 5 km-re, Pakson van. Felszereléséhez mintaelőkészítő berendezések, kisháttérű béta-számlálók, kisháttérű spektrométerek, valamint termolumineszcens dózismérő kiértékelő tartozik. A spektrométerek adatait kisműködőgép értékeli¹⁴. A laboratórium épületében van a mozgó laboratóriumnak kiképzett tehergépkocsi és az üzembiztos felmérő gépkocsi állomása.

Mozgó laboratórium. A mozgó laboratórium egy GAZ-66 terepjáró gépkocsi, amely szcintillációs és Ge/Li/ spektrométerrel, valamint GM-csőves sugázmérővel van felszerelve. A berendezések táplálására - a hálózaton kívül - egy benzinmotoros agregátor szolgál. A mozgó laboratóriumnal az üzembiztos helyezést megelőzően több éven át részletes alapszint felmérés folyt^{15,16}. Az alapszint felmérésünk eredményét a 4. ábrán mutatjuk be. A jövőben a mozgó laboratórium a fall-out és a csóva hatásának in-situ mérésére szolgál.

Az üzembiztos felmérő gépkocsi normál üzem esetén mintagyűjtésre és az erőmű üthálózatának ellenőrzésére szolgál. A környezeti dózisek gyors, helyszíni mérésére szolgál az eredetileg úrhajózási célra kifejlesztett "Pille" dózismérő¹⁷, amely módosított változatában $1 \mu\text{Sv}$ - 100 mSv tartományban méri a gamma-sugárzás dózisát. A gépkocsiba további dózisszenzitív mérők, a pajzsmirigy, valamint a tapadóhálók és egyéb minták ^{131}I aktivitásának mérésére szolgáló berendezések is be vannak építve.



4. ábra

A mérési pontok elhelyezkedése és a számított dózisteljesítmény-járulékok izotóppontként, ill. a teljes dózisteljesítmények az erőmű környezetének alapszintfelmérésekor.

1. vonal: ^{40}K
 2. vonal: U-Ra sor

3. vonal: Th

A KFKI-ban végeztük a környezetellenőrző rendszer kutatási-fejlesztési munkáit, elkészítettük a berendezéseket, azokat a helyszínen felszereltük, üzembe helyeztük, kalibráltuk, a szükséges módszereket kidolgoztuk, a Paksi Atomerőmű Vállalat szakembereit a rendszer üzemeltetésére kiképeztük. Az alapszintmérések a PAV munkatársaival közösen történtek.

A rendszer részét képező meteorológiai tornyot, az állomások építészeti részét, a környezetellenőrző laboratóriumot, az erősáramu kábelezést az ERŐTERV tervezte, illetve tervezette.

A környezetellenőrző rendszert a PAV munkatársai üzemeltetik, egyes kutatás-fejlesztési munkák továbbra is velünk közösen folynak.

HIVATKOZÁSOK

1. König, L.A., Winter, M., Schmitt, A., KfK 3056 (1980)
2. Ishihara, T., Health Phys., 13 (1967) 549
3. Beleznai, E., Deme, S., Erdélyvári, I., Rövid, M., KFKI-75-70 (1975)
4. OKTH rendelet, Magyar Közlöny, 8 (1980) 114
5. Partin, J.A., Nelson, C.B., Cuny, P.A., EPA-520 (1974)
6. Stallmann, F.W., Kam. F.B.K., ORNL-TM-4082 (1973)
7. Deme, S., Fehér, I., András, A., Proceedings of Workshop on Procedural and Organizational Measures for Accident Management Nuclear Reactors, Pergamon Press, 1981, p. 227
8. Koblinger L., KFKI-1981-79
9. Deme, S., Fehér, I., Koch, J., Rövid, M., Szabó, L., Szalai, S., Urbán, J., Energia és Atomtechnika, XXXII (1979) 227
10. Deme, S., Izotóptechnika (Budapest) 21 (1978) 223
11. Fehér, I., Deme, S., András, A., Dose Limitation System, IAEA, Vienna, (1982) 399
12. Deme, S., Szabó, P.P., KFKI-76-9 (1976)
13. Kollár, J., Molnár, J., Padosné Farkas, É., Izotóptechnika (Budapest) 22 (1979) 203
14. András, A., Zombori, P., Acta Phys. Acad. Sci. Hung. 52 (1982) 381
15. Deme, S., Zombori, P., Izotóptechnika (Budapest) 20 (1977) 245
16. Németh, I., Zombori, P., Koblinger, L., András, A., Germán, E., Kemenes, L., KFKI-1982-93
17. Fehér, I., Deme, S., Szabó, B., Vágvölgyi, J., Szabó, P.P., Csöke, A., Ránky, M., Akatov, Yu.A., Adv. Space Res. Vol.1. (1981) 61

PUBLIKÁCIÓS JEGYZÉK

REAKTORFIZIKA

1. A. ARGENTO*, A. KONDOR et al.: Charge asymmetry in μ^+ -N deep inelastic scattering. Proc. Int. Conf. Neutrino '82, Balatonfüred, Hungary 2, 38 (1982)
2. J. ARKUSZEWSKI*, M. MAKAI: Analytic coarse mesh approximation for solving diffusion equations in hexagonal and square geometries. Proc. Joint ENS/ANS Topical Meeting, München, 2, 75 (1981)
3. E. IZSÁK, G. PÓR: Detecting core barrel motion in Rheinsberg PWR, IAEA Specialists' Meeting on early diagnosis of failures in primary system components of nuclear power plants. Prague, p.111 (1982)
4. T. KATONA, L. MESKÓ, G. PÓR, J. VALKÓ: Some aspects of the theory of neutron noise due to propagating disturbances. Progress in Nuclear Energy, 9, 209 (1982)
5. T. LOHNER, A. DÉVÉNYI et al.: An investigation of ion-bombarded silicon by ellipsometry and channeling effect. Nucl. Instr. Meth. 199, 405 (1982)
6. I. LUX., I. PÁZSIT: Collision density approach of radiation damage in a multispecies medium. Annals of Nuclear Energy, 8, 319 (1981)
7. I. LUX, I. PÁZSIT: On the simplified transport theory of radiation damage in semi-infinite media, I. Power-law cross sections and the forward-backward model. Radiation Effects, 59, 27 (1981)
8. I. LUX: Solution of half-space, energy dependent neutron transport equation in Fermi scattering model. J. Phys. D, 14, 1961 (1981)
9. I. LUX: Analytical solutions of a simplified radiation damage transport equation. Acta Physica, 51, 207 (1981)
10. I. LUX: On the simplified transport theory of radiation damage in semi-infinite media, II. A pseudo-two-dimensional model. Radiation Effects, 62, 89 (1982)
11. M. MAKAI, J. ARKUSZEWSKI*: A hexagonal coarse mesh program based on symmetry considerations. Trans. Am. Nucl. Soc. 38, 347 (1981)
12. M. MAKAI: A second stage homogenization method. Atomkernenergie, 38, 189 (1981)
13. M. MAKAI: Calculation of large symmetric cores. Atomkernenergie, 41, 113 (1982)
14. M. MAKAI: Symmetries Applied to Transport and Diffusion Equation. Proc. of the ANS Reactor Physics Division Meeting, Kiamesha Lake, 2, 684, (1982)
15. M. MAKAI: HEXAN-A 2D Analytic Nodal Code in Hexagonal Geometry for IBM Computers. Trans. Am. Nucl. Soc. 41, 314 (1982)
16. I. PÁZSIT: Interstitial and vacancy distributions in a simple model of radiation damage. Phys. Stat. Sol. /b/ 104, 119 (1981)
17. I. PÁZSIT: On the local-global decomposition in slowing down theory. Ann. Nucl. Energy, 8, 393 (1981)

18. I. PÁZSIT, I. LUX: Developing Noise Diagnostic Methods Based on Research Reactors: Theory and Experiment. Prog. in Nuclear Energy, 9, 223 (1982)
19. Z. SZABÓ: Az atomenergia kockázata. Energia és Atomtechnika, 35, 3 (1982)

TERMOHIDRAULIKA

20. Gy. ÉZSÖL, J. VIGASSY, I. TÓTH: Néhány probléma az inditási mérések kiértékelésével kapcsolatosan. II. Atomtechnikai Szimpózium, Paks, Hungary, p.321 (1981)
21. L. PERNECZKY, L. SZABADOS, J. VIGASSY: Models in LOCA Codes BRUCH-D, RELAP4, and TRAC. Vth National Conference "Heat and Nuclear Engineering Problems of Peoples Republic of Bulgaria", Varna, Bulgaria, p.18 (1981)
22. L. PERNECZKY: Simulation des Kühlmittelverluststörfalls für einen Druckwasserreaktor vom Typ WWR-440 im Millisekundenbereich. Kernenergie, 25, 64 (1982)
23. L. SZABADOS, I. TÓTH, J. VIGASSY: A VVER-típusú atomerőművek biztonságos üzemvitelének termohidraulikai vonatkozású problémáiról. Energia és Atomtechnika, 36, 66 (1981)
24. L. SZABADOS, I. TÓTH, I. TROSZTEL: Transient Heat Transfer and Crisis. Proc. 7' IMTC München, 5, 543 (1982)
25. L. SZABADOS, Gy. ÉZSÖL: Heat Transfer in a 19-rod Bundle of WWR-Type Nuclear Reactor. Proc. 7' IMTC München, 5, (1982)
26. L. SZABADOS, L. MARÓTI, T. BESZEDA, T. KATONA, I. TÓTH, I. TROSZTEL: Primerkörű termohidraulikai feladatok a Paksi Atomerőmű üzembehelyezésekor. II. Atomtechnikai Szimpózium, Paks, Hungary, p. 305 (1981)
27. J. VIGASSY, G. VIZDOS: Új szükségűhűtő rendszer a KFKI kísérleti atomreaktorához. Energia és Atomtechnika, 37, 429 (1982)
28. J. VIGASSY: Egy méréskiértékelési probléma atomerőművekben. Energia és Atomtechnika, 35, 225 (1982)
29. J. VIGASSY, M. DUS, Zs. ÉZSÖL: Parameter identification for initial value problems by maximum likelihood method. MTA Számítástechnikai és Automatizálási Kutató Intézete, Közlemények, 26, 158 (1982)

REAKTORELEKTRONIKA

30. F. ADORJÁN, J. VALKÓ, L. VÁRHALMI: Reaktorfizikai parameter-monitorozó rendszer alkalmazása WWR-440 reaktorfizikai indításánál. II. Atomtechnikai Szimpózium, Paks, Hungary, p.337 (1981)
31. I. APÁTHY, I. SZEMEREY et al.: Comprehensive Investigation on the Basic Parameters of the Upper Atmosphere at the Time of the Flight of the Geophysical Rocket "Vertical-6". Adv. Space Research, 1, 101 (1981)
32. I. APÁTHY, I. SZEMEREY, S. SZENDRŐ: A plazmakutatás technikája a magyar űrkutatásban. A magyar űrkutatás 10 éve. ed. M. Beöthy, T.I. Gombosi, Budapest, MTA-KFKI 10 (1981)

33. I. APÁTHY, I. SZEMEREY: Opyt razrabotki bortovoi radioelektronnoi apparatury. Kosmicheskoe priborostroenie, Nauka, Moskva, p.8 (1982)
34. I. APÁTHY, I. SZEMEREY: Pribory dlya kosmicheskikh issledovaniy. ibid., p.122
35. I. APÁTHY, E. FARKAS: Primenenie tonkosloinyh integralnyh skhem v bortovoi nauchnoi apparature. ibid., p.190
36. I. BALOGH, A. PÉTER: Monitoring Stress Corrosion Cracking of Austenitic Steels for Endwinding Retaining Rings of Generator Rotors by Acoustic Emission. Int. Conf. on Electrical Machines, Budapest, p.384 (1982)
37. J. GERÉB, G. LAFRANCO, A. PÉTER: Akusztikus emissziós méréstechnika - új, korszerű anyagvizsgáló módszer. XIX. Ipari Elektronikus Mérés és Szabályozás Szimpózium, Balatonszéplak, Hungary, p.133 (1982)
38. I. LUX, A. BARANYAI: Higher Order Campbell Techniques; I. Theory. Nucl. Instr. Meth. 202, 469 (1982)
39. I. LUX, A. BARANYAI: Higher Order Campbell Techniques; II. Correlated Campbell. Nucl. Instr. Meth. 202, 477 (1982)
40. D. PALLAGI, S. HORÁNYI: Korrelációs áramlásmérés. III. Áramlásmérési Kollokvium előadásai. Miskolc 1980, Hungary, p.97 (1981)
41. D. PALLAGI, P. PELLIONISZ: Acoustic Emission Technique at the World and in Hungary. 8th Congress on Material Testing, Budapest, OMIKK-Technoinform, p.1161 (1982)
42. D. PALLAGI, S. HORÁNYI: A primerkőri vízforgalom mérése kontaktmentes érzékeléssel a Paksi Atomerőműben. Mérés és Automatika, 30, 329 (1982)
43. D. PALLAGI, S. HORÁNYI, T. HARGITAI, S. TŐZSÉR: New Transit Time Flowmeter System for PWR Coolant Flow Measurement. Int. Symp. on Nuclear Power Plant Control and Instrumentation, Munich, p.11 (1982)
44. D. PALLAGI, S. HORÁNYI: Sistema dlya kontrolya rashoda i temperatury vyhoda natriya. Nauchno-technicheskii soviét po bystrim reaktoram, p.46 (1982)
45. A. PÉTER, P. PELLIONISZ, J. GERÉB: Akusztikus emissziós kutatások az MTA Központi Fizikai Kutató Intézetében. Mérés és Automatika 29, 392 (1981)
46. P. PELLIONISZ, A. PÉTER, L. VÁRHALMI, J. ZSIDÓ: Atomenergetikai kutatások a KFKI Mérésautomatizálási Osztályán. Mérés és Automatika, 30, 355 (1982)
47. A. PÉTER, J. GERÉB, G. LAFRANCO: Acoustic Emission Measurement Activity of the Central Research Institute for Physics. 8th Congress on Material Testing, Budapest, p.1174 (1982)
48. Gy. SÁNDOR, G. SZABÓ: 200 csatornás adatgyűjtő rendszer általános méréstechnikai célokra. Mérés és Automatika, 30, 351 (1982)
49. S. TŐZSÉR: Áramlásmérés korrelációs módszerrel. XVIII. Ipari elektronikus mérés és szabályozás szimpózium, Balatonszéplak, Hungary, p.203 (1981)

50. S. TÖZSÉR, T. HARGITAI: Correlation flow measurement in fluids. Proc. 5th Conf. Automation of Processes in the Chemical, Oil and Gas Industries, Siófok, Hungary, 147 (1982)

KÉMIA

51. K. BEREI, H.H. ACHE*: Reactions of recoil ^{38}Cl in crystalline p-dichlorobenzenes. J. Phys. Chem. 85, 986 (1981)
52. T. BRAUN*, M.N. ABBAS*, L. BAKOS., A. ELEK: Preconcentration of phenylmercury, methylmercury and inorganic mercury from natural water with diethylammonium diethyldithiocarbamate-loaded polyurethane foam. J. Radioanal. Chem. 67, 359 (1981)
53. Z. BRAUN*, M.N. ABBAS*, L. BAKOS, A. ELEK: Preconcentration of phenylmercury, methylmercury and inorganic mercury from natural waters with diethylammonium diethyldithiocarbamate-loaded polyurethane foam. Anal. Chim. Acta, 131, 313 (1981)
54. E. CZOBOLY*, I. HAVAS*, F. GILLEMOT: The absorbed specific energy till fracture as a measure of the toughness of metals. Proc. Symp. Absorbed specific energy strain energy density, Budapest, 1980. Marinus Nijhoff Publisher Co. - Akad. Kiadó, Budapest, p.107 (1981)
55. Gy. CSERÉP*, I. GYÖRGY*, M. RODER, L. WOJNAROVITS*: Radiation chemistry of hydrocarbons. ed. G. Földiák, Elsevir Co. - Akad. Kiadó, Budapest, p.476 (1981)
56. F. de CORTE*, L. MOENS*, A. SIMONITS: Role of the $1/E^{1+\alpha}$ epithermal neutron flux distribution in the k_0 -method. α -mapping of reactor "Thetis". Bull. Soc. Chim. Belg. 90, 317 (1981)
57. T. El NIRM*, F. De CORTE*, L. MOENS*, A. SIMONITS, J. HOSTE*: Epicadmium neutron activation analysis /ENAA/ based on the k_0 -comparator method. J. Radioanal. Chem. 67, 421 (1981)
58. E. FUJITA*, B. GORDON*, M. HILLMAN*, G.Á. NAGY: Bridged ferrocenes. VIII. Correlation of redox potentials with structure. J. Organometallic Chem., 218, 105 (1981)
59. H. ILLY, F. BOTTER*: Fractionnement des isotopes du carbone et de l'oxygene, obtenu par physisorption du dioxyde de carbone. J. Chim. Phys., 78, 17 (1981)
60. Gy. JÁKLI, W.A. Van HOOK*: Isotope effects in aqueous systems. 12. Thermodynamycs of urea- $\text{h}_4/\text{H}_2\text{O}$ and urea- $\text{d}_4/\text{D}_2\text{O}$ solutions. J. Phys. Chem., 85, 3480 (1981)
61. Gy. JÁKLI, T.KORITSÁNSZKY*, G. JANCSÓ: Effect of deuterium substitution of the vapour pressure of acetonitrile Ber. Bunsenges. Phys. Chem., 85, 773 (1981)
62. Gy. JÁKLI, W.A. Van HOOK*: D/H and $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ fractionation factors between vapor and liquid water. Geochem. Journal, 15, 47 (1981)
63. Gy. JÁKLI, W.A. Van HOOK*: Vapor pressure of heavy water at 283-363 K. J. Chem. Eng. Data, 26, 243 (1981)
64. L. MATUS, I. OPAUSZKY, I. NYÁRI, E. PÁSZTOR: Low concentration spectroscopic standards by ion implantation. Fresenius Z. Anal. Chem. 309, 316 (1981)

65. L. MOENS*, J. De DONDER*, X. LIN*, F. De CORTE*, A. De WISPELEARE*: A. SIMONITS: Calculation of the absolute peak efficiency of gamma-ray detectors for different counting geometries. Nucl. Instr. Meth. 187, 451 (1981)
66. I. NYÁRI, I. OPAUSZKY: Determination of oxygen in gallium using spark-source mass spectrometry. Fresenius Z. Anal. Chem. 309, 274 (1981)
67. A. SIMONITS, L. MOENS*, F. De CORTE*, A.D. WISPELEARE*, J. HOSTE*: Absolute intensity of the 140.5 keV gamma-ray of ⁹⁹Mo. J. Radioanal. Chem. 67, 61 (1981)
68. C.A.M van den ENDE*, L. NYIKOS, U. SOWADA*, J.M. WARMAN*, A. HUMMEL*: Fast migrating negative species in liquid C₆F₆ studied by means of pulse radiolysis. Proc. 7th Int. Conf. on Conduction and Breakdown in Dielectric Liquids, Berlin, GFR, p.50 (1981)
69. L. VASÁROS, YU-V. NORSEYEV*, D.D. NHAM*, V.A. KHALKIN*: Nucleophilic replacement of bromine in bromobenzene by iodine and astatine in homogenous media. Radiochem. Radioanal. Letters 47, 313 (1981)
70. L. VASÁROS, YU.V. NORSEYEV*, D.D. NHAN*, V.A. KHALKIN*: The effect of the nature of leaving halogen on the nucleophilic replacement by astatine in halobenzenes with participation of amines. Radiochem. Radioanal. Letters 47, 403 (1981)
71. Sz. VASS: Connection between chemical rate coefficients and two particle correlation functions in aggregated systems. "Microemulsions", ed. L.D. Robb, Plenum Press, p.173 (1982)
72. A. VÉRTES, I. BALÁSHÁZY, R. SCHILLER, M. RANOGOJEC-KOMOR*, I. DVORNIK*, A Study of the Positronium Formation in Ethanol at the Presence of Chlorobenzene and Perchloric Acid Electron Scavengers. Radiochem. Radioanal. Letters, 50, 15 (1981)
73. L. BAKOS, E. HOLLÓ*, E. MOLNÁR*: A Loviisa Atomerőmű automatikus vízkémiai ellenőrző rendszere. Energia és Atomtechnika, 34, 555 (1981)
74. S. FAZEKAS*, J. SAMU*, E. SZABÓ, V. SZÉKESSY-HERMAN*: Identification and specific reactions of alkali stable amino acid phosphates in myosin hydrolysis. Acta Agronomica Ac. Sci. Hung. 30, 340 (1981)
75. F. GILLEMOT: Törésmechanika alkalmazása az atomerőművi reaktorok sugárkárosodásának vizsgálatára. I. Országos Törésmechanikai Szeminárium. Aggtelek, GTE kiadványa, p.142 (1981)
76. Zs. KAJCSOS, B. MOLNÁR, Sz. VASS, Ch. STERGIOPOULOS*: Pozitron élet-tartam vizsgálatok vizes micelláris oldatokban. 3. Kolloidkémiai Konferencia, Siófok, Hungary, MKE kiadványa, Budapest, p.4 (1981)
77. L. MATUS, I. NYÁRI, J. FRECSKA, I. PUMMER, I. OPAUSZKY: Mi várható a lézerektől a szilárdtest-tömegspektroszkópiában? XXIV. Magyar színképelemző szeminárium előadásai, Miskolc, GTE kiadványa, Budapest, p.241 (1981)
78. I. MIKECZ*, Á. NAGY, A. CSÖKE, M. VÉKONY: A magyar élelmiszer rendszer ökoenergetikai analízise, különös tekintettel az állattenyésztésre. Tudomány és Mezőgazdaság, 19, (4), 1 (1981)
79. L. NYIKOS: Mozgóelektronok elektroncsapdáiban. Izotóptechnika, 24, 135 (1981)

80. Sz. VASS, Zs. KAJCSOS, B. MOLNÁR, L. MARCZIS, Ch. STERGIOPOULOS*: Micellar effects on positronium lifetime in aqueous SDS solutions. Proc. Int. Conf. "Amorphous systems investigated by nuclear methods", Balatonfüred, Hungary, 2, 169 (1981)
81. Sz. VASS, R. SCHILLER, O. NAGY*: Equations of activity transport in pressurized water reactors. SZTAKI közlemények, 26, 143 (1982)
82. R. BARANYAI: Separation of some rare earths with the aid of extraction chromatography, I. Radiochem. Radioanal. Letters, 51, 223 (1982)
83. R. BARANYAI: Separation of some rare earths with the aid of extraction chromatography, II. Radiochem. Radioanal. Letters, 54, 231 (1982)
84. F. de CORTE*, L. MOENS*, A. de WISPELEARE*, J. HOSTE*, A. SIMONITS: A compilation of devaluated nuclear activation and decay data for use in n, γ reactor neutron activation analysis. Proc. Conf. on Nucl. Data for Science and Technol., Antwerpen, p.4 (1982)
85. F. de CORTE*, L. MOENS*, A. SIMONITS, K. SORDO-el HAMMAMI*, A. de WISPELEARE*, J. HOSTE*: The effect of the epithermal neutron flux distribution on the accuracy of absolute and comparator standardization methods in n, γ activation analysis. J. Radioanal. Chem., 72, 275 (1982)
86. E.CZOBOLY, I. HAVAS*, F. GILLEMOT: The absorbed specific energy till fracture as a measure of the toughness of metals. Proc. Int. Symp. on Absorbed Specific Energy. Akadémiai Kiadó, Budapest, - Matimus Nijhoff Publ. p.107 (1982)
87. H.J. DIETZE*, S. BECKER*, I. OPAUSZKY, L. MATUS, I. NYÁRI, J. FRECSKA: Untersuchungen zur Bildung von Molekulionen in Laserplasmen. ZFI-Mitteilungen, 48, 38 (1982)
88. A. FEHÉR, L. ANDRÁS, A. CSÖKE: Crude protein determination in single maize seeds by neutron capture gamma activation of the nitrogen content. Yearbook, Institute Laue-Langevin, Grenoble, p.4 (1982)
89. Gy. JÁKLI, G. JANCsó: Vapour pressure isotope effect of acetonitrile. Stable Isotopes, Analytical Chemistry Symposia Series, Elsevier, Sci. Publ. Comp., Amsterdam, 11, 15 (1982)
90. Gy. JÁKLI, A. Van HOOK*: Thermodynamic properties of solutions of urea, deuterourea and tetramethylurea in H_2O and D_2O . *ibid*: 11, 23 (1982)
91. B.Sz. JAKOVLEV*, Sz. VASS, A.A. BALAKIN*: Průzkovavaja Model Reakcii izbütocsnovo elektrona v zsidkich uglevodoradach. Chimija Vűszokich Energij, 16 /2/, 139 (1982)
92. L. MOENS*, F. de CORTE*, A. SIMONITS, X. LIN*, A. de WISPELEARE*, J. de DONDER*, J. JOSTE*: Calculation of the absolute peak efficiency of Ge and Ge/Li/ detectors for different counting geometries. J. Radioanal. Chem. 70, 539 (1982)
93. L. NYIKOS, T. PAJKOSSY: Some remarks on the paper of J.F. McCann and S.P.S. Badwal entitled "Equivalent circuit analysis of the impedance response of semiconductor electrolyte counter electrode cells. J. Electrochem. Soc. 129, 2874 (1982)
94. I. OPAUSZKY: Lasers in solid state mass spectrometry. Pure and Appl. Chem., 54, 879 (1982)

95. R. SHILLER, A. VÉRTES, L. NYIKOS: Quasipercolation: Charge transport in fluctuating systems. *J. Chem. Phys.*, 76, 678 (1982)
96. A. SIMONITS, F. de CORTE*, L. MOENS*, J. HOSTE*: Status and recent developments in the k_0 -standardization method. *J. Radioanal. Chem.* 72, 209 (1982)
97. A.M. CORNELIS*, C.A.M. van den ENDE*, L. NYIKOS, J.M. WARMAN*, A. HUMMEL*: Mobility, reaction kinetics and optical absorption spectrum of the excess electron in pure C_6F_6 and admixtures with non-polar liquids. *Radiat. Phys. Chem.*, 19, 297 (1982)
98. C.A.M. van den ENDE*, L. NYIKOS, U. SOWADA*, J.M. WARMAN*, A. HUMMEL*: Fast negative charge migration in liquid hexafluorobenzene. *J. Electrostatics*, 12, 97 (1982)
99. L. VASÁROS, Yu.V. NORSEYEV*, K. BEREI, V.A. KHALKIN*: Effect of dilution on substitution reactions of Ec-produced ^{211}At with chlorobenzene. *Radiochim. Acta* 31, 75 (1982)
100. L. VASÁROS, Yu.V. NORSEYEV*, B.D. NHAN*, V.A. KHALKIN*: About the possible nature of univalent At cation entering the electrophilic aromatic substitution in heterogeneous medium in the presence of acids. *Radiochem. Radioanal. Letters*, 54, 239 (1982)
101. L. VASÁROS, Yu.V. NORSEYEV*, V.A. KHALKIN*: Opređenje energije razruva chimicheskoj svyazi uglerod-aktat. *Dokl. Akad. Nauk.* 263 /1/ 119 (1982)
102. L. VASÁROS, Yu.V. NORSEYEV*, V.A. KHALKIN*: Elektrofílnoe zameshchenie vodoroda aktatom v benzole i ego proizvodnyh. *Dokl. Akad. Nauk.* 266, 120 (1982)
103. L. VASÁROS, Yu.V. NORSEYEV*, D.D. NHAN*, V.A. KHALKIN*: Substituent effect on the nucleophilic replacement of bromine by astatine and iodine in meta- and para-substituted bromobenzenes. *Radiochem. Radioanal. Letters*, 50, 275 (1982)
104. Sz. VASS, Zs. KAJCSOS, B. MOLNÁR, L. MARCZIS, Ch. STERGIPOULOS*: Micellar effects on positronium lifetime in aqueous SDS solutions. *Nucl. Instr. and Meth.* 199, 285 (1982)
105. B. VORSATZ*, L. BAKOS: Neuere Ergebnisse in der metallurgischen Analyse durch Aktivierung mit MeV-Neutronen. *Isotopenpraxis*, 19, 34 (1982)
106. L. VASÁROS, Yu.V. NORSEYEV*, V.I. FOMINYKH*, V.A. KHALKIN*: Synthese und Identifikation of Astatine Nitrobenzenes. *Radiokhímia*, 24, 95 (1982)
107. L. VASÁROS, R. DREYER*, M. MILANOV*, Yu.V. NORSEYEV*, V.A. KHALKIN*: Astatine Solutions. *Otkrytiya, Izobret., Prom. Obratzsy, Tovarnye Znaki*, 28, 98 (1982)
108. F. GILLEMOT, A. KAPITÁNY: Measurement of Irridation Effects on Fracture Properties by Small Size Specimen. *Proc. 8th Cong. on Material Testing, Budapest*, 7 (1982)
109. M. ÖRDÜGH, E. SZABÓ: Orvosbiológiai anyagok aktivációs elemzése. *Fizikai Szemle*, 32, 7 (1982)
110. R. SCHILLER: How Kálmán Szily deduced the Second Law from the First Law of thermodynamics. *Polytechtntinal Periodica (Chem. Eng.)* 26, 59 (1982)

111. R. SCHILLER, M. RODER: Sugárkémiail módszerek a fizikai kémiában. *Magy. Kém. Lapja*, 37, 59 (1982)
112. Sz. VASS, R. SCHILLER, O. NAGY: Equations of activity transport in PWR-s. *MTA SzTAKI Közlemények*, 26, 143 (1982)

SUGÁRVÉDELEM

113. YU.A. AKATOV*, P.P. SZABÓ, I. FEHÉR, et al.: Results of cosmic radiation dose field measurements aboard the "Salyut-6" orbital station. *Adv. Space Res.*, 1, 67 (1981)
114. A. ANDRÁSI, É. BELEZNAY, Gy. KÖTÉL: Compfit - a computer program for internal tissue-dose calculation. "Biomedical dosimetry, physical aspects, instrumentation, calibration, IAEA-SM-249/36 Vienna, 159 (1981)
115. A. ANDRÁSI, L. KOBLINGER, I. NÉMETH, P. ZOMBORI: Comparison of field dose rate measurements and Monte Carlo calculations. Hungarian - Austrian Health Physicists' Meeting, Győr, Hungary, *Acta Phys. Hung.*, 52, 397 (1982)
116. A. ANDRÁSI, É. BELEZNAY: Quantitative profile scanning, a means of internal dose assessment. *Ibid*: 52, 303 (1982)
117. A. ANDRÁSI, P. ZOMBORI: Gamma spectrometric measuring system for environmental sample analysis. *Ibid*: 52, 389 (1982)
118. P.A.AARNIO*, M.J. KOSKELO*, P. ZOMBORI: A new method for the determination of foodness-of-fit in gamma spectroscopy. *Nucl. Instr. Meth.* 184, 487 (1981)
119. S. BISZTRAY BALKU*, L. BOZÓKY*, L. KOBLINGER: A sugárvédelem fejlődése Magyarországon. Akadémia Kiadó, Budapest (1982)
120. S. DEME, I. FEHÉR, A. ANDRÁSI: The off-site radiation monitoring system serving the Paks nuclear power station in Hungary. *Proc. Int. Workshop*, ed. John W. Lathrop, Pergamon Press, Oxford, New-York, Toronto, Sydney, Paris, Frankfurt, p.227. (1981)
121. S. DEME, I. FEHÉR, M. RÖVID: Telemetric and data acquisition system for environmental monitoring system at the Paks Nuclear Station. *Ibid*: 52, 381 (1982)
122. I. FEHÉR, S. DEME, B. SZABÓ, J. VÁGVÖLGYI, P.P. SZABÓ, A. CSÖKE, M. RÁNKY, YU.A. AKATOV*: A new thermoluminescent dosimeter system for space research. *Adv. Space Res.*, 1, 61 (1981)
123. I. FEHÉR, S. DEME, P.P. SZABÓ, B. SZABÓ, J. VÁGVÖLGYI, Zs. MAKRA*, L. KOBLINGER, A. CSÖKE, E. LÁNG, J. SOÓS*, YU.A. AKATOV*: Urdozimetriai kutatások. A magyar űrkutatás 10 éve. ed. M. Beöthy, T. Gombosi, Budapest, MTA KFKI p.221 (1981)
124. I. FEHÉR, B. SZABÓ, P.P. SZABÓ, M. RÁNKY, S. DEME, J. VÁGVÖLGYI, A. CSÖKE, YU.A. AKATOV*: Uj magyar dózismérő, a Pille, az űrkutatásban. *Finommechanika - Mikrotechnika*, 20, 21 (1981)
125. I. FEHÉR, S. DEME, A. ANDRÁSI: Environmental monitoring system at the Paks Nuclear Power Station. *Ibid*: 52, 373 (1982)

126. I. FEHÉR, S. DEME, A. ANDRÁSI: Application of the new limitation system in the radiation protection monitoring program of the nuclear power plant in Hungary. Proc. The Dose Limitation System in the Nuclear Fuel Cycle and in Radiation Protection, IAEA, Wien, p.399 (1982)
127. I. FEHÉR, A. ANDRÁSI, L. KOBLINGER, P.P. SZABÓ, P. ZOMBORI: Indoor phantom dose calculations and measurements. Proc. Sec. Spec. Symp. on Natural Radiation Environment, Bombay, India, p.509 (1982)
128. L. KOBLINGER: Phantom organ shielding factors for radiation from walls of building. Health Physics, 40, 243 (1981)
129. L. KOBLINGER: A Rational algebraic function fitted to the Klein-Nishina energy transfer cross-section formula. Nuclear Science and Engineering, 79, 123 (1981)
130. L. KOBLINGER: A sugárvédelem néhány kérdéséről - egy fordítás ürügyén. Fizikai Szemle, 32, 281 (1982)
131. Zs. MAKRA*, B. SZABÓ, P.P. SZABÓ, J. VÁGVÖLGYI: Termolumineszcens dózismérő kiértékelő készülék. Műszerügyi és Méréstechnikai Közlemények, 33, 43 (1982)
132. J. PÁLFALVI: On the use of LR 115 II recoil track detectors for neutron dosimetry (Kodak-Pathé). Nucl. Instr. Meth. 180, 511 (1981)
133. J. PÁLFALVI, A.M. BHAGWAT*, L. MEDVECZKY*: Investigations on the neutron sensitivity of Kodak-Pathé LR 115 recoil track detector. Health Physics, 41, 505 (1981)
134. J. PÁLFALVI: Neutron dose distribution measurements in a water filled phantom by SSNTDs. Proc. 11th Int. Conf. of Solid State Nuclear Track Detectors, Bristol, Oxford, Pergamon Press, p.481(1982)
135. J. PÁLFALVI: Neutron-dozimetria, Fizikai Szemle, 32, 142 (1982)
136. J. PÁLFALVI: Neutron sensitivity calculations on simple albedo track detectors. Nuclear Tracks. 6, 185 (1982)
137. J. PÁLFALVI: Neutron sensitivity of LR115 SSNTD using different /n,alfa/ radiators. Nucl. Instr. Meth. 203, 451 (1982)
138. G. SOMOGYI*, G. NÉMETH*, J. PÁLFALVI, I. GERZSON*: Subsurface radon-distribution measurements with LR-115, CR-39 and TL-detectors. Proc. 11th Int. Conf. of Solid State Nuclear Track Detectors, Bristol, Oxford, Pergamon Press, p.525 (1982)
139. B. SZABÓ: A TLD-04B laboratoriumi TL dózismérő kiértékelő készülék. Finommechanika-Mikrotechnika, 20, 24 (1981)
140. B. SZABÓ, P.P. SZABÓ, S. MAKRA*, J. VÁGVÖLGYI, J. SOÓS*: The TLD-04B-TC thermoluminescent reader for research and routine dosimetry application. Isotopenpraxis, 18, 98 (1982)
141. P.P. SZABÓ: TLD measurements with CaSO:Tm and LiF. Ibid: 52, 323 (1982)
142. J. VÁGVÖLGYI, P.P. SZABÓ: A TLD-04B termolumineszcens dózismérő készülék alkalmazási területei. Finommechanika-Mikrotechnika, 20, 55 (1981)

MÉRÉS-ÉS
SZÁMÍTÁSTECHNIKAI
KUTATÓ INTÉZET
(MSZKI)

A Mérés- és Számítástechnikai Kutató Intézet 1981-82-ben is folytatta az alábbi alkalmazási főirányok művelését:

- ipari alkalmazások
- laboratóriumi alkalmazások és
- ügyvitelgépesítés.

IPARI ALKALMAZÁSOK

Ebben az időszakban fogalmazódtak meg a nagykiterjedésű technológiák mikroprocesszor/számítógép-bázisú automatizált felügyelete iránti igények. Az alkalmazás-terület legmarkánsabb képviselői:

- villamosenergia elosztó hálózatok
- folyékony/gáznemű szénhidrogéneket szállító technológiák
- vizgazdálkodási rendszerek.

A feladatok megoldását a hierarchikus/osztott intelligenciás, decentralizált irányítási rendszerek jelentették, melyek mérés-számítástechnikai eszközbázisa (Intelligens CAMAC, TPA számítógépek) az igények műszakilag korrekt megfogalmazása időpontjában az MSZKI-ban érdemben rendelkezésre állt.

Az alábbiakban a megvalósult rendszerek ismertetésén túl utalunk a tárgyidőszakban megkezdett, de be nem fejezett projektekre is.

1. ADRIA kőolajvezeték irányító rendszerei

Folyékony, ill. gáznemű szénhidrogének szállításával kapcsolatos feladatok alapvetően két szinten jelentkeznek:

- szivattyú- ill. kompresszorállomások lokális irányítása
- lokális irányítórendszereket távadatátviteli úton összefogó irányítás.

1.1 ADRIA szivattyúállomások

A kőolajvezeték magyar szakaszán három nyomásfokozó szivattyúállomás helyezkedik el (Csurqó, Kára, Százhalombatta).

A szivattyuállomások - kettős intelligens CAMAC-rendszerrel megvalósított - irányítási feladatai:

- a szivattyuegységek sorrendi vezérlése (tartályparkkal összekapcsolt szivattyuállomásoknál emellett be-, ki-, át-tárolás vezérlése);
- operátor támogatása az állomási gépegységek állapotának felügyeletében;
- az állomási kilépő nyomás értéktartó szabályozása;
- káros nyomáshullám zavarójel-elnyomása.

A rendszerek sikeres próbaüzeme 1981-ben lezárult.

1.2 ADRIA_TM-központ

A TPA-1140 bázisu központi irányítórendszer feladata a távvezeték üzemének felügyelete és irányítása. Ennek során az elvégzendő legfontosabb feladatok:

- információgyűjtés a távvezeték és a szállítási feladatok állapotról, ill. állásáról, az aktuális üzemhelyzetről;
- változások, zavarhelyzetek, veszélyes trendek gyors érzékelése, az elhárításhoz releváns információ gyors megjelenítése;
- a szállítás - indítás, leállítás - sorrendvezérlésének megvalósítása, az egyes technológiai alrendszerek (szakaszolók, szivattyuállomások, mérőállomások) működésének összehangolásával;
- hosszabb időtartamra vonatkozó üzemelési statisztikák gyűjtése és dokumentálása.

A rendszer sikeres próbaüzeme 1982. májusában megtörtént.

2. OTR - Országos Telemechanikai Rendszer

Az országos termelői gázhálózat technológiai felügyelete és irányítása három szintű hierarchikus decentralizált irányítórendszerrel történik. Az MSZKI a felső két szint (területi, ill. országos felügyelet) megvalósítására kapott megbízást.

1981-ben a feladatanalízis, 1982-ben a rendszerterv készült el, jelenleg az implementáció van folyamatban.

3. DÉMÁSZ számítógépes felügyelő rendszer

A Délmagyarországi Áramszolgáltató szegedi központi irányítása három szintű hierarchikus rendszerrel történik. Az MSZKI megbízása a felső két szint (Üzemirányító Központ - ÜIK, illetve Központi Diszpécser Szolgálat - KDSz) feladatait megvalósító mérés/számítástechnikai HW/SW eszközök szállítására vonatkozik.

Az ÜIK szinten Intelligens CAMAC, MFT-80 operációs rendszer, a KDSZ szinten TPA-1140, RSX-11M operációs rendszer került alkalmazásra.

A feladat-specifikus SW-t a VEIKI szállította. A rendszer átadása két lépésben: 1981-ben, illetve 1982-ben sikeresen megtörtént.

4. ÉMÁSZ számítógépes felügyelő rendszer

Az Északmagyarországi Áramszolgáltató miskolci központu felügyelete/irányítása ugyancsak három szintű rendszerrel történik; az MSzKI megbízása itt is a felső két szint létrehozására vonatkozik.

Az irányítástechnikai feladat a DÉMÁSZ tapasztalatokra épülve lényegesen komplexebb, ennek megfelelően ÚIK szinten TPA-1140-es gépek, KDSZ szinten dual TPA-1148-ak kerültek alkalmazásra.

1982-ben a feladatanalízis készült el, míg az implementáció jelentős külső erők bevonásával (VEIKI, ERŐTERV, OGT, ÉMÁSZ) folyamatban van.

5. VIZMŰVEK irányító rendszere

A dél-pesti vizgazdálkodási - visszanyerő, elosztó - technológia irányítása (csepeli központtal) kétszintű hierarchikus rendszerrel történik.

Az MSzKI a felső szint feladatait - adatgyűjtés, feldolgozás, operátori tanácsadás, távirányítás - megoldó TPA-1140 számítógépes rendszerrel - HW/SW - kulcsrakész szállítására szerződött.

A feladatanalízis 1981. novemberében készült el, jelenleg az implementáció folyik.

LABORATÓRIUMI ALKALMAZÁSOK

1. Az Egyesült Izzó Rt. részére ICC bázisu mérő-kiértékelő rendszer készült, világítótestek főbb paramétereinek mérésére és azok száloptikai elemzésére.

2. A MALÉV részére repülőgépek automatika elemeinek számítógépes tesztelésére szolgáló mérő-ellenőrzőrendszert készítettünk, TPA-1140, ICC és CAMAC egységek felhasználásával.

3. Folytattuk a fúziós berendezések mérés-automatizálási rendszerének tervezését, építését.

Ezen belül az egyik legnagyobb feladat egy moduláris, néhányszor tíz TPA-11 és ICC típusu gépet tartalmazó laboratóriumi mérőrendszer SW-jének a létrehozása. A mini- és mikrogépek lokális és hierarchikus hálózatba vannak kapcsolva és a folyamattal a CAMAC perifériákon keresztül érintkeznek.

Egy ilyen rendszer létrehozása megkívánja a lokális hálózati, ember-gép kommunikációs, adatkezelő programoknak egy paraméterezhető mérés-adatgyűjtő csomagba való integrálását, környezet- és rendszer-szimulációs eszközök létrehozását.

ÜGYVITELGÉPESÍTÉSI ALKALMAZÁSOK

1. A pénzügyi információs rendszer területi hálózata

Az országos pénzügyi információs rendszer korszerűsítése keretében 14 megyei tanácsnál kerül TPA alapu adatfeldolgozórendszer üzembeállításra, a költségvetési intézmények könyvelési és illetményszámfejtési feladatainak, valamint a lakossági adónyilvántartás munkájának gépesítésére.

2. A statisztikai információs rendszer területi hálózata

A megyei statisztikai adatok gyűjtése, ellenőrzése és helyi előfeldolgozása céljából 11 megye statisztikai igazgatóságára 6-12 terminális TPA-11 rendszereket telepítettünk.

3. Hasonló ügyvitelgépészeti célú miniszámítógépes hálózatok létrehozása kezdődött meg a Magyar Posta, a vizügy, a VOLÁN Tröszt és a szénbányászat területén is.

Hardware és software elemek, illetve eszközök fejlesztése

Az előzőekben említett, és egyéb alkalmazások megkövetelték hardware, illetve software eszközeink fejlesztését, melyek közül a legjelentősebbek az alábbiak:

1. A TPA-11/440 megamini számítógép:

A TPA-11 család legújabb tagja. A korábbi, ma már széleskörűen használt modellekkel (TPA-1140, TPA-1148) software kompatibilis megoldás modern alkatrészválasztékot és ujszerű mechanikus konstrukciót alkalmaz. A célkitűzések alapján (4MByte operatív memória, lebegőpontos processzor, ügyviteli utasításkészlet) elmondható, hogy a TPA-11/440 a 11-es család legnagyobb teljesítőképességű gépévé válik.

2. TPA-L/128H miniszámítógép:

A TPA-8 család legújabb tagja. A TPA-11/440-hez hasonlóan ez a fejlesztés is a software kompatibilitás teljes mértékű fenntartása mellett architektúrális és konstrukciós változtatásokkal éri el a szükséges teljesítmény-növekedést. A megelőző TPA-8 típusu gépeket műveleti sebességben másfél-kétszeres faktorial felülmuló TPA-L/128H moduláris felépítésénél fogva egyaránt alkalmas nagykiépíthettségű önálló rendszerekben, illetve olcsó intelligens terminálként történő felhasználásra.

3. UMDS mikroprocesszor fejlesztő rendszer:

A brno-i nemzetközi vásár aranyérmével kitüntetett berendezés különböző típusu mikroprocesszorokat használó eszközök fejlesztését támogató komplex hardware/software rendszer. A fejlesztendő eszközben történő

emuláció (in circuit emulation) elvén alapuló készülék licencét az EMG megvásárolta.

4. Halley-üstökös megfigyelő rendszer:

Az MSzKI számítógépes képfeldolgozás területén elért eredményei nagymértékben hozzájárultak ahhoz, hogy a KFKI komoly szerephez juthatott a Halley üstökös megfigyelő rendszere kidolgozására létrejött nemzetközi összefogásban. Mind a fedélzeti elektronika, mind a földi állomás hardware fejlesztése jelentős mértékben az MSzKI-n dolgozó mérnökök és technikusok érdeme.

5. Intelligens kommunikációs kontroller és vonali adapter modul készült a KFKI LOCHNESS nevű helyi hálózatának részeként (CAMAC-1.15-52/53). Ezen modulokkal önálló ICC-s CAMAC-alrendszereket lehet a helyi hálózatra kapcsolni.

6. Az LSI-11, illetve Elektronika-60 alapú CAMAC processzor modul-készlet (CPU, memóriák, periféria illesztők, stb) kifejlesztése lezárult. Ezzel a közkedvelt DEC-sorozatu processzor közvetlenül a CAMAC keretben is felépíthető.

7. Elkészült több új CAMAC modul, így pl. kettős ADC tárolóval, 15 kV-os megemelt zavar szintet is eltűrő új ipari analóg mérőlánc. Elkészült továbbá az ICC-n futó CAMAC-BASIC új változata, amely sebességi és funkcionális paramétereit tekintve egyaránt kiemelkedő.

8. Új típusú programozható sokcsatornás analízátor készült. Cserélhető bemenő egységeivel a szokásos nukleáris és orvos-biológiai mérések elvégzésére alkalmas. Újszerűek a mérési adatok kezelésére, kiértékelésére nyújtott lehetőségek is.

9. Hálózati tevékenység:

- Elkészítettük és a Számítóközpont számára átadtuk a CEDRUS-rendszer második verzióját. Most már nemcsak a front-end géphez közvetlenül csatlakozó terminálokra lehet használni az R-40 erőforrásait, hanem lassu- vagy gyors interface-eken csatlakozó TPA-11 gépekről is lehet végezni file-átvitelt.

A CEDRUS az R-40 szolgáltatásait jelentősen javította.

- Elkészítettünk a TPA-11 és ICC gépek közötti kapcsolatokra egy kommunikációs programrendszert, amelyet sikeresen alkalmaznak ipari rendszerekben.

- Jelenlegi tevékenységünk súlypontja egy labor- és ügyviteli rendszerekben egyaránt jól alkalmazható nagysebességű lokális hálózat létrehozása. Az SW és HW nagyrésze már elkészült.

- Elkezdtük egy műszer-család kidolgozását hálózat monitorozásra és szimulálásra. A kísérleti példány már működik.

- A protokoll modellek és analízis terén végzett elméleti munkáinkról hazai és nemzetközi munkabizottságokban, konferenciákon számolunk be.

10. Programozási nyelvek:

- Elkészítettünk egy keresztrendszert, amelynek segítségével TPA-11 gépről lehet fejleszteni assembly és PASCAL nyelvű programokat az ICC (Intelligens CAMAC Crate) Intell-8080 típusu gépeire. A rendszer assembler, compiler, könyvtárkezelő, linker, loader komponense sikeresen működik labor-alkalmazási feladatokban.
- A mostani legnagyobb munkánk az ADA programnyelv TPA-11-re történő implementálása. Az ADA várható nagy nemzetközi hatása miatt ezt igen fontosnak tekintjük. A rendszer első verziója már működik IBM-gépen, és számos komponenst már üzembehelyeztünk a mini-gépen is. A programozási környezet kialakítása a későbbi évek feladata. Célkitűzés, hogy a sok embert érintő, hosszú ideig elnyúló projekteket jól támogassa.

11. Adatbázisok:

Az adatbázisokkal kapcsolatos tevékenységünket az ügyvitelt támogató RDMR adatmanipulációs csomag és a REFLEX logikai alapú lekérdező nyelv implementálásával kezdtük. Az SDLA a szervezési feladatok támogatását célozza. Process control alkalmazásokra fejlesztettük ki a PCDB-t. A későbbiekben ezek integrálásán kívánunk tevékenykedni.

12. Ügyvitelgépesítési célú software eszközök:

- MIDIBOL és FORM-11 programcsomag

A MIDIBOL és FORM-11 programcsomagok az interaktív adatfeldolgozási feladatok probléma-orientált megoldásának eszközei. Lehetővé teszik az ügyintézők munkájának közvetlen támogatását a munkahelyekre kihelyezett párbeszédés üzemmódu display-terminálokkal.

- TRACCS-11 tranzakciófeldolgozó programrendszer

A TRACCS-11 programrendszer a nagy kiépítettségű TPA megamini számítógépek korszerű ügyvitelgépesítési alkalmazásait hivatott lehetővé tenni. Biztosítja nagyszámu távoli terminál számára az on-line hozzáférést a központi adatbázishoz, amely több összekapcsolt TPA számítógépen megosztva helyezkedhet el.

Oktatási tevékenység

- A személyi számítógépek elterjedésétől a számítástechnika további térhódítását reméljük. Meggyőződésünk, hogy a számítástechnikai kultúra igen fontos: technikai, gazdasági fejlődésünket nagymér-

tékben befolyásolja, hogy mennyire tudja a következő generáció hasznosítani az elektronikai forradalom eredményeit.

- 1981-ben és 1982-ben a nyári tanítási szünet első napján kétszer kététhetes számítástechnikai tábort indítottunk kezdőknek és haladóknak. A kezdők KFKI-s szülők általános iskola felső tagozatos gyermekei, a haladók pedig a Fővárosi Pedagógiai Intézet által kiválasztott kifejezetten tehetséges középiskolás diákok voltak. Az első évben 17:15, a másodikban 58:18 résztvevővel foglalkoztunk. E rendezvényeinket kísérletnek is tekintjük, arra szeretnénk választ kapni, miként lehetne "tulterhelt" ifjúságunkkal megismertetni, hogy mire képesek a számítógépek, miben lehetnek segítségükre.

Minden eredmény felsorolása ezen a helyen természetesen lehetetlen feladat, de a legfontosabbakat megpróbáltuk összefoglalni.

Fentiekén kívül az alábbiakban az általunk legkiemelkedőbbnek vélt három eredmény részletes ismertetésére térünk rá.

ADATBÁZISKUTATÁS

Krauth P., Szlankó J.

BEVEZETÉS

A mikroprocesszorok átütő sikere megjelenése mellett a hetvenes éveket az adatbáziskezelő rendszerek (rövidítve ABKR) nagyarányú elterjedésének évtizedeként szokás emlegetni.

Hazánkban megkésve, csak a nyolcvanas évek elejétől áll a felhasználók szélesebb rétegének rendelkezésére valamennyire is korszerű ABKR. E késésnek több szempontból is hátrányos következményei lettek. Mindenekelőtt azok a projektvezetők, akik olyan információszervezési problémával találták magukat szemközt, amelynek megoldása általában ABKR-t igényel, csak két ut között választhattak:

- vagy a feladatot kellett leegyszerűsíteni, és ezzel vállalni, hogy egy, nem a valós igényeket kielégítő megoldás születik;
- vagy saját fejlesztéssel próbálkozni, és így belemenni egy kétséges kimenetelű, mindazonáltal az eredeti problémáktól idegen részfeladat megoldásába.

Ugyanakkor a hazai adatbáziskultúra hiányából fakadóan az érintettek többsége fel sem ismerhette azt, hogy milyen eszközre is van szükség.

Nem volt jobb a helyzet a hetvenes évek végén a KFKI-ban sem. Azonban ennek hatása csak a TPA-1140 kisszámítógép kifejlesztése után

(1979-től) érződött, és így az adatbázisokkal kapcsolatos tevékenység gondolata is csak ezután vetődhetett fel. Azért csak ekkor, mert ez volt az első a KFKI által gyártott gépek közül, amelynél egyrészt a megoldandó feladatok nagysága és köre ABKR-k használatát igényli, másrészt a gép kapacitása és szoftver ellátottsága ezt lehetővé is teszi.

Mivel akkoriban még nem állt rendelkezésre ABKR a TPA-1140-re, ugyanakkor már folyamatban volt hagyományos, un. CODASYL-típusu rendszer beszerzése (elsősorban ügyviteli alkalmazásokra), ezért a KFKI-beli adatbáziskutatás elé az alábbi célokat lehetett kitűzni:

1. A KFKI-n belüli adatbáziskultúra megteremtése.
2. Az adatbázisok új irányainak megismerése.
3. Adatbázisok alkalmazása a KFKI-ban felmerülő feladatokra.

A továbbiakban áttekintjük azokat az eredményeket és tapasztalatokat, amelyek az Intézetben folyt és folyó adatbázis-orientált munkák, projektek során keletkeztek, ezzel együtt természetesen azokat a szoftvereket is, amelyek ehhez a témakörhöz kapcsolhatók.

Fejlesztések

A hetvenes évek végén az adatbázisok területén a legvitatottabb téma a relációs adatbáziskoncepció volt. A relációs adatbázisok lényegesen rugalmasabb és egyszerűbb adathozzáférést ígértek, szemben az akkorra már széles körben elterjedt és használt CODASYL-típusuakkal, ugyanis nem igényeltek programozási ismereteket és gyakorlottságot használatuk során. Másrészt viszont az implementálásuk lényegesen nehezebbnek bizonyult. Érzékeltetőül, az IBM közel egy évtizedet szánt a saját relációs ABKR-nek kidolgozására, míg a CODASYL-alapu rendszerek a specifikáció megjelenése után egy-két évvel (1973-1974) már nagy számban léteztek.

Elkerülhetetlen volt tehát, hogy ismereteket és tapasztalatokat gyűjtsünk a relációs koncepcióról, annál is inkább, mert kiderült, hogy folyamatirányítási feladatokra több helyen használnak egyszerűsített relációs ABKR-eket, másrészt az akkor ismert elosztott adatbáziskezelő rendszerek mind a relációs adatmodellen alapultak.

1. RDMR (Relational Data Management Routines)

A KFKI-ban az első adatbázis-jellegű fejlesztés a relációs modellhez kapcsolódott és mint ilyen Magyarországon is uttörőnek számított. Az irodalomból jól ismert un. reláció-algebrai műveleteket az RDMR rutin-csomagban valósítottuk meg.

E rutinok a halmazelméleti (unió, metszet, különbség, tartalmazás, egyenlőség) műveletek mellett adatbázis-orientált műveleteket is magukban foglaltak (összekapcsolás, kiválasztás, vetítés, osztás).

Legfontosabb jellemzőik közé tartozik, hogy csak információ visszanyerésre használhatók, valamint, hogy egy művelet eredményeképp nem csak egy rekord, hanem az összes, kivánt tulajdonságu adatelem kiválasztódik. Ez utóbbi a programozók munkáját hivatott megkönnyíteni nagyobb "rálátást" biztosítva az adatkezelési feladatok megoldásakor. A rutinok MACRO-11, FORTRAN, PASCAL stb. nyelvekből hívhatók, míg az adatok előre elkészített RMS-11 indexelt file-okban helyezkedhetnek el.

A munka amellet, hogy egy működőképes programcsomagot eredményezett, alkalmas keretet is biztosított arra, hogy mélyebben megismerjük és megértsük a relációs koncepciót. Ezen ismeretek később igen hasznosnak bizonyultak.

2. REFLEX (Relational Evaluator For Logical EXpressions)

A REFLEX adatkezelő rendszer az RDMR kapcsán kialakult koncepciók továbbfejlesztéseként született meg. Ilyen módon ez is a relációs adatmodellt használja, de szemben az RDMR-rel olyan tulajdonságokkal rendelkezik, amelyek a felhasználók jóval szélesebb körének teszik lehetővé relációs modellel alapuló adatbázisok kényelmes használatát.

A relációs ABKR-ek ugyanis kivétel nélkül rendelkeznek magasszintű, intelligens lekérdezési lehetőséggel. Ezek az ún. adatbázis-nyelvek, amelyek sok tekintetben emlékeztetnek a logika nyelvére és mind nem-procedurális jellegűek, azaz a kérdések (adatműveletek) megfogalmazásakor a hangsúly a "mi"-n van és nem a "hogyan"-on.

Habár az RDMR segítségével is már nagyobb lépésekben történnthetett egy-egy bonyolultabb adatmanipuláció megvalósítása, mégis közben sok feleslegesnek tűnő részlettel kellett törődni.

E tények motiválták azt, hogy a REFLEX saját, logikai alapu nyelvvel rendelkezzen, amely egyaránt alkalmas az információnak az adatbázisból történő kinyerésére, az adatok módosítására, törlésére vagy éppen újabbak felvitelére. Sőt, egyszerű formájú riportok is készíthetők az eredményképpen kapott adatok segítségével. Mindezen műveleteket képernyőről interaktívan és programból MACRO-11, FORTRAN, PASCAL stb. eljárshívással is el lehet végeztetni.

Az adatleírások (az adatbázis szerkezete) ún. sémában külön vannak tárolva, ugyanigy a gyakran ismétlődő tipikus adatműveleteket elkülönítve, előre meg lehet írni ún. kérdés file-okba, hogy azok szükség esetén bármikor, könnyen elérhetőek legyenek.

Előnyei mellett azonban fogyatékoságai is vannak. Először is nem rendelkezik azokkal a szolgáltatásokkal, amelyek nagyméretű, sokfelhasználós adatbázisok kezelésénél elengedhetetlenek (igy pl. nincs adatvédelmi, adatelmentési, visszaállítási, tranzakciókezelési lehetőség). Másrészt az adatműveleteket elvégző ún. kiértékelő algoritmus a tapasztalatok szerint tul általános és ennek következményeképp bizonyos,

egyszerűnek tűnő kérdések esetén a válaszidők túl nagyok. Végül jelenleg nem nyújt módot arra, hogy egy adatmanipuláció eredményét a későbbiek során kényelmesen felhasználhassuk. A rendszer továbbfejlesztésénél a szerzett, hasznos tapasztalatokat messzemenően figyelembe fogjuk venni.

3. SDLA (System Descriptor and Language Analyzer)

Az SDLA egy, eredetileg a SZTAKI-ban kifejlesztett rendszer, ami elsősorban nagybonyolultságú adatszerkezetek leírására szolgál. Adatmodellként a relációsnak egy kiterjesztett változatát használja, olyat, ami már megenged adattípusok közti hivatkozásokat és típus-altípus jellegű finomításokat is. Legnagyobb előnye abban rejlik, hogy a felhasználói programfelület nem rögzített, hanem a konkrét alkalmazáshoz illeszthető. Így akár értelmes magyar mondatokon keresztül is lehet adatot felvinni, illetve lekérdezni.

Tulajdonképpen a szokásos ABKR-ek szolgáltatásait terjeszti ki, így nem meglepő, hogy az IBM gépen, amire eredetileg írták, egy CODASYL-alapú ABKR-t használ a fizikai szintű adateléréshez.

A KFKI-ban az SDLA TPA-s verziójának elkészítése folyt. Jelenleg két változatban működik. Az egyik RSX-11M operációs rendszer alatt csupán az RMS-11 szolgáltatásait veszi igénybe, míg a másik csak RSX-11M-PLUS operációs rendszer alatt üzemel.

Számos helyen installáltuk már.

4. PCDB (Process Control Data Base)

A T-15 tokamak berendezéshez készülõ adatgyűjtő rendszernek néhány perc alatt több Mbyte információt kell több ezer mérőpontról begyűjteni, elsődlegesen feldolgozni és a későbbi tanulmányozásra alkalmas módon elraktározni.

E komplex rendszer egyik fontos szoftverkomponense lesz a PCDB folyamatirányítási ABKR. Maga a konfiguráció 40-50 db. ICC-t és kb. 12 TPA-1148-at tartalmaz, így ez elkerülhetetlenné teszi azt, hogy a PCDB valamilyen formában lehetővé tegye elosztott adatbázis kezelését. Másrészt az említett szűk időkorlátok miatt alapvető jelentőségű, hogy performancia szempontjából kielégítően viselkedjék. Egy ilyen szigorú követelményeknek eleget tevő ABKR első változata tavaly ősszel készült el, amit azóta sikeresen alkalmaznak az OTR és a Vizművek projekteken.

Jellemzői közül érdemes megjegyezni, hogy mivel a folyamatirányítási feladatok általában egyszerű adatszerkezetekhez való, igen gyors és megbízható hozzáférést igényelnek, ezért a PCDB egyrészt kétdimenziós táblázatokat (relációkat) használ az adatok strukturálására, másrészt egységesen tudja kezelni a háttértáron illetve memóriában lévő adatokat.

Ez utóbbi tulajdonság segítségével a felhasználó az adatbázis kritikus részeit a memóriában, míg a ritkábban igényelt adatokat diszken

tarthatja. Ugyanakkor az adatfeldolgozó programjait ettől függetlenül egységesen tudja megírni.

Jelenleg az elkészült változat karbantartási munkálatai mellett az újabb, már osztott adatkezelést is lehetővé tevő változat tervezése folyik.

MSX TÍPUSÚ SZÁMÍTÓGÉPES DIGITÁLIS MÁGNESSZALAGOS ADATTÁROLÓ

*Hackel G., Kővári I., Schmidt R., Steidl J., Simon Z., Szabó K.,
Tamás Gy.*

1. BEVEZETÉS

Ez az összefoglaló a lehetőségek korlátozott volta miatt nem tárgyalja a több éves kutatási és fejlesztési folyamat során megoldott feladatok részleteit. Csupán az elkészült berendezésről (KFKI típusjel: NR 506) adunk egy olyan ismertetést, amely leírja a berendezés felhasználási körét, főbb jellemzőit és ezáltal érzékelteti a berendezés nagy bonyolultsági fokát és a mögötte álló kutatási-fejlesztési folyamat összetett voltát is.

Jelenleg a berendezés licencátadás után történő gyártásbevezetése folyik az ORION Rádió és Villamossági Vállalatnál. A mintasorozat pozitív tapasztalatai után 1983-ban 100 db-os, a következő években évi többszáz db-os gyártásra lehet számítani. Közben a KFKI-MSZKI-ban (a Számítógép Főosztály) az ORION szakembereivel közösen folyik a berendezés továbbfejlesztése.

Nagyon jelentősnek érezzük azt, hogy a berendezés kutatása-fejlesztése során előnyösen lehetett kihasználni a KFKI kutatóközpont jellegét, elsősorban az MSZI eszközbázisát és finommechanikai, gépészeti kérdésekben jártas munkatársai tapasztalatait. Ezt az együttműködést a berendezés összetett voltából következő interdiszciplináris feladatok szükségessége is tették.

Jelen anyagunk első része az MSX mágnesszalagos adattároló feladattát és főbb műszaki adatait ismerteti. A második részben rövid összefoglalót adunk a fontosabb részegységek működéséről, a harmadik rész pedig a továbbfejlesztési célkitűzéseket ismerteti.

*ORION RÁDIÓ ÉS VILLAMOSSÁGI V.

2. A BERENDEZÉS RENDELTETÉSE ÉS MŰSZAKI ADATAI

Az MSX típusu mágnesszalagos adattároló a vezérlő elektronikából vagy a kezelő paneltől kapott parancsok hatására a mágnesszalagot az író/olvasó fejek előtt mozgatja. Eközben ír a szalagra vagy olvas a szalagról és ezeket az adatokat forgalmazza a tároló egység és a vezérlő elektronika között.

Az MSX könnyű működtetést és egyszerű karbantartást tesz lehetővé, valamint biztonsági megoldásai megvédik a szalagot a használat közbeni sérülésektől.

Az MSX 12,7 mm (0,5 inch) széles számítógép-minőségű szalagot használ, max. 266,7 mm (10,5 inch) átmérőjű szalagorsón. A készüléken megírt szalag MSZR/ESZR/IBM kompatibilis rendszeren olvasható, illetve MSZR/ESZR/IBM kompatibilis rendszerben megírt szalag olvasható az MSX-en. A kompatibilitás alapja az NRZI tip. szalagformátum szabványa.

A készüléket rendszerint számítógép vezérli. Amikor nem számítógép vezérlés alatt van, a szalagot a kezelő panel segítségével manuálisan lehet mozgatni. A kezelő panel érintéskapcsolókat tartalmaz a nagyobb megbízhatóság érdekében.

A szalag mozgatása során az irányt és a sebességet a szalagkerék határozza meg. A szalagkerék forgása közben a szalagot elhuzza a fej-szerelvény előtt és így lehet a szalagra írni, vagy olvasni róla. A helyes működéshez ellenőrzött módon kell gyorsítani és lassítani a szalagot. A szalagorsó sulya megakadályozza a csévélmotoroknak a szalagkerékkel azonos gyorsulását. Ezért az orsók és szalagkerék közé (jelen esetben vákuumos) szalagpuffereket kellett tenni. A szalagkerék által okozott szalaghelyzet változást a vákuumpufferben a csévélmotor kompenzálja azáltal, hogy vagy utántölti a szalagot vagy kihuzza a szalagot a vákuumpufferből.

Az MSX szalagsebességei: 1,14 m/sec (45 ips) vagy 2 m/sec (80 ips). Így az adott adatsűrűséggel az adatátviteli sebességtartomány: 36000 byte/sec - 64000 byte/sec.

A berendezés mindössze 75 kg tömegű és rack kivitelű műszerszekrénybe helyezhető. A részletes műszaki adatokat az MSX-ről készült prospektus tartalmazza.

3. MŰKÖDÉSI ELV

3.1 Bevezetés

Az MSX mágnesszalagos tároló egység az alábbi részegységekből áll:

- tápegység,
- szalagkerék meghajtó és szervó rendszer,
- szalagorsó meghajtó és szervó rendszer

- központi vezérlő modul és motor kontrol logika
- író/olvasó modul (Adatelektronika)
- hordozó mechanika

A hordozó mechanika, valamint a központi belső vezérlő modul és motor kontrol logika vázlatos ismertetése is meghaladná jelen leírásunk terjedelmét, ezért csupán a szalagkerék és szalagorsó meghajtást, valamint az író-olvasó modult ismertetjük vázlatosan.

3.2 Szalagkerék meghajtó és szervó rendszer

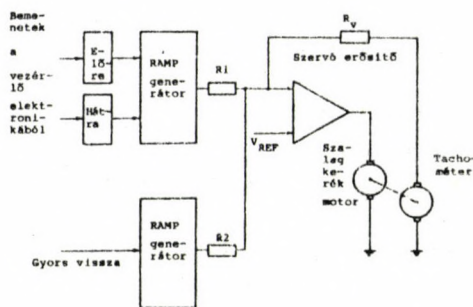
A szalag mozgását minden esetben a szalagkerék kezdeményezi, melyet egy egyenáramu motor forgat. Amikor a motor elkezd forogni, a motortengelyen lévő tachométer a forgási sebességgel arányos feszültséget szolgáltat. Ezt a feszültséget használja fel a szalagkerék szervó rendszer a szalag sebességének az adott értéken tartására (lásd 1. ábrát).

A szalagkerék szervó rendszer két RAMP generátort használ.

Az egyik az előre/hátra irányú névleges szalagsebességet állítja be, a másik a gyors hátracsévélés sebességét állítja be.

A RAMP generátorok az R1 ill. R2 ellenálláson keresztül áramot táplálnak a szervó erősítő bemeneti pontjára.

Ugyanebbe a pontba táplál áramot a tachométer az R_v ellenálláson keresztül. Névleges szalagsebesség esetén a közös pontba befolyó áramok nagysága azonos, és mivel irányuk ellentétes, a szervó erősítőbe nem folyik áram a közös pontról.



1. ábra

Szalagkerék meghajtó és szervó rendszer

Az első RAMP generátor kimenetének polaritása az adott parancstól (előre v. hátra) függ. Így lehet megadni a szalag mozgásának irányát. A RAMP generátor felfutása és lefutása úgy van beállítva, hogy a szabványos IBM/ESZR blokkok közötti távolságot meg lehet valósítani. A RAMP generátor felfutása és lefutása változtatható, egyetlen potencióméter segítségével. A RAMP generátor kimenetén található két potencióméter segítségével az előre/hátra szalagsebességeket lehet beállítani.

Az előre/hátra irányú parancs adásának hatására a RAMP generátor trapéz alakú jelet generál. A tachométer kimenő jele kis időközönként

követi ezt a trapéz jelet. Végeredményben a szalag sebességének időbeli jelalakja is trapéz jel lesz.

Mivel a gyors hátracsévévelés szalagsebessége nagyobb a működési szalagsebességnél, az ezt vezérlő RAMP generátor lassabb felfutású jelet generál, mint az előre/hátra RAMP generátor. Ez azért szükséges, hogy felgyorsításakor a szalaghurok változási sebessége ne haladja meg a vákuumkamrák kapacitását. A RAMP generátor lefutása szintén lassabb, hasonló megfontolásból.

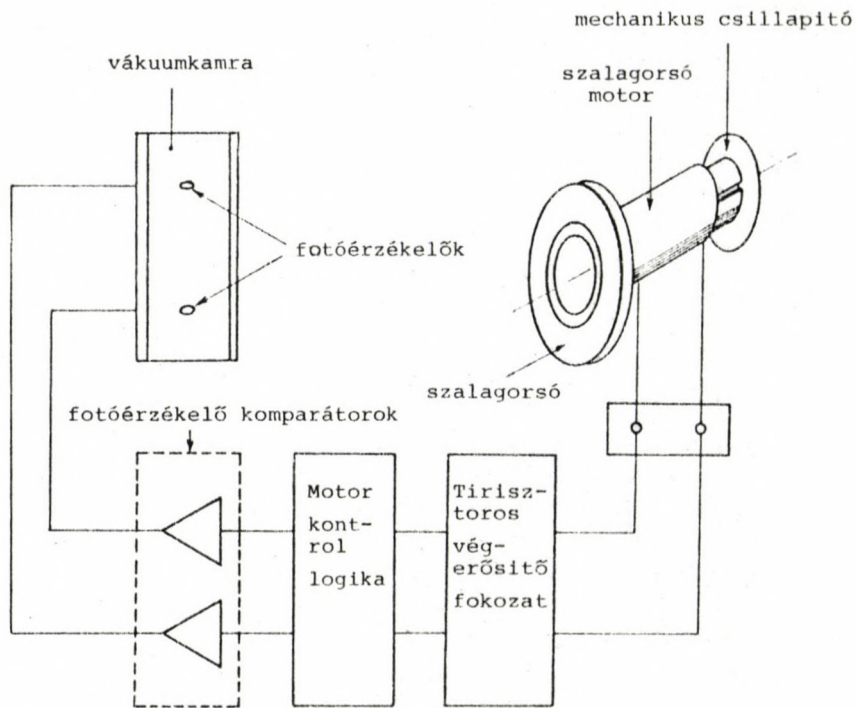
A szalag mozdulatlanságát vezérlés hiányában a vákuumkamrák egyenlő húzóereje és a szalagkerék hajtó motor tengelysurlódása biztosítja. A szalag a szalagkerékre 180° -ban van rászoritva, így a szalag a motor-tengelyhez képest sem tud elmozdulni.

3.3 Szalagorsó meghajtó és szervó rendszer

Az MSX-ben az alsó és felső szalagorsókat két azonos szervó rendszer vezérli. A vákuumkamrák megfelelő mennyiségű szalagot tárolnak, így a szalag gyorsításakor vagy lassításakor a szalagorsó motoroknak nem kell a mágnesszalaggal azonosan gyorsulni illetve lassulni. A vákuumkamrák tárolási kapacitása lehetővé teszi, hogy a készülék a névleges szalagsebességnél programkorlátozás nélkül működjön.

A szalagorsó szervó rendszer egyszerűsített blokkdiagramja a 2. ábrán látható. A vákuumkamra alsó és felső végének közelében egy-egy fotóérzékelő található, melyek a szalaghurok szélső helyzetét érzékelik. Amikor a szalaghurok megszakítja, illetve megnyitja a fény útját, a szalagorsó motor elkezd forogni. A forgás irányát az határozza meg, hogy a szalaghurok az alsó vagy a felső fotóérzékelőt működteti. Ha a szalaghurok a két fotóérzékelő között van, a szalagorsó motor elektrodinamikus fékező üzemben működik. A szervó rendszer megfelelő működését a motor tengelyére szerelt mechanikus csillapítás elősegíti. Ez a csillapítás a vákuum húzóerejével szemben nyugalomban tartja a szalaghurkot, amikor a szalag sebessége zérus.

A szalagorsó motorokat tirisztoros végerősítő fokozatok hajtják meg. A végerősítő fokozatok a tápfeszültséget külön-külön hálózati transzformátorokról kapják. Hálózatkimaradás esetén a szalagorsó motorokat egy-egy relé rövidre zárja, ezáltal megvédi a szalagot a szakadástól vagy egyéb sérüléstől.



2. ábra
Szalagorsó szervó rendszer

3.4 Író/olvasó modul

Írni csak ON-LINE állapotban lehet. A készülék a mágnesszalagot un. NRZI (Non-Return-to-Zero-IBM) módban írja meg.

Az írás folyamata a következő:

A mágnesszalagos vezérlő egység akkor kezdi el az írást, amikor a szalag a névleges sebességét eléri és az előírt blokk-köz biztosított. A vezérlő WRITE STROBE impulzust küld, amelyből az ÍRÓ modul azonos kezdetű, de különböző hosszúságú impulzusokat állít elő. Ez az írófejek mechanikai szórását kompenzálja (WRITE DESKEW áramkör). Az adatjelek és a keresztirányú paritásjel (9 vonal) a modul J-K írás bistabiljaira jutnak, melyeknek órajeleit a WRITE DESKEW áramkör szolgáltatja. Az írás-bistabilok vezérlése olyan, hogy logikai "1" bemenet esetén ellenkező állapotukba billenek, logikai "0" esetén nem billenek. A bistabil bil-

lenésekor az írófejen átfolyó áram iránya ellenkező irányúra változik, a szalagon keletkezik egy mágneses fluxusváltozás. A blokk írásának befejezésekor a vezérlő egy WRITE AMPLIFIER RESET impulzust küld, amely mind a 9 írásbistabilit törli. Ekkor felíródik a hosszirányú paritás karakter (LRCC).

Ez a paritás páros, azaz minden egyes csatornán a mágneses fluxusváltozások számának párosnak kell lenni. Az írásbistabilok a készülék bekapcsolásakor, a RESET kapcsoló megnyomásakor vagy amikor a készülék "nem-írás" állapotba kerül, törlődnek.

Az író/olvasó modul tartalmazza a törlőfej és az írófejek tápfeszültségét kapcsoló áramkört, melyet a WRITE ENABLE logika vezérel.

Olvasni csak ON-LINE állapotban lehet. A készülék NRZI módban megírt mágnesszalagot olvas le.

Az olvasás folyamata a következő:

A mágnesszalagos vezérlő egység a szalagot elindítja (előre vagy hátra irányban) és az olvasófej alatt elfutó fluxusváltozások feszültséget indukálnak a fejben. Ez a jel (20 mV amplitudójú) az író/olvasó modulba jut, az előerősítő fokozat bemenetére.

A felerősített jel a differenciáló és digitalizáló fokozat bemenetére jut, melynek kimenetén annyi impulzus keletkezik, amennyi fluxusváltozás elhaladt az olvasófej alatt. A digitalizáló fokozat kimenetén az impulzus megjelenése függ a zajvágási szint beállításától.

A zajvágás a működés közben keletkező zajfeszültség ellen védi az olvasó áramköröket.

A digitalizáló fokozat kimenetéről a jel egy tároló bistabil óra-bemenetére jut. Ez a bistabil az órajel első élére billen, bebillenése csak attól függ, jött-e órajel. (Gyorsvisszacsévézés esetén az órajel bemenet tiltva van.) Az író/olvasó modulban minden egyes olvasófej számára van egy azonos előerősítő-digitalizáló-tároló áramkör (összesen 9). Mindegyik digitalizáló kimenetről el van vezetve a jel egy "vagy" áramkörbe, mely a mintavevő monostabilit indítja el. A monostabil minden egyes olvasott karakter idején elindul, mert a kötelezően páratlan keresztirányú paritás miatt bármilyen adatkombináció esetén is van legalább egy fluxusváltás a karakterben.

A mintavevő monostabil időzítésének lejártakor a fej sávjainak szórásából adódó késleltetések (READ DESKEW) kompenzálása megtörtént, így a logika kikapuzza az olvasott adatokat a vezérlő elektronika számára, majd törli a tároló bistabilokat.

Huzalátkötéssel választható, hogy az olvasó logika a tároló bistabilok tartalmán kívül külön olvasó mintavevő impulzust adjon-e ki a vezérlő elektronika számára.

4. TOVÁBBFEJLESZTÉS

A jelenleg is folyó továbbfejlesztés az alábbi témák köré csoportosul:

- A 2 m/sec-os szalagsebesség biztosítása szocialista relációból beszerezhető tárcsa-csévélő motorokkal.
- Az ugynevezett fáziskódolt adatrögzítés (PE mód) biztosítása, ami lehetővé teszi az 1600 bpi rögzítési sűrűséggel történő felírást és olvasást.
- Korszerű adatformátumvezérlő elektronika (formatter) tervezése és elhelyezése az MSX-ben. Ez lehetővé teszi az un. Master típusu szalagegységek létrehozását, amelyek számítógéphez történő illesztéséhez szükséges vezérlő elektronika bonyolultsága nagymértékben csökkenthető.

Az ilyen módon rövidesen létrejövő MSX család további tagjának jelenleg nincs szocialista relációból beszerezhető alternatívája. Hatékony gyártás esetén tökéletes relációjú értékesítésre is lehet számítani.

Ugyancsak tervezzük, hogy a jövőben foglalkozunk a szalagsebesség növelésével és hatékonyabb adatkódolási eljárások bevezetésével (Group Code Recording), amelyek a tovább növelhető adatrögzítési sűrűség révén is hozzájárulnak az adatforgalmi sebesség további növeléséhez.

A PROCON FOLYAMATIRÁNYÍTÓ RENDSZER ÉS EGY ALKALMAZÁSA

Homola L., Nagy D., Padányi Z., Stéger Z., Szemereki Z., Vashegyi Gy.

1. BEVEZETÉS

Egy irányítási rendszer megtervezésének alapja a technológiai folyamat irányítástechnikai analízise. Különbféle ipari folyamatok analízise azt mutatja, hogy a felmerülő irányítási feladatokban nagyon sok a közös, ismétlődő rész, amely - megfelelő tapasztalatok birtokában - jól standardizálható.

Ilyen feladatkörök az alábbiak:

- primer jelfeldolgozás (dimenzionálás, lehetőségvizsgálat, határértékvizsgálat)
- szekvenciális vezérlés, reteszelés, védelem
- egy- és többhurkos szabályozások, vezérlőrendszerrel összefüggő szabályozások, adaptív szabályozások
- hibajelzési feladatok, hibajelsorrend archiválás
- technológiai képek megjelenítése osztott képernyőn

- technológiai folyamat kezelése képernyővel, klaviatúrával
- az irányítási rendszer hibakeresésének, karbantartásának támogatása (mérnök operátor párbeszéd)
- gép-gép kapcsolat

A fenti feladatkörökre készültek olyan programcsomagok, amelyeknél

- paraméterezéssel, ill. paraméterezett blokkok összekapcsolásával áll elő a felhasználói program
- a dokumentáció igen egyszerű, a felhasználó gondolkodásmódjának megfelelő, és a feladat megoldását tükrözi.

2. A PROCON RENDSZER ISMERTETÉSE

A PROCON (PROcess CONTROL) folyamatirányító programrendszer kifejlesztése az eddigi alkalmazói tapasztalatok és külföldi rendszerek vizsgálata alapján történt. A fejlesztés során természetesen figyelembe kellett venni a rendelkezésre álló hardver eszközök sajátosságait is. Az irányítandó technológiához intelligens keretvezérlővel ellátott (ICC) CAMAC folyamatperifériák kapcsolódnak, az ember-gép kapcsolat eszköze pedig egy firm-ware funkciókkal bővített VDT 52100-as alfanumerikus display.

A PROCON olyan parametrizálható programok rendszere, amelynek egyes moduljai a fent említett tipikus irányítástechnikai feladatokat látják el. Létrehozásakor kettős követelményrendszert kellett kielégíteni: egyrészt, hogy a rendszer a technológus-operátor számára gyorsan elsajátítható és egyszerűen kezelhető legyen, másrészt az alkalmazóknak olyan eszközt jelentsen, mellyel a továbbiakban hatékonyan és gyorsan lehetséges legyen újabb és újabb feladatok jól dokumentált formában való megoldása.

A teljes programrendszer - EPROM memóriába égethető formában - az MFT-80 real-time executive felügyelete alatt fut. Az egyes modulok meghatározott strukturájú, de feladatonként változó nagyságu adatbázishoz kapcsolódnak.

A feladatspecifikus részek megfogalmazása nem igényel mélyebb technikai ismereteket. Az egyes részfeladatok vagy táblázatos formában, vagy egy-egy speciális "nyelven" oldhatók meg. Az egyedi részfeladatokat assembly nyelven megírt új elemmel kell megoldani, de ahhoz is biztosított a rendszerbe történő egyszerű beilleszthetőség.

2.1 Blokkorientált eszköz primer feldolgozási, vezérlési és szabályozási feladatokra

Az ipari irányítástechnikában régóta kialakult tervezési és dokumentálási forma az, hogy ún. irányítástechnikai blokkokat definiálnak és megadják ezen blokkok összekötési rajzát. Ilyen irányítástechnikai

blokk volt pl. egy PI szabályozó. Az eszközbázis fejlődésével az egyes blokkok egyre összetettebbek lettek, egyre nagyobb méretű irányítástechnikai funkciót realizáltak. Pl. a PI szabályozó kiegészült kézi/aut átkapcsoló logikával, átkapcsolós lökésmentesítéssel, zavarkompenzáló bemenettel, szabályozási eltérés határérték vizsgálással, számító egységgel, amely lehetővé teszi, hogy a szabályozott jellemző több mért mennyiségből számított jel legyen stb.

Egy-egy blokkot a funkciója mellett a be- és kimenő jelei, továbbá a paraméterei jellemeznek (pl. integrálási idő). A blokkhoz kapcsolódó jelek lehetnek konstans, mért, számított ill. másik blokkból kapott jelek. A blokkok összekapcsolása voltaképpen a be- és kimeneti jelek összerendelésével végezhető el.

A BLOCKCONTROL három fő részre osztható:

- a BLOCKCONTROL magját képező interpreter, segédrutinok
- a BLOCKCONTROL blokkok gyűjteménye
- a felhasználó által megírt felhasználói program.

A BLOCKCONTROL alapjában véve ciklikus, szekvenciális működésű. Mivel azonban a ciklusidő olyan kicsi, hogy az alatt a technológiában lényeges változás nem történhet (így kell a ciklusidőt megválasztani!), valójában a soros feldolgozás kvázi párhuzamosnak vehető.

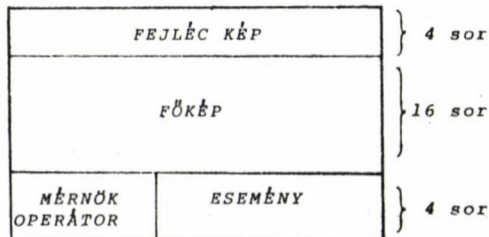
A BLOCKCONTROL taskban mindig csak azok a programrészek kerülnek feldolgozásra, amelyek a technológia jeleiből megállapíthatóan éppen szükségesek.

A BLOCKCONTROL-hoz tartozik egy rögzítetten definiált adatbázis, amelyen keresztül a többi taskokkal kommunikál. Ez az egyes blokkok be- ill. kimenő jeleit és paramétereit tartalmazza.

2.2 Az ember-gép kapcsolat eszköze (DISCON)

Az ember-gép kapcsolat lehetővé teszi a kezelő operátornak a technológia teljes áttekintését, ugyanakkor biztosítja a beavatkozás lehetőségét is. Ezt a kettős feladatot a PROCON rendszer részét képező DISCON-eszköz egy logikailag több részre osztott display képernyő és egy hozzá kapcsolódó speciálisan kialakított billentyűzet segítségével oldja meg.

A képernyő egy tipikus felosztása az alábbi:



Képernyőfelosztás

- a FEJLÉC KÉP a képernyő állandó részét képezi. Ez tartalmazza az aktuális dátumot, időt és a legfontosabb technológiai jelek és belső változók állapotát (pl. üzemállapot), valamint a FŐKÉP mezőre lehívható technológiai képek megnevezéseit.
- a FŐKÉP mezőben a legutoljára kiválasztott kép adatai frissülnek.
- az ESEMÉNY rollozódó mezőben technológiai események és hibaüzenetek időponttal ellátva szövegesen jelennek meg.
- a MÉRNÖK OPERÁTOR mezőben olyan beavatkozásokra is lehetőség van, melyek a technológus operátor számára tiltottak (pl. védelem bénítása).

Az ipari irányítástechnikában fontos szempont, hogy az irányítórendszer kezelése emberközpontu, kevés számítástechnikai ismeretet feltételező legyen. Ezért a megvalósított interaktív ember-gép kapcsolat fő jellemzője, hogy mentesíti a technológus operátort a különböző parancsok megtanulásától és a nem ritkán hosszú parancssorok begépelésétől.

A DISCON rendszer az alábbi szolgáltatásokat nyújtja:

- frissülő display képeken keresztül figyelemmel kísérhetők az adatbázisbeli értékek változásai és ezen keresztül a technológia mindenkori állapota
- funkcionális nyomógombok segítségével lehetséges a gyors beavatkozás a technológiába (pl.: indítás, leállítás)
- adatbeviteli lehetőség a képek előre definiált, - akár frissülő - mezőiben
- folyamatos eseménykijelzés
- kulcsos kapcsolóval védett mérnökoperátori beavatkozási lehetőség.

A fenti szolgáltatások jellemzésére kiválasztott adatbevitel megoldása a következő:

minden display képen un. aktív pontok definiálhatók. Ezekon a pontokon az operátor a struktura nyomógombjaival egy kurzort (csillag) mozgathat. A csillaggal kiválasztott aktív ponton, vagy funkcionális nyomógomb működtetése, vagy - az aktív ponthoz tartozó un. aktív mező-be lépve - adatok begépelése lehetséges. (Egy tolózár sematikus képe mellé lépve pl. azt nyithatja, zárhatja, vagy egy szabályozó képén annak alapjelét módosíthatja.)

2.3 Eseménykezelő (ELOG)

Az eseménykezelő feladata a technológiai és belső rendszer állapotváltozások észlelése, időponttal ellátott eltárolása és megjelenítése. Az események kezelésmódjának definiálása táblázatos formában történik; minden eseményre meg kell adni az esemény forrását, a feldolgozás módját (pl. 0+1 átmenet naplózandó, hangjelzés működtetés stb.) és a megjeleni-

tendő szöveget. Minden időpillanatban az utolsó ötven esemény rendelkezésre áll, amiket az operátor egy ehhez tartozó display kép segítségével megjeleníthet.

2.4 Alrendszerek közötti kapcsolatok (SYSCOM)

Az osztott intelligenciájú hierarchikus irányítási rendszerek igen lényeges része - az intelligens alrendszerek közötti kapcsolatot megvalósító - kommunikáció.

A PROCON rendszer mind soros, mind párhuzamos adatátviteli lehetőségekkel rendelkezik. Kisebb távolságokra (pl. két ICC között) nagysebességű párhuzamos interface-en keresztül megvalósított adatátvitel használatos. Nagyobb távolságokra (pl. ICC-TPA-1140) a soros interface-en keresztül történő kommunikáció áll rendelkezésre. A kommunikáció mindkét esetben rögzített protokoll szerint, hibavédetten folyik. Az átvendő adatblokkok azonosítói táblázatosan adhatók meg.

3. A DKV BENZINKEVERŐ ÜZEM IRÁNYÍTÁSI FELADATAINAK MEGOLDÁSA PROCON RENDSZER ALKALMAZÁSÁVAL

3.1 A feladatok felosztása

A benzin keverése komponensekből és adalékokból történik a keverőcsőben.

A technológiai folyamat két alapvető feladata:

- megállapítani, hogy milyen komponensekből és milyen arányú keveréssel kapjunk adott minőségű és mennyiségű benzint minimális költséggel
- az ellenőrző jelekből folyamatosan korrigált arányokkal megkeverni az adott mennyiségű benzint.

A DKV-ban az első feladatot egy TPA-1140-es gép látja el a legfelső szinten. A második - közvetlen digitális szabályozás -, vezérlési-, operátori párbeszéd - feladatot két ICC-t (MASTER és SLAVE) tartalmazó konfiguráció oldja meg.

Az irányításnak van egy harmadik - szükséghelyzetben használt - szintje is, a háttérpult, amely az ICC-k esetleges üzemképtelensége esetén üzemel. A szelepekhez, motorokhoz a jelek párhuzamosan mennek ki a háttérpultról ill. az ICC-től.

Az ICC COMPUTER üzemmódban a TPA-1140-től kapja folyamatosan az alapjel készletet (recept), a technológiától érkező információkat pedig továbbítja a felső szint felé.

AUTOMATIKA üzemmódban az alapjelek kézzel adhatók meg az ICC-ben, de a teljes keverési folyamat automatikusan folyik.

KÉZI üzemmódban az egyes szivattyúk, szelepek közvetlenül kézzel működtethetők az ICC-ről.

HÁTTÉR üzemmódban az ICC lekapcsolódik a technológiáról, a motorok, szelepek a háttérpultról működtethetők.

A továbbiakban az ICC-s feladatokat ismertetjük bővebben.

3.1.1 A SLAVE alrendszer feladatai

A SLAVE alrendszer az automatikus indulási folyamatot 7 lépésből álló szekvenciális vezérléssel valósítja meg, melynek során időzítetten és a technológia állapotától függően max. 16 db komponensági szivattyút és két vákuum szivattyút kapcsol be és 10 szabályozó szelepet kezel.

A technológiai védelem figyelmeztet az áramlás minimumokat, automatikus üzemben a szabályozási eltérés maximumokat, anyaghőmérsékleteket és további fontos technológiai paramétereket. Amennyiben egy rendellenesség beállítható időnél hosszabb ideig fennáll, automatikus leállítást hajt végre.

Az automatikus leállítás két lépéses vezérlés: szivattyúk kikapcsolása, majd a szelepek lezárása.

A SLAVE alrendszer a fentiek mellett egy automatikus visszaterhelési folyamatot is megvalósít - adott meredekségű terhelés változtatással -, ha a keverőcső nyomás adott határt túllép.

Az automatikus felterhelés után max. 10 ágra arányszabályozást valósít meg, folyamatos ellenőrzéssel.

3.1.2 A MASTER alrendszer feladatai

A MASTER alrendszer az ember-gép kapcsolatot a TPA-1140-nel való kommunikációt és a vezérlésben, szabályozásban részt nem vevő mérések kezelését realizálja.

Az ember-gép kapcsolat eszköze egy VDT 52100-as display.

A technológiai képek két szintű hierarchikus rendszerbe sorolhatók:

- A keverő képen a teljes technológiai folyamat áttekinthető, állandósult üzemben kezelhető.
- A technológiai részfolyamat képek egy-egy komponenságot, adalékágot ill. keverőcsövet ábrázolnak, valamennyi méréssel ill. jel-állapottal.

Az üzemzavari állapotról érkező információk megjelenítése is több szintű. A képernyő egy kijelölt területe - az eseménymező - az utolsó 3 eseményt jeleníti meg.

Üzemzavar analízishez lehívható az utolsó 50 eseményt helyes sorrendben tároló kép.

A leállítást előjelző ill. leállítást okozó jelek aktuális állapota az un. hibaképen látható.

3.2 Feladatmegoldás metodikája

A vezérlési és szabályozási feladatokat illetően meg kell tervezni a megoldás blokksémáját a BLOCKCONTROL elemeinek felhasználásával, és el kell készíteni az adatbázis kiosztást. A blokksémából a felhasználói program mechanikus szabályok betartásával egyértelműen elkészíthető. A rendszer táblákkal együtt történő fordítás után a blokkokhoz tartozó paraméterlistát értékekkel fel kell tölteni, s ezzel előáll a futtatható felhasználói program.

Az ember-gép kapcsolatot támogató display képeket először formanyomtatványon szokás megtervezni. Az így elkészített képek szimbolikusan leírhatók. Ennek szimbólumkészlete pl. a következőket tartalmazza: aktivpont definíció, kurzor pozicionálás, szöveg megjelenítés, adatbázis egy-egy elemének megjelenítése megadott formátumban stb. Az így leírt képeket azután a CPX keresztfordító segítségével processzáljuk, aminek hatására előáll a gépbe tölthető interpretálandó kódsorozat.

Az eseménykezelést és kommunikációt megvalósító feladat-specifikus feladatmegoldás táblázatok működtetését jelenti, melyeket szintén a CPX rendszer fordít betölthető kóddá.

PUBLIKÁCIÓS JEGYZÉK

1. D. AMBRÓZY: Adatkapcsolati protokollok. NJSzT kiadvány, Budapest (1982)
2. Gy. Ambrózy, J. MISKOLCZI, I. SZABÓ, F. VAJDA: Felhasználó által is mikroprogramozható számítógép család. Mérés és Automatika, 30, 298 (1982)
3. A. ARATÓ, K. BURÁNY, I. SARKADI-NAGY, F. TELBISZ: Intelligens terminálok a CEDRUS rendszerben. Programozási rendszerek '81, Szeged, Hungary, 1, 37 (1981)
4. A. ARATÓ, M. HORVAI, I. SARKADI-NAGY, F. TELBISZ: Implementation of Distributed Systems in a Local Network, Third Hungarian Comp. Sci. Conference, Budapest, 1, 7 (1981)
5. A. ARATÓ, I. SARKADI-NAGY, J. SULYÁN, F. TELBISZ: Local highspeed network system for laboratory applications. DECUS Symp., Sopron, Hungary, p.48 (1982)
6. K. BALAJTHY, J. KOPPÁNY, J. KOVÁTS, Gy. VASHEGYI: Operátori kommunikáció és display technika az ADRIA telemechanika rendszer diszpécser központjában. Proc. CHEMAUT '82, Siófok, Hungary, MATE kiadvány, p.23 (1982)
7. Gy. BALATONI, G. LŐRINCZE: UNIFIRM - A Cost-effective Universal Microprogram Development System. Proc. DECUS Symposium, Hamburg, 8, 9 (1981)
8. Gy. BALATONI: MDDT - Univerzális mikroprogram fejlesztő rendszer. DECUS HLUK Szimpózium, Budapest, p.16 (1981)
9. Gy. BALATONI: RX02 compatible interface based upon Z-80 microprocesszor. DECUS HLUK Szimpózium, Budapest, (1981)
10. Gy. BALATONI, J. TIBOR: Double density, double sided floppy disk subsystem for the PDP-11 and LSI-11 family. DECUS Symp. Sopron, Hungary, p.40 (1982)
11. M. BLASOVSKY: CAMAC TV-display drivers in man-machine interactions for real-time experimentation. Proc. X. Int. Symp. on Nuclear Electronics. ed. Fläming E., König K.H., Zfk. Rossendorf, 2, 239 (1981)
12. J. BOGDÁNY, P. KRAUTH, R.M. LEA*: Design Considerations for a PDP-11 Based Associative File Processor Applied to a Relational Data Base Management System. Technical Memorandum, Brunel University, Uxbridge, No. C/SP/116, p.125 (1981)
13. M. BRIGLEVIC: TPA-8 - DISCMOM illesztő, tip.: NR-4502. Felhasználói kézikönyv, Budapest (1981)
14. M. BRIGLEVIC, L.G. KELEN, M. SALAMON: Bit-slice microprogramming based on LSI-11. DECUS Symp., Sopron, Hungary, p.38 (1982)
15. L. BUDAY, M. PAP: ADA language implementation under RSX-11M operating system, DECUS Symp. Sopron, Hungary, p.27 (1982)
16. J. CSER, Gy. VASHEGYI: Irányítástechnikai feladatok számítástechnikai vonatkozásai az ADRIA olajvezetéken. Proc. CHEMAUT '82, Siófok, Hungary, MATE kiadvány, 9 (1982)

17. S. EBERGÉNYI, L. LEVELEKI, M. SZALAI: PDP-8 compatible system development in the Central Research Institute for Physics. DECUS Symp. Sopron, Hungary, p.42 (1982)
18. J. FRECSKA*, J. GIGLER, L. SOMLAI: Automatic Densimeter for Evaluation of Photographically Recorded Spectra. Proc. 7th CANAS, Sopron, Hungary, D76, 228 (1982)
19. P. GIESE, T. NEMES, J. SULYÁN: HDLC Protocol Module and its Application in a Serial Communication System. Intern. Symp. on Nuclear Electronics, Dresden, Zfk-433, p.278 (1981)
20. P.E. GIESE, P.H. GIESE: Software aspects of a connection of autonomous μ P systems to a mini computer. Proc. DECUS Symp., Sopron, Hungary, p.50 (1982)
21. L. GYIMESI, A. SZENTGÁLI: Distributed Data Acquisition for a Tokamak Experiment. Proc. DECUS Symposium, Hamburg, p.265 (1981)
22. J. GYÜRKI, E. REÉ, E. SZEBÉNYI, L. KÖVESHEGYI: A rendszerfelügyelet és tartalékképzés h.w./s.w. problémái és eszközei az OTR rendszerben. Proc. CHEMAUT '82, Siófok, Hungary, MATE kiadvány, p.21 (1982)
23. J. GYÜRKI, L. SZŐNYI, Gy. VASHEGYI: TPA-1140 bázisu diszpécser irányítást végző központok kialakításának rendszertecnikai kérdései, Proc. CHEMAUT '82, Siófok, Hungary, MATE kiadvány, p.11 (1982)
24. Á. HAJDUK, P. HANÁK*: Laboratóriumi számítógéphálózat kialakításának egyes kérdései. DECUS HJUG Szimpózium, Budapest, p.22 (1981)
25. Á. HAJDUK: Adatátviteli programcsomag laboratóriumi kisszámítógéphálózatokhoz. A XV. Országos Tudományos Diákköri Konferencia nívódíjas pályamunkái. Művelődésügyi Minisztérium Tudományszervezési és Informatikai Intézet kiadása, 3, 506 (1982)
26. Á. HAJDUK: A mikroprogramozás alkalmazása operációs rendszerekben a teljesítmény növelésére. Információ-Elektronika, 17, 259 (1982)
27. L. HOLTZER: Szakemberképzés -versenyképesség. Külgazdaság, 11, 35 (1981)
28. L. HOLTZER: A licencvásárlás tapasztalatairól. Külgazdaság, 2, 3 (1981)
29. L. HOMOLA: Technológiai interface és tartalékfunkciók az ADRIA TM központban. Proc. CHEMAUT '82, Siófok, Hungary, MATE kiadvány, p.25 (1982)
30. M. HORVAI, R. KOCH, K. KOVÁCS, J. TIBOR: TPA-11 - INTEL-8080 /ICC/ keresztrendszer. Programozási rendszerek '81. Konferencia, Szeged, Hungary, 1, 246 (1981)
31. M. HORVAI: Realization of Distributed Process Control Systems. Proc. MINI '82 Davos, Microcomputer Applications, 1/1, 27 (1982)
32. M. HORVAI, R. KOCH, T. KOVÁCS, J. TIBOR: TPA-11 - INTEL-8080 /ICC/ keresztrendszer, Manual. KFKI (1981)
33. A. HORVÁTH, M. IVANYOS, B. PAPP: Konkurens Pascal Implementáció és Pascal keresztfordító a TPA-1140 kisszámítógépen. Programozási rendszerek '81 konferencia, Szeged, Hungary, 1, 253 (1981)
34. F. KECSKÉS, L. LEVELEKI, M. SZALAY: TPA-L/128H, a TPA-8 család legújabb tagja. XIC. Ipari Elektronikus Mérés és Szabályozás Szimpózium, Balatonszéplak, Hungary, MATE kiadvány, p.123 (1982)

35. P. KRAUTH, R. KOCH, M. NAGY, J. SZLANKÓ: A REFLEX logikai alapú lekérdezőrendszer. Programozási rendszerek '81 konferencia, Szeged, Hungary, 2, 380 (1981)
36. R. KOCH, P. KRAUTH: Egy logikai alapú lekérdező rendszer: REFLEX Struktúra, 16, 78 (1982)
37. E. KOVÁCS, L.T. TÖRÖK: TEASYS programkatalógus. Kiszámítógépes oktató rendszerek, KFKI, Budapest, (1981)
38. M. LOVÁSZI, I. RÉNYI: A microprogrammable multiprocessor architecture for image processing. Proc. 2nd Symposium on Microcomputer and Microcomputer Applications, Budapest, 1, 35 (1981)
39. G. LŐRINCZE, P. SZABÓ: UNIBUS/QBUS Throughput Comparison and Protocol Conversion. Proc. of the DECUS Symp., Hamburg, p.93 (1981)
40. G. LŐRINCZE: Status and trends in the LSI-11 area. DECUS Symp., Sopron, Hungary, p.25 (1982)
41. G. LŐRINCZE, A. SZELES*: QUBUS-UNIBUS conversion. DECUS Symp., Sopron, Hungary, p.25 (1982)
42. I. RÉNYI, M. LOVÁSZI: Parallel Picture Processing Using Microprogrammable Bit-slice Microprocessors. Microprocessing and Microprogramming. 9, 67 (1982)
43. A. RIBÉNYI, F. VAJDA: Elektronikus berendezések tervezése korszerű mikroelektronikai bázison. μ P '82 Berendezésorientált integrált áramkörök alkalmazása szeminárium, Pécs HTE-MATE-NJSzT kiadvány, Budapest, p.1 (1982)
44. I. SZENDRŐ, Á. SZIGETI: DIBOL and DECFORM under RSX operating system. DECUS Symp., Sopron, Hungary, p.36 (1982)
45. K. TARNAY et al.: Networks from the Users' Point of View. North Holland Publishing Company, Amsterdam, (1981)
46. K. TARNAY et al.: Programozási nyelvek és gyakorlati alkalmazásuk. BME Mérnöktoábbképző Kiadvány, Budapest, (1982)

MŰSZAKI
SZAKIGAZGATÁS

(MSZI)

A Műszaki Szakigazgatás a kutatóközpont centralizált műszaki bázisa. Feladata egyedi gépészeti berendezések és elektronikus eszközök kifejlesztése és megvalósítása mind a KFKI belső, mind a népgazdaság külső igényei szerint. A rendelkezésre állás színvonalának megtartása, illetve dinamikus fejlesztése érdekében egyes témákban intenzív, gépészeti és műszertехnikai, műszaki alap- és alkalmazott kutatás folyik. Az MSZI feladata továbbá a KFKI-ban az infrastruktúra egy részének - az energiaellátásnak, az építészeti karbantartásnak és a beruházásnak - a biztosítása.

Az évek során kialakult néhány olyan szakterület, amelyen az MSZI munkatársai országos rangot vívtak ki. Ilyenek például az aktivációs analitikai berendezések, a Mössbauer laboratórium berendezései, a hőmérsékletszabályozók és kemencék, a spektroszkópiai automaták, továbbá a vákuumtechnika, a pneumatika, a mechanikai vibrációdiaosztika, az optomechanika szakterülete.

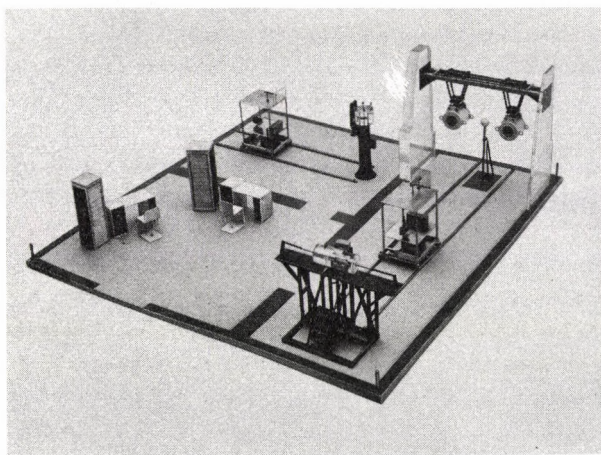
A kutatási témák egy része a KFKI más területeinek műszaki-tudományos együttműködésével folyik, főként a mérésautomatizálási és a számítástechnikához kapcsolódó területeken. Az 1981-83-as években fejeződött be több, a mikroelektronikai kutatásokhoz szükséges berendezés fejlesztése. Ezek közül kiemelkedik a lézeres szelethőkezelő, az automata folyadékfázisu epitaxiás rétegnövesztő (LPE) gallium gadolinium gránát (GGG) rétegek előállítására, továbbá kristálymegmunkáló gép, nagy pontosságú pozicionáló asztal maszktechnológiai célokra.

Az MSZI-n kifejlesztett egyre több berendezésben jelent meg a mikroprocesszor, néhol csak egyszerű aritmetikai vagy automatizálási feladatokra, máshol - mint például az 1982-ben befejezett személyi számítógépekben - magasabb rendű feladatok ellátására. Ezeket a viszonylag kisköltségű számítógépeket 1983-ban már jelentős példányszámban fogják alkalmazni a KFKI-ban, fizikai mérések vezérlő- és adatfeldolgozó egységeként.

Finommechanikai, optikai fejlesztéseink egyik kiemelkedő eredménye az Egyesült Izzó Villamossági Rt. Fejlesztési Intézetével és az Orvostovábbképző Intézet Orr-, Fül-, Gégészeti Klinikájával együttműködésben

az MSZI-n elkészített CO_2 lézeres gégeszeti műtőberendezés, mellyel az üzembehelyezés óta sikeres műtétek sorozatát végezték.

A Paksi Atomerőmű Vállalat számára a szovjet SZEJVAL műszeres ellenőrző rendszer kiegészítéseként 1981-82-ben az erőmű személyi dozimetriai és üzemi nukleáris műszereinek időszakos ellenőrzéséhez komplett hitelesítő laboratóriumi rendszert fejlesztettünk ki és helyeztünk üzembe. A laboratórium ismert - hatóságilag minősített - sugárzási tereket előállító sugárforrásokból, a vizsgálandó műszereket a sugárforrások "optikai tengelyében" mozgató kocsikból, zárt televízióláncból és a szükséges vezérlő és működtető automatikákból áll. A Pakson üzembehelyezett nukleáris műszerhitelesítő laboratórium makettjét az 1. ábrán láthatjuk.



1. ábra

A nukleáris műszerhitelesítő
laboratórium makettje

A laboratórium egy nagyintenzitású és egy kisintenzitású γ -sugárágyut, valamint egy neutronbesugárzó berendezést tartalmaz. A nagyintenzitású γ -sugárágyu 2 különböző (összesen kb. 7×10^4 GBq aktivitású ^{137}Cs) forrást, a kisintenzitású sugárágyu 4 különböző (összesen kb. 475 GBq aktivitású ^{137}Cs) forrást tartalmaz. A neutronbesugárzó 4 db Pu-Be neutronforrást tartalmaz, a forrás hozama 5×10^7 n/s. Megfelelően kialakított moderátorral és kollimátorokkal termikus-, vagy gyorsneutron-nyaláb állítható elő.

A kiválasztott sugárforrás távirányítással juttatható besugárzó helyzetbe. Bármilyen üzemzavar, vagy elhibázott működtetés esetén védelmi rendszer gondoskodik a források biztonságos tárolóhelyzetbe juttatásáról. A kocsipályák hossza - a műszerek mozgástartomány - 8-10 méter, a kocsik beállításának pontossága ± 1 mm. Az elektromos kimenetekkel nem

rendelkező, a hitelesítés alatt lévő műszerek számlapjait és a laboratórium üzemet zártláncu ipari tv rendszer teszi megfigyelhetővé.

A hitelesítés, majd a műszerek kalibrálása a sugárforrásoktól való távolság és a mért sugárszint alapján történik, az elméletileg számított hitelesítési görbétől való eltérés figyelembevételével. A nagyfokú üzembiztonságot pneumatikus automatika rendszer és korszerű elemekből épített elektronikus vezérlőrendszer adja.

A laboratóriumot a SZEJVAL rendszer főkonstruktorai és szakértői "tipus laboratórium"-ként ajánlják hasonló atomerőművek részére. Az Országos Mérésügyi Hivatal a komplexumnak megadta a "hitelesítő laboratórium" megtisztelő jogát.

Az MSZI-n készített berendezések és eszközegek részét - a külkereskedelmi hálózatokon keresztül - szocialista és tőkés piacokon egyaránt értékesítjük.

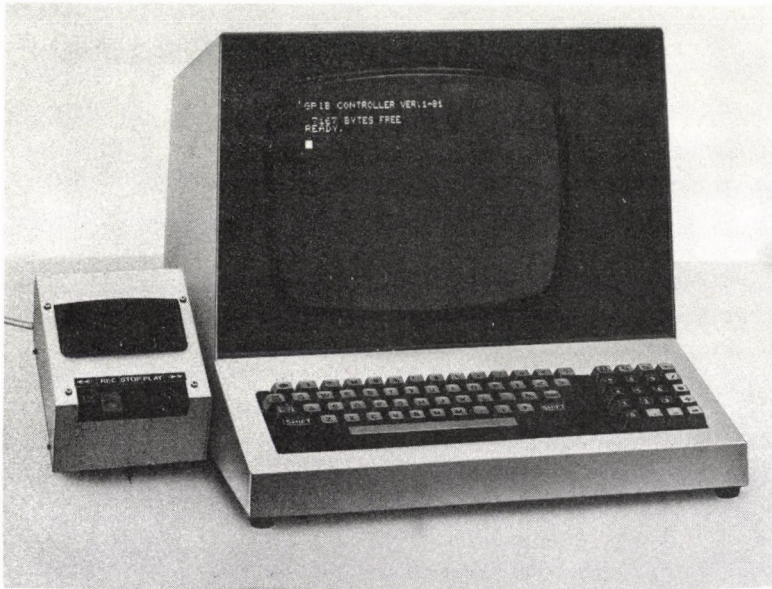
Az MSZI egyre intenzívebben kapcsolódik be a széles körű nemzetközi munkamegosztásba is. Konkrét együttműködési programok alapján közös fejlesztési tervzetekben vesz részt és azokban meghatározó szerepet játszik. Egyik ilyen példa a moszkvai Kurcsatov Atomenergia Intézet szupravezető-anyagvizsgáló laboratóriumának kialakításában való együttműködés. Az együttműködésben kifejlesztett "laboratóriumi mérőrendszer" a szupravezető anyagok kutatásánál felmerülő méréstechnikai feladatok gyors, korszerű, pontos, esetenként automatizált megoldását segíti elő. A különböző kriotechnikai (pl. a Hélium szintmérő) és elektronikus egységek (pl. a 200 A-es tápegység, az 1000 A-es tápegység, a mágnestermérő, a méréspontváltó, a hőmérsékletmérő, a hőmérsékletszabályzó stb.) összehangolt vezérlését az MSZI-n kifejlesztett programozható mikroszámítógép látja el.

Az 1981-82-es esztendőben a szupravezető anyagok kutatására kifejlesztett laboratóriumi mérőrendszer vezérlését ellátó programozható mikroszámítógép továbbfejlesztésével általános célú, az IEC 625 szabványnak megfelelő, ún. GPIB (General Purpose Interface Bus) kontrollert alakítottunk ki. A készülék különféle számítástechnikai feladatok megoldásán túlmenően laboratóriumi mérő összeállítások automatikus vezérlésére, adatgyűjtésre alkalmas.

A NEZ-215 típusjelű vezérlő a következő fontosabb részegységeket tartalmazza:

- TV display egység,
- 73 billentyűs tasztatura,
- kazettás magnetofon illesztő,
- mikroprocesszoros központi egység.

A vezérlőegység fotóját a 2. ábra mutatja. A berendezéshez a következő kiegészítő egységek tartoznak:



2. ábra

Az IEC busz vezérlő, a NEZ-215 GPIB kontrollor

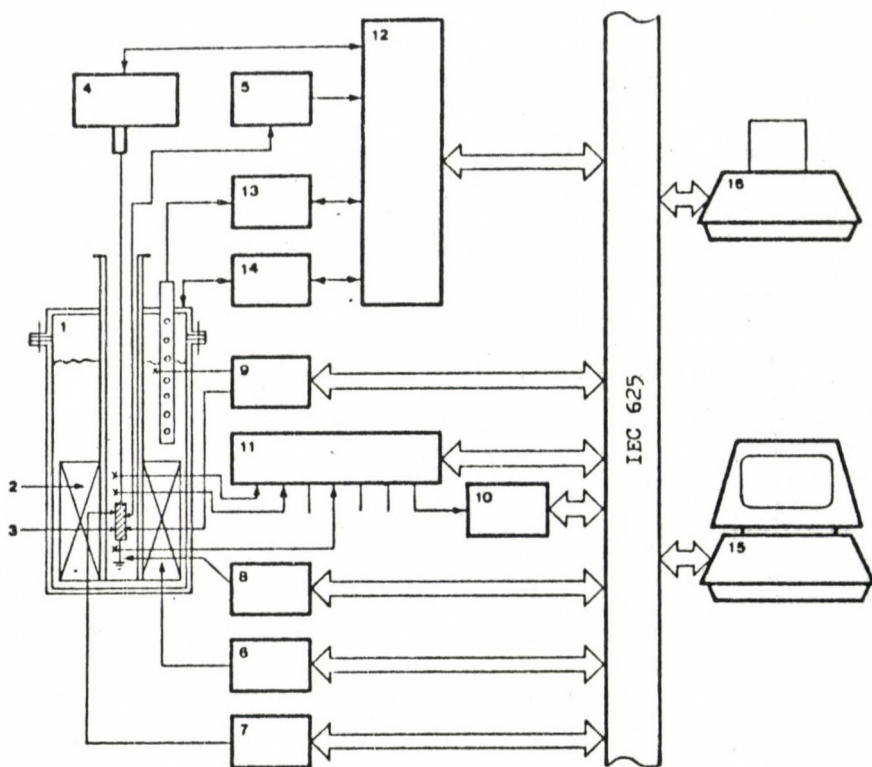
- kazettás magnetofon háttértár,
- 40 karakter széles mozaiknyomtató,
- tárbővítő egység 32 Kbyte kapacitásig.

A berendezés programozása BASIC nyelven történik. Alapkitételben a felhasználó számára 7167 byte tár áll rendelkezésre BASIC szöveg tárolására. Az IEC buszon keresztül "basic talker" és "basic listener" típusú készülékek működtetésére van lehetőség.

A NEZ-215 kontrollor az összes IEC busz vonalat programozott módon kezeli. Ez az eljárás lehetőséget biztosít arra, hogy a felhasználó az INPUT, GET, PRINT BASIC utasításokon túl további funkciókat is megvalósítson, amelyeket gépi kódban irt szubrutinok beiktatásával lehet elérni.

A 3. ábrán egy olyan, a gyakorlatban megvalósított tipikus laboratóriumi összeállítás vázlatát látjuk, amellyel a szupravezető anyagok kritikus tulajdonságainak változása vizsgálható. Esetenként további speciális eszközökkel kiegészítve, mint például szupravezető/normálvezető állapot komparátor, vagy különféle illesztő áramkörök, a legkülönbözőbb mérési összeállítások alakíthatók ki.

Az előbbieken ismertetett nemzetközi együttműködésen kívül már több éve igen jó az MSZI kapcsolata a Drezda melletti Magfizikai Kutató Intézet (ZfK) Tudományos Műszerépítési Területével és a Prága melletti Atomfizikai Kutató Intézet (UJV) műszaki szakigazgatásával. Együtt fej-



3. Ábra

- | | |
|--------------------------------|---------------------------------|
| 1. Kriosztát | 10. Mágnesmérő |
| 2. Szupravezető mágnes tekercs | 11. Méréspontváltó |
| 3. Szupravezető anyag minta | 12. IEC busz illesztő egység |
| 4. Szakitó gép | 13. He szintmérő |
| 5. Feszültség komparátor | 14. He szint utántöltő készülék |
| 6. 200 A-es tápegység | 15. IEC busz controller |
| 7. 1000 A-es tápegység | 16. Printer |
| 8. Hőmérséklet szabályozó | |
| 9. Hőmérséklet mérő | |

lesztettük ki például a reaktoros aktivációs analitikai vizsgálatokhoz szükséges mintakezelő és továbbító rendszereket, a védőgázt tartalmazó speciális munkafülkéket, az izotópmunkákhoz szükséges manipulátorokat.

Az MSZI-n belül külön osztály foglalkozik a "bioengineering" témakör, különösen a számítógéppel segített EKG diagnosztikával és ennek sokat ígérő ágával, a testfelszíni potenciálok illetve mechanikai rezgések mérésén alapuló "surface-mapping" technikával.

- * -

A következőkben az utóbbi évek legkiemelkedőbb témái közül két eredményt részletesebben ismertetünk.

A SZÍV VILLAMOS ÉS MECHANIKAI REZGÉSTERÉNEK TESTFELSZÍNI TÉRKÉPEZÉSE

Cserjés Zsuzsanna, Kozmann Gy., Rochlitz T., Wolf T., Békési S.*,
Préda I.***, Antalóczy Z.**

A legutóbbi évek során is folytatódott a szív által létrehozott potenciál- és gyorsulástér kísérleti vizsgálatára szolgáló kísérleti rendszer fejlesztése. Elkészült a 120 testfelszíni pontban történő mérésekre alkalmas off-line rendszer, melynek adatrögzítő egységei az Orvostovábbképző Intézet (OTKI) II. Belklinikáján, a TPA/i kisszámitógépet alkalmazó jelfeldolgozó és archiváló egységei a KFKI-ban nyertek elhelyezést.

A testfelszíni térképezési eljárás rutinszerű klinikai alkalmazásának elősegítésére 1982-ben megtörtént az OTKI-ban eredetileg csupán számitógépes konvencionális EKG vizsgálatok végzésére telepített TPA/L bázisu kompakt klinikai mikroszámitógépes rendszer olyan bővítése, amely 32 csatornás on-line mérések elvégzését is lehetővé teszi. A rendszer adaptálása terheléses vizsgálatok végzéséhez folyamatban van.

Az OTKI-val, valamint a Pérfmai Egyetem Általános Fiziológiai Intézetével közösen végzett kutatási program keretében a térképezéses módszert egy balkamrai vezetési zavarhoz (bal Tawara-szár block = BTB) társuló koszorus érbetegség (I), szivizom infarktus (MI) és balkamrai hipertrophia (BH) betegségkombinációk kórismézésére alkalmaztuk, mivel ezek felismerésére a konvencionális EKG vizsgálatok nem, vagy nem megfelelő biztonsággal használhatók. A statisztikai módszerrel elvégzett vizsgálatokkal több olyan lényeges paraméter és kritérium meghatározására került sor, amelyek a fenti betegségkombinációk esetén is helyes kórismézést tettek lehetővé.

Az 1. Ábra a bevezetett paraméterekre végzett főkomponens analízis eredményét szemlélteti 54 beteg adatainak feldolgozása alapján, az első két főkomponens által meghatározott koordináta rendszerben. Jól látható, hogy a szaggatott vonallal berajzolt tartományhatárok elkülönítik az A, B, C, D kategóriákat, míg az E kategória elkülönítésére a jelenlegi paraméterkészlet nem alkalmas.

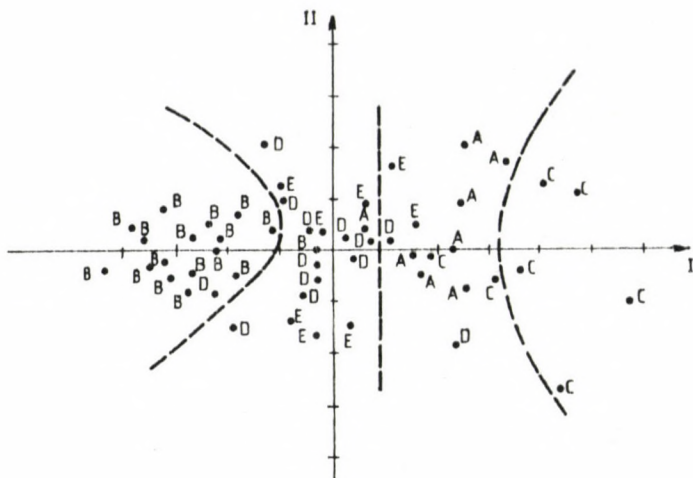
(A = BTB; B = BTB + MI; C = BTB + BH; D = BTB + I;

E = BTB + MI + BH)

A térképezéses módszer gyakorlati alkalmazása érdekében a testfelszíni potenciáltérképek redundanciájának csökkentésére, az egyes patológias esetet jellemző lényeges testfelszíni pontok meghatározására a Gram-Schmidt féle ortogonalizáción alapuló eljárást dolgoztunk ki.

* BME-HEI

** Orvostovábbképző Intézet - II. Belklinika



1. ábra

Az 54 megfigyelési egység ábrázolása az első két főkomponens által meghatározott koordinátarendszerben

A szívnek mint jelforrásnak kvantitatív jellemzésére programot fejlesztettünk ki, amely a testgeometria és a testfelszíni potenciáeloszlás ismeretében - Geselowitz módszerével - alkalmas a szív pillanatnyi forráseloszlásával ekvivalens multipoláris szívmodell meghatározására.

A térképek fiziológiai interpretációjának kutatására első lépésben homogén testmodellt és dipoláris vagy multipoláris szívmodellt tartalmazó számítógépi szimulációs programcsomagot fejlesztettünk ki a TPA/i kis-számítógépre. A program a szív tetszőleges pontján elhelyezkedő forrás által a testfelszínen létrehozott potenciáeloszlást számítja ki.

A numerikus eljárás mellett, a különböző kamrai vezetési zavarral rendelkező betegek térképeit felhasználva statisztikai módszerekkel is kísérletet tettünk a szivizom depolarizációja során az endocardiumról induló, egymástól térben elkülönült, de az időtartományban átlapolódó aktivációs hullámok testfelszíni potenciálképeinek meghatározására.

Továbbfejlesztettük a szív és testfelszíni mechanikai gyorsulásterkek kapcsolatát leíró matematikai modellt.

STATISZTIKUS ENERGIA ANALÍZIS A SZERKEZETI DINAMIKÁBAN

Rónki M.

Az alábbiakban ismertetett eredmények a Southampton-i Egyetem Zaj- és Rezgés kutató Intézetével együttműködésben születtek, ahol a kutatásokat prof. R.L. CLARKSON irányította.

1. STATISZTIKUS ENERGIA ANALÍZIS

Számos olyan területen, mint az űrkutatás, repülőgépipar, járműipar, reaktorteknika és épületakusztika, reális igény merült fel a rendszerek megbízható vibrációs modellezésére magasabb frekvencián, azaz gyakorlatilag a hallható tartományban.

Bonyolultabb mechanikai és akusztikus rendszerek dinamikus modellezése - az első néhány természetes harmónikus feletti magasabb frekvenciatartományban - a Statisztikus Energia Analízis (SEA) megjelenéséig nem volt kielégítően megoldott. Klasszikus értelemben két út áll rendelkezésre: a rendszer differenciálegyenletét megoldani, az idő vagy a frekvenciatartományban, analitikus vagy numerikus módszerekkel. Ezzel az alkalmazások az egészen alacsony frekvenciájú rezgésekre korlátozódtak, és az anyag- és csatolási csillapítások nem voltak egyértelműen kezelhetők.

A statisztikus energia analízis módszereit alkalmazva a vibrációs energiát használjuk független változóként. A vizsgált rendszer egyenleteit a bevitt teljesítmény és a tárolt energiák közötti összefüggések alapján lehet felírni. A technika kifejezetten alkalmas dinamikus modellek felállítására magasabb frekvenciákon is. Az elnevezésben a statisztikus szó arra utal, hogy a módszer térben, időben és frekvenciatartományban egyaránt átlagolt mennyiségekkel dolgozik.

A kontinuum alrendszereket (héjak, lemezek, tartók, üregek stb.) diszkrét statisztikus paraméterekkel, a módussűrűséggel és a veszteségtényezőkkel jellemezzük az adott frekvenciatartományban.

Az egyes alrendszerek közötti kapcsolatot a csatolási veszteségtényezők írják le.

A módussűrűség az egységnyi frekvenciasávba eső természetes módusok (rezonanciák) átlagos száma. Jelölése: n_1 [módus/Hz].

Veszteségtényező

Az egységnyi idő alatt disszipált teljesítmény arányos a tárolt energiával (E_1), az arányosság tényezője a veszteségtényező η_1 ; ω_k a körfrekvencia a vizsgált frekvenciasáv közepén

$$\pi_1 = \eta_1 E_1 \omega_k \quad .$$

Csatolási veszteségtényező

Az alrendszerek közötti teljesítményáram arányos a tárolt energiával (E_i), az arányosság tényezője a csatolási veszteségtényező η_{ij} ; ω_k a körfrekvencia a vizsgált frekvenciasáv közepén

$$\pi_{ij} = \eta_{ij} (E_i - E_j) \omega_k .$$

Az energiaegyensúlyi egyenletek felírása után a rendszer lineáris egyenletrendszerrel leírható, és diszkrét elemekből felépített hálózatokhoz hasonló módon vizsgálhatóvá válik:

$$\{\eta_{ij}\} \{E_i\} = \{\pi_i / \omega_k\} .$$

A rendszeridentifikáció a veszteségtényező mátrix alapján történik, szélessávu stacionáris sztochasztikus gerjesztések esetén az egyes alrendszerek energiaszintjeinek várható értékei meghatározhatók. Az átlagos energiaszintek ismeretében szükség szerint számíthatók a kitérés, sebesség, gyorsulás vagy hangnyomásszint értékek.

2. UJ EREDMÉNYEK

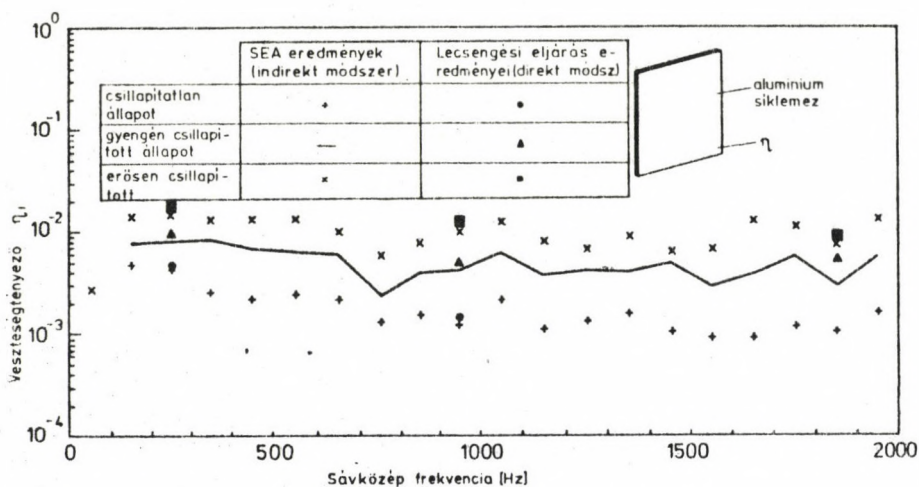
A vizsgálatok célja - megfelelő elméleti tanulmányok alapján - iparilag alkalmazható mérési eljárások és software létherozása volt.

Energiamódszeren alapuló indirekt számítógépes eljárást dolgoztunk ki a veszteségtényező hatékony mérésére tranziens technika alkalmazásával.

Az 1. ábra egy kísérleti modell veszteségtényező értékeit mutatja a frekvencia függvényében, az eredményeket a kidolgozott új eljárás segítségével nyertük. A gyengén, közepesen és erősen csillapított lemez energiamódszerrel mért veszteségtényező értékei jó összhangban vannak a klasszikus lecsengési technikával kapott eredményekkel. Ha egy vizsgált frekvenciasávban jobban és kevésbé csillapított módusok keverednek, akkor az utózengési idők alapján kapott eredmények nem interpretálhatóak egyértelműen, de a kidolgozott energiaeljárás az SEA számára használható eredményeket ad. A munka eredményeképpen lehetővé vált a strukturális veszteségtényezők pontos és egyértelmű becslése.

A csatolási veszteségtényező közvetlenül csak ideális kötések esetében számítható, ezért a legtöbb gyakorlati esetben a becslést kísérleti eredményekre kell alapozni. Egy összetett rendszer teljes veszteségtényező mátrixa egy méréssorozattal meghatározható úgy, hogy a méréseket a kész összeszerelt rendszeren végezzük.

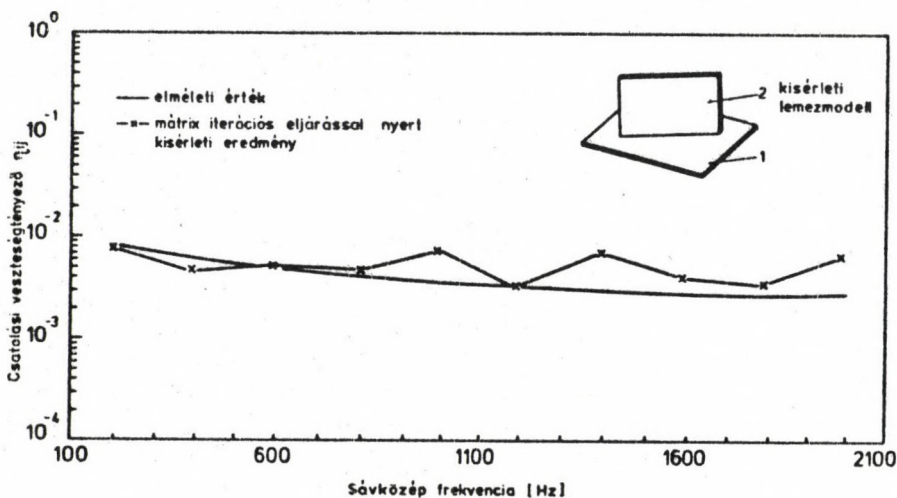
Tranziens technikára alapuló mátrix iterációs eljárást dolgoztunk ki, melynek segítségével bonyolult szerkezetek gyakorlatban is használható SEA rendszeridentifikációja vált lehetővé.



1. ábra
Kísérleti lemezmodell veszteségtényezői a frekvencia függvényében

Az eljárás figyelemreméltó pontossággal adja meg a teljes veszteségtényező mátrixot, a sztochasztikus gerjesztések helyett a tranziens technika alkalmazásával jelentősen csökkent a mérések során feldolgozandó adatmennyiség.

Az eljárás gyakorlati alkalmazhatóságát először egy jól definiált siklemez-siklemez csatlakozáson próbáltuk ki. A vizsgálataink azt mutat-



2. ábra
Kísérleti lemezmodell csatlakozási veszteségtényezője a frekvencia függvényében

ták, hogy a módszer az elméleti értékekkel jó összhangban lévő kísérleti eredményeket ad.

A 2. ábra egy kísérleti lemezkonfiguráció tranziens mátrix iterációs eljárás segítségével mért csatolási veszteségtényezőjét mutatja a frekvencia függvényében. Az ábrán a mérési eredmények összehasonlíthatók az elméleti értékkel.

További ellenőrzéseket végeztünk különféle csillapítási viszonyok között. Megállapítható volt, hogy az új eljárás alkalmas bonyolultabb rendszerek komplex vizsgálatára.

A mérési eredmények és modellezési megfontolások alapján az iterációs eljárással kapott veszteségtényező mátrix segítségével a vizsgált rendszer teljes Statisztikus Energia Analízis modellje felállítható. A kapott modell alapján az adott sztochasztikus gerjesztési viszonyok mellett becsülhetők az egyes alrendszerek energiaszintjei.

Az ipari alkalmazások szempontjából nagy jelentősége van bonyolult, drága berendezések esetében konstrukció módosítási variánsok vagy optimalizálási feladatok szimulálásának. Egy ilyen vizsgálat során számos szerkezeti jellemző, paraméter változtatható. Összetett rendszerek esetében a teljes rendszer-modell segítségével előre jelezhetők a változtatások várható kihatásai.

3. ÖSSZEFOGLALÁS

A kutatások eredményeképpen ipari célokra is alkalmazható eljárás és software született.

A szerkezeti dinamika új tudománya, a Statisztikus Energia Analízis a mérnöki gyakorlat számos területén igen hatékony eszközként alkalmazható konstrukciós-, zaj-, rezgés- és dinamikai problémák megoldására.

PUBLIKÁCIÓS JEGYZÉK

1. G.T. ENDRŐCZI: Drive-rod for velocity error correction. Proc. INTER-NOISE '81 Congress, Amsterdam, 313 (1981)
2. J. FEHÉR, S. DEME, B. SZABÓ, I. VÁGVÖLGYI, P.P. SZABÓ, M. RÁNKY, A. CSŐKE, Yu.A. AKATOV*: A new thermoluminescent dosimeter system for space research. Adv. Space Res., 1, 61 (1981)
3. J. FEHÉR, S. DEME, B. SZABÓ, I. VÁGVÖLGYI, P.P. SZABÓ, M. RÁNKY, A. CSŐKE, Yu.A. AKATOV*: Uj magyar dózismérő, a "PILLE", az űrkutatásban. Finommechanika - Mikrotechnika, 20, 21 (1981)
4. T. LIPPÉNYI: A lézeres mikrosebészet optomechanikai kérdései. Finommechanika - Mikrotechnika, 20, 163 (1981)
5. F. SZLÁVIK, J. BOLYKY, GY. KOZMANN, T. WOLF, Z. ANTALÓCZY*, L. REGŐS*: Remarks on the Design of a Small Computer-Aided ECG Analysis System. Adv. Cardiol., 28, 99 (1981)
6. I. PRÉDA*, Z. ANTALÓCZY*, I. BUKOSZA*, GY. KOZMANN, A. SZÉKELY*: New electrocardiological infarct criteria in the presence of left bundle branch block (surface mapping study). Progress in Electrocardiology. Ed.: P.W. MacFerlane, Pitman Medical, London, 231 (1979)
7. Z. ANTALÓCZY*, I. PRÉDA*, GY. KOZMANN, ZS. CSERJÉS: Quantitative evaluation of body surface maps in normal and pathological conditions. Models and Measurements of the Cardiac Electric Field. Ed.: Schubert, Plenum Publ. Corp., New York, 105 (1982)
8. GY. KOZMANN, I. PRÉDA*: Estimation of cardiac excitation on the basis of stimulus response functions and epicardial activation isochrones. Models and Measurements of the Cardiac Electric Field. Ed.: Schubert, Plenum Publ. Corp., New York, 141 (1982)
9. I. PRÉDA*, GY. KOZMANN, Z. ANTALÓCZY*: Surface Mapping Characteristics of Left Fascicular Blocks. Models and Measurements of the Cardiac Electric Field. Ed.: Schubert, Plenum Publ. Corp., New York, 205 (1982)
10. ZS. CSERJÉS, GY. KOZMANN, I. PRÉDA*: Minicomputer Program Package for Solving the Forward Problem of Electrocardiology. Electrocardiology 81'. Eds.: Z. Antalóczy, I. Préda, Akadémiai Kiadó, 159 (1982)
11. GY. KOZMANN, I. PRÉDA*, Z. ANTALÓCZY*: Possible Role of Body Surface Acceleration Mapping in the Interpretation of Cardiac Electromechanical Activity. Electrocardiology 81'. Eds.: Z. Antalóczy, I. Préda, Akadémiai Kiadó, 159 (1982)
12. I. PRÉDA*, GY. KOZMANN, Z. ANTALÓCZY, S. BÉKÉSI*, K. TÓTH*, E. NIESZNER: Variability of Body Surface Potential Distributions: Statistical Analysis of Extreme Values. Electrocardiological 81'. Eds.: Z. Antalóczy, I. Préda, Akadémiai Kiadó, 235 (1982)
13. GY. KOZMANN, I. PRÉDA*, Z. ANTALÓCZY, S. BÉKÉSI*, K. TÓTH*, E. NIESZNER: Variability of Body Surface Potential Distributions: Statistical Analysis of Positive and Negative Polarity Areas. Electrocardiology 81'. Eds.: Z. Antalóczy, I. Préda, Akadémiai Kiadó, 241 (1982)

14. T. WOLF, GY. KOZMANN, F. SZLÁVIK, Z. ANTALÓCZY*, I. PRÉDA*, L. REGŐS*, A. SZÉKELY*, S. BIRÓ*, N. KÁLDI*, W. GLEISER*, H. REISSMANN*, M. RÜBESAMEN*: Evaluation of the "Budapest" Program System, Chemical Experience, Comparison with the AVA Program. *Electrocardiology* 81'. Eds.: Z. Antalóczy, I. Préda, Akadémiai Kiadó, 469 (1982)
15. T. WOLF, L. REGŐS*: Multistage Decision Method in the "Budapest" Computerized ECG Diagnostic System. *Electrocardiology* 81'. Eds.: Z. Antalóczy, I. Préda, Akadémiai Kiadó, 519 (1982)
16. J. BOLYKY: Application of Microcomputer-Based ECG Data Collecting Terminal. *Electrocardiology* 81'. Eds.: Z. Antalóczy, I. Préda, Akadémiai Kiadó, 529 (1982)
17. GY. KOZMANN, I. PRÉDA*, S. BÉKÉSI, ZS. CSERJÉS: Measurement and Interpretation of Body Surface Acceleration Maps. *Acta Cardiologica*, 36, 327 (1981)
18. S. BÉKÉSI: A Suboptimal Feature Extraction Method in Surface Mapping Investigations. *Adv. Cardiol.*, 28, 137 (1981)
19. T. WOLF, F. SZLÁVIK, S. BIRÓ*, Z. ANTALÓCZY*, A. SZÉKELY*, L. REGŐS*: Rövid EKG felvétel ritmusanalízise számítógéppel. *Cardiologia Hung.*, 11, 51 (1982)
20. M.F. RÁNKY: Vibrational Energy Distribution and Propagation Measurements in Honeycomb and Corrugated Spacecraft Components. "Acoustics '81", Institute of Acoustics University of Newcastle-upon-Tyne, 107 (1981)

SZÁMÍTÓKÖZPONT

(SZK)

A Számítóközpont 1980-ban vált ki a Mérés- és Számítástechnikai Kutatóintézetből, és ezen idő óta működik önálló szervezeti egységként. Feladata a KFKI központi számítógépparkjának hardware és software üzemeltetése és tudományos kutatások folytatása.

Az intézet központi számítógépe jelenleg az 1977-ben telepített ES-1040 számítógép 1 Mbyte központi tárral és 640 Mbyte háttértárral. Ehhez egy TPA-70 front-end számítógépen keresztül 20 display terminál kapcsolódik. A terminálok használatát az intézetben kifejlesztett CEDRUS interaktív szövegszerkesztő rendszer teszi lehetővé.

A számítógép üzemeltetési mutatói az elmúlt 2 évben az alábbiak szerint alakultak:

| | <i>Az ES-1040 konfiguráció műszaki határfoka éves átlagban (%)</i> | <i>Job-ok futtatására fordítható idő (óra/év)</i> | <i>Összes job-ok száma (db/év)</i> |
|------|--|---|--|
| 1981 | 92,32 | 7390 | 66324 |
| 1982 | 89,37 | 7458 | 73761 |

Az utóbbi időben egyre több olyan feladat merül fel a különböző kutatási területeken, amelynek megoldásához a jelenlegi konfiguráció erőforrásai (memória, gépidő) nem elégségesek. Ez egyre inkább szükségessé teszi egy új, nagyobb teljesítményű számítógép beszerzését.

Jelenleg a Mérés- és Számítástechnikai Kutatóintézettel együttműködve folynak hardware és software fejlesztések, amelyek lehetővé teszik az intézet különböző helyein telepített mérőközpontok kiegészítését és a központi gép közötti hálózati kapcsolatot. Ennek a hálózatnak a teljes kiépítése azonban csak egy új, nagyobb teljesítményű gép üzembeállítása után lesz lehetséges.

A Számítógéppontban folyó tudományos munka részben a központi számítógép üzemeltetésének problémáihoz kapcsolódik. Számos vizsgálatot végeztünk az operációs rendszer szűk keresztmetszeteinek felderítésére, és igyekeztünk a rendszert a felhasználói követelményekhez hangolni. 1981 végén bevezettük a CÉDRUS interaktív szövegszerkesztő rendszerrel együttműködő HASP spooling rendszert, amely a gép átbocsátó képességét kb. 14 %-kal növelte meg. Folyamatban van egy monitor program kidolgozása, amellyel FORTRAN programokat a futási idő folyamán lehet nyomonkövetni; az így kapott adatok segítenek a program optimalizálásában.

A felhasználók munkáját számos programkönyvtár segíti, amelyekben az alkalmazási területek széles körére találhatók kész programok vagy szubrutinok. Aktív cserekapcsolatot tartunk fenn különböző külföldi kutatóhelyekkel, ami lehetővé tette számunkra több értékes programtermék beszerzését. A programkönyvtár-állományt tovább bővítettük. A már több éve használt programkönyvtárak mellé (IMSL, SL-MATH, CERN, Computer Physics Communication könyvtárak) további numerikus matematikai szubrutincsomagokat vezettünk be (EISPACK, RUTHERFORD, HARWELL könyvtárak). A RUNOFF szövegszerkesztő rendszernek egy új változatát dolgoztuk ki, a DRUNOFF-ot, amely a korábbi változatoknál lényegesen több szolgáltatást nyújt. Az intézet könyvtára számára rendszeresen végezzük bibliográfiai adatok számítógépes feldolgozását.

Hosszabb ideje folytatunk kutató-fejlesztő munkát a formulamanipulációs nyelvek területén. Beszereztünk és a felhasználók számára hozzáférhetővé tettünk több ilyen programrendszert is (FORMAC, ASHMEDAI, SCHOOSCHIP, REDUCE2). Ezek közül elsősorban a REDUCE2 formulamanipulációs nyelvet említjük, amelyet többek között elméleti fizikai analitikus számításokban alkalmaznak felhasználóink. Megkezdtük a Chalk River Laboratory (Kanada) által kifejlesztett FORSIM-VI programrendszer adaptálását, amely többek között a reaktorfizikában előforduló közönséges és parciális differenciálegyenletek megoldására használható. Üzembe helyeztük az R40 gépen az IDMS adatbáziskezelő programrendszert és kísérleti alkalmazásokat dolgoztunk ki.

Kutatásokat folytattunk a numerikus számítási módszerek területén. Eredményeket értünk el a Padé-approximációk tulajdonságainak tisztázásában és általánosításában, melyeket gépi programokban használtunk fel. Foglalkoztunk mátrixok általánosított inverzének vizsgálatával. Az itt elért eredményeket az Izotóp Intézet szakembereivel közös kutatásokban hasznosítottuk, és ebben a témában egy kandidátusi értekezés is született.

Vizsgáltuk a lineáris algebrai feladatok megoldására használt konjugált irányok módszerét, különös tekintettel ezek stabilitási tulajdonságaira.

Az elmúlt időszakban a számítógép konfigurációja nem bővült. Az üzemeltetés hatékonyságát ezért saját műszaki fejlesztéssel is igyekeztünk növelni. Ezek közül a legjelentősebbek:

- mágnesszalag vezérlő módosítása. (Jelentős mértékben megnövelte a más számítóközpontokból származó mágnesszalagok olvasási biztonságát.)
- az eredeti mechanikus konzol kiváltása. (A megbízhatatlan mechanikus vezérlő írógépet egy display-ből és egy mátrixnyomtatóból álló konzol perifériával váltottuk ki. Ezzel nagymértékben sikerült megnövelni az üzembiztonságot és elősegíteni a hatékonyabb operátori munkát.)
- az EC-7054 rajzgépnél a helyi igényeket kielégítő műszaki eszközökkel való felszerelése. (Lehetővé vált a rajzasztal mágnesszalagról történő vezérlése, és egy, az IC gyártáshoz szükséges maszkvágó adapter használata.)

ÁLTALÁNOSÍTOTT PADÉ APPROXIMÁCIÓK

Németh G.

1. BEVEZETÉS

Algebrai vagy transzcendens függvények közelítése - könnyen kiszámítható polinomokkal vagy racionális törtekkel - fontos szerepet játszik a matematikai kutatásokban. Jól ismert tény, hogy az elektronikus számológépek (talán) első lényeges alkalmazásai - tudományos és műszaki számítások - erősen függenek az alkalmazott függvény-approximációs módszerektől.

Hatékony közelítő kifejezéseket könnyen lehet kapni Taylor sorfejtés segítségével. Sokszor egy folyamatot leíró egyenletek olyan bonyolultak, hogy ez a legegyszerűbb (ha nem az egyetlen lehetséges) út a megoldás megközelítéséhez. Tekintsük egy $f(x)$ függvényt, amely $x = 0$ körül hatványsorával adható meg:

$$f(x) \sim a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots, \quad x \rightarrow 0.$$

Sajnos, az x argumentum értékei gyakran olyanok, hogy a sor nem konvergál és e formális sort kvantitatív számításokhoz nem tudjuk használni. Mégis, a sor együtthatóin keresztül rendelkezik valódi (bár rejtett) információval a függvényről. Tudjuk pl. az analitikus függvények matematikai elméletéből, hogy a sor a_0, a_1, a_2, \dots együtthatói a függvényt teljesen meghatározzák. Célszerű tehát olyan algoritmust keresni, amely képes hasznosítani az említett információkat; segít meghatározni a függvény értékeit, szingularitásainak helyét és típusát, analitikus folyta-

tást és konvergencia gyorsítást tesz lehetővé. Ilyen típusu problémák megoldására alkalmas módszer a Padé approximáció.

A Padé közelítések a Taylor sor együtthatóiból határozhatók meg. Definíáljuk a $P_n(x)$ n -ed fokú és $Q_m(x)$ m -ed fokú polinomot oly módon, hogy hányadosuk sorfejtése $f(x)$ sorfejtésével az $n+m$ -ik tagig megegyezzen:

$$f(x) = \frac{P_n(x)}{Q_m(x)} + O(x^{n+m+1}), \quad x \rightarrow 0. \quad (1)$$

Példák mutatják, hogy e törtek képesek analitikusan folytatni a függvényt a konvergencia körén kívülre is, és ezért a Padé közelítés divergens aszimptotikus sorokra (a függvény nagy argumentumra vonatkozó sorfejtéseinél) sikeres szummációs eljárásnak tekinthető.

Ebben a cikkben áttekintést adunk a Padé és általánosított Padé approximációkkal kapcsolatos vizsgálatainkról.

2. A PLAZMA DISZPERZIÓS FÜGGVÉNY KÉT-PONT KÖZELITÉSE

Bizonyos fizikai számításokkal kapcsolatban vizsgáltuk a $\mathcal{Z}(s)$ un. plazma diszperziós függvényt¹

$$\mathcal{Z}(s) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{e^{-t^2}}{t-s} dt = i\sqrt{\pi} e^{-s^2} - 2e^{-s^2} \int_0^s e^{u^2} du, \quad ,$$

valamint (általánosabban)² az

$$F(x) = \mu \int_0^1 (1-u)^{\mu-1} e^{ux} du, \quad \mu > 0$$

függvényt. Ennek $\mu = 1/2$ speciális esete tartozik $\mathcal{Z}(s)$ -hez. A fő probléma olyan közelítés szerkesztése, amely egyaránt jó $x = 0$ és $x = \infty$ közelében.

Definíció. Egy $f(x)$ függvényhez, mely kielégíti az

$$f(x) \sim \sum_{i=0}^{\infty} c_i x^i, \quad x \rightarrow 0, \quad ,$$

$$f(x) \sim \sum_{i=0}^{\infty} d_i x^{-i-1}, \quad x \rightarrow \infty$$

feltételeket, tekintsük azt az $R_k(x)$ racionális törtet

$$R_k(x) = \frac{p_0 + p_1 x + \dots + p_{k-1} x^{k-1}}{1 + q_1 x + \dots + q_k x^k}, \quad k = 1, 2, \dots, \quad ,$$

amely eleget tesz az alábbi relációknak:

$$f(x) - R_k(x) = O(x^{k+m}), \quad x \rightarrow 0,$$

$$f(x) - R_k(x) = O(x^{-k+m-1}), \quad x \rightarrow \infty,$$

ahol $0 \leq m \leq k$ szabad paraméter. Az $R_k(x)$ törtet a függvény két-pont közelítésének nevezzük.

A definícióból látható: a tört együtthatóinak meghatározásához $k+m$ tagot veszünk az $x = 0$ körüli sorból és $k-m$ tagot az $x \rightarrow \infty$ körüli sorból.

Az $F(x)$ függvényre a probléma egzakt zárt alakban megoldható. A következőkben röviden felsoroljuk az idevonatkozó eredményeket bizonyítás nélkül.

2.1 Tétel. A számláló és nevező polinomok ugyanazt a három tagu rekurziós képletet elégítik ki².

2.2 Tétel. Az $R_k(x)$ törtek, ha m rögzített, konvergálnak $F(x)$ -hez $k \rightarrow \infty$ esetén az egész pozitív tengelyen geometriai $\frac{1}{2}k$ sebességgel.

2.3 Tétel. Az $R_k(x)$ törtek, ha $m \rightarrow \infty$ úgy, hogy $\lim_{k \rightarrow \infty} \frac{m}{k} = \beta$ ($0 \leq \beta \leq 1$) konvergálnak $F(x)$ -hez az egész pozitív tengelyen geometriai $\varphi^{\frac{1}{k}}$ sebességgel ($\varphi = \beta^\beta (1-\beta)^{1-\beta} 2^{\beta-1}$). A leggyorsabb konvergencia $\beta = \frac{1}{3}$ és $\varphi = \frac{1}{3}$ esetén áll fenn. Ebből az eredményből következik, hogy m legjobb értéke $[k/3]$. A konvergencia eredmények kiterjeszthetők a komplex sík olyan tartományaira, melyek szimmetrikusak a pozitív tengelyre. Ahhoz, hogy ez lehetséges legyen, ismerni kell a pólusok (a nevező gyökei) eloszlását a síkon.

1. Lemma. A $Q_k(z)$ polinomoknak nincs gyöke az

$$S = \{z = x+iy \in \mathbb{C}, y^2 < 4(m+\mu)(x+m+\mu)\}$$

parabola alaku tartományban.

Tekintsük ennek S_r részeit

$$S_r = \{z = x+iy \in \mathbb{C}, y^2 < 4r(m+\mu)(x+m+\mu)\}.$$

2.4 Tétel. Az $R_k(z)$ törtek konvergálnak $F(x)$ -hez S_r -ben geometriai sebességgel, ha $0 < r < 3-2\sqrt{2}$.

Szektorszerű

$$W = \{z = x+iy \in \mathbb{C}, |\arg z| < \theta\}$$

tartományban véges m esetén mindig van a $Q_k(z)$, $k = 0, 1, 2, \dots$ polinomoknak gyöke. Azonban ha $m = [\beta k]$, akkor létezik olyan szektor, amelyben $Q_k^{[\beta k]}(z)$ -nek nincs gyöke.

2. Lemma. A $Q_k^{[\beta k]}(z)$ polinomnak a

$$W_\beta = \{z = x+iy \in \mathbb{C}, |\arg z| < \arccos \frac{1-\beta}{1+\beta}\}$$

szeletben nincs gyöke.

Ez utóbbi alapján kapjuk:

2.5 Tétel. Az $R_k^{[\beta k]}(z)$ törtek konvergálnak $F(z)$ -hez geometriai sebességgel egy W_* végtelen szeletben².

3. RACIONÁLIS KÖZELÍTÉSEK MEGHATÁROZÁSA MÁS SOROKBÓL

A Bevezetésben a Padé közelítést az (1) képlettel definiáltuk. Ha a hatványfüggvények helyett tetszőleges alakú $\phi_0(x), \phi_1(x), \phi_2(x), \dots$ függvényeket használunk, az így nyert közelítéseket általánosított Padé közelítéseknek nevezzük. Az új egyenletek:

$$f(x) = c_0 \phi_0(x) + c_1 \phi_1(x) + \dots, \quad (2)$$

$$f(x) - \frac{\sum_{k=0}^n p_k \phi_k(x)}{\sum_{k=0}^m q_k \phi_k(x)} = s_1 \phi_{n+m+1}(x) + s_2 \phi_{n+m+2}(x) + \dots \quad (3)$$

Az utóbbiban szereplő p_k, q_k számok ismeretlenek. A klasszikus közelítés kényelmes sajátossága az, hogy az ismeretlenek lineáris egyenletből nyerhetők. (3)-nak nincs meg ez a tulajdonsága. Ezért célszerű módosítani:

$$\left\{ \sum_{k=0}^m q_k \phi_k(x) \right\} f(x) - \sum_{k=0}^n p_k \phi_k(x) = s_1 \phi_{n+m+1}(x) + s_2 \phi_{n+m+2}(x) + \dots \quad (4)$$

Most már p_k -ra és q_k -ra nyerhetünk (véges vagy végtelen) egyenletrendszert. A gyakorlatban, amikor nem ismerjük $\phi_k \phi_l$ kifejtéseit ϕ_1 szerint, célszerű kissé másként eljárni. Az általános $\phi_k(x)$ helyett dolgozzunk ortogonális polinomokkal (Legendre, Csebisev, Laguerre, Hermite), ezekre ismeretes rekurzív reláció

$$x \phi_k = a_k \phi_{k+1} + b_k \phi_k + c_k \phi_{k-1}, \quad k = 1, 2, \dots,$$

ahol az együtthatók x -től függetlenek. Könnyen képezhető az

$$x^k f(x) = \sum_{i=0}^{\infty} c_i^{(k)} \phi_i(x)$$

sor, amelyből q_k -ra nyerjük az alábbi rendszert:

$$\sum_{k=0}^m q_k c_l^{(k)} = 0, \quad i = n+1, n+2, \dots, n+m.$$

A további részleteket lásd³.

4. AZ EXPONENCIÁLIS FÜGGVÉNY KÖZELITÉSE VÉGTELEN INTERVALLUMON

Az e^{-x} függvény racionális közelítése a (4) módszer segítségével nyerhető. Alapfüggvényként célszerűek az általánosított Laguerre polinomok⁴.

3. Lemma. Racionális közelítések e^{-x} -re $(0, \infty)$ -ben

$$R_{n,m}(x) = \frac{\sum_{k=0}^n \frac{(n+m-k)!}{2^{k+\alpha+1} (n+\alpha+2)_m} \frac{1}{(n-k)!} L_k^{(\alpha)}(x)}{\sum_{k=0}^m \frac{2^k \binom{-m}{k}}{(n+\alpha+2)_k} L_k^{(\alpha)}(x)}.$$

Speciálisan $\alpha = 0$, $n = m$ esetén érvényes a

4.1 Tétel. A közelítés aszimptotikus hibájára érvényes, hogy

$$\lim_{n \rightarrow \infty} |e^{-x} - R_{n,n}(x)|^{1/n} \leq \frac{1}{4}.$$

Ez az eredmény igazolja Erdős egy korábbi sejtését. Továbbá létezik másik sorozat, melyre erősebb korlát nyerhető.

4.2 Tétel. Olyan törtre, ahol $n \rightarrow \infty$, $m \rightarrow \infty$ úgy, hogy $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{m}{n} = \beta$ és β a $2(\beta-1)^{\beta-1}(\beta+1)^{\beta+1} = 3^{2\beta+1}\beta^{2\beta}$ egyenlet gyöke, érvényes, hogy

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \max |e^{-x} - R_{n, [\beta n]}(x)|^{1/\beta n} \leq \frac{1}{6,475}.$$

Ez a korlát jelenleg a legjobb Saff és Varga⁵ "1/9" sejtésével kapcsolatban.

5. EGY SZAKADÁSOS FÜGGVÉNY RACIONÁLIS KÖZELITÉSE

A legegyszerűbb szakadásos függvény $f(x) = \operatorname{sgn}(x)$, ahol $-\infty < x < \infty$

(4) alapján a következő sorból approximálható

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n H_{2n+1}(x)}{4^n n! (2n+1)}.$$

4. Lemma. Az $f(x) = \operatorname{sgn}(x)$ függvény (4) szerinti racionális közelítései:

$$R_{\ell, m}(x) = \frac{4x \frac{\Gamma(3/2+\ell)}{\Gamma(1/2+m)} \frac{m!}{\ell!} \sum_{k=0}^{\ell} \frac{(-\ell)_k (1/2-m)_k}{k! (3/2)_k (3/2)_k} x^{2k}}{\sqrt{\pi} \sum_{k=0}^m \frac{(-m)_k (-1/2-\ell)_k}{k! k! (1/2)_k} x^{2k}},$$

$$0 \leq \ell \leq m-1, \quad m = 1, 2, \dots$$

Az $\ell = m-1$ esetben (v.ö. 6.) nyerhető az

5.1 Tétel. Az $R_{m-1, m}(x)$ törtek $m \rightarrow \infty$ esetén konvergálnak $f(x) = \operatorname{sgn}(x)$ -hez minden x -re. Speciálisan a konvergencia geometriai az $\alpha_0/m < |x| < \frac{3}{2}\sqrt{3m}$ intervallumokban. A sebességére jellemző a

$$\lim_{m \rightarrow \infty} |f(x) - R_{m-1, m}(x)|^{1/m} = \frac{1}{(1-\frac{1}{p})^3} \exp\left(\frac{1}{2} \frac{1-3p^2}{p^2(1-p)}\right)$$

érték, ahol $\alpha = \lim_{m \rightarrow \infty} x/\sqrt{m}$ és $\alpha^2 = p^{-2}(1-p)^{-1}$. Az α_0 szám az

$$F(\alpha) = \frac{4\alpha}{\sqrt{\pi}} \frac{\sum_{j=0}^{\infty} \frac{\alpha^{2j}}{j! (3/2)_j (3/2)_j}}{\sum_{j=0}^{\infty} \frac{\alpha^{2j}}{j! j! (1/2)_j}}$$

függvény zéróhoz legközelebbi maximumhelye; $\alpha_0 = 1,3449$ közelítőleg.

5.1 Következmény. A közelítés Gibbs konstansa $x = 0$ -nál $F(\alpha_0) = 1,0081$. Tehát a szakadási hiba 1% alatt marad. Ha analóg módon ugyanazt a függvényt a $(-1, 1)$ intervallumban Fourier-sorral közelítjük (mint ismeretes), a Gibbs konstans

$$\frac{2}{\pi} \int_0^{\pi} \frac{\sin x}{x} dx = 1,179$$

A szakadási hiba 17% felett van.

6. NÉGYZETES PADÉ KÖZELÍTÉS

Tegyük fel, hogy létezik három olyan polinom $S_{\ell}(x)$, $Q_k(x)$, $P_n(x)$, hogy az alábbi reláció áll fenn:

$$S_{\ell}(x) f^2(x) + Q_k(x) f(x) + P_n(x) = O(x^{\ell+k+n+2}), \quad x \rightarrow 0$$

akkor az $S_\ell F^2 + Q_k F + P_n = 0$ másodfokú egyenlet megoldását, F -et, négyzetes Padé közelítésnek nevezzük. F nyilván nem racionális tört, mert tartalmaz négyzetgyökvonást.

Bemutatjuk modellt problémaként e^{-x} négyzetes közelítését $(0, \infty)$ -ban az $\ell = n$ esetre.

5. Lemma. Az e^{-x} -re vonatkozó négyzetes közelítés polinomjai a következők⁷:

$$S_n(x) = \frac{(-1)^k k!}{2n!} \sum_{j=0}^n x^j \sum_{\ell=0}^j \frac{\binom{2+k+\ell}{2} n}{\ell!(j-\ell)!} (-1)^\ell,$$

$$Q_k(x) = x^k {}_3F_0\left(-\frac{k}{2}, \frac{1-k}{2}, n+1; ; 4/x^2\right), \quad P_n(x) = (-1)^n S_n(-x).$$

Ezekkel az explicit eredményekkel nyerhető a

6.1 Tétel. Tegyük fel, hogy $n \rightarrow \infty$, $k \rightarrow \infty$, úgy, hogy

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \frac{n}{k} = \beta, \quad 0 \leq \beta \leq 1,$$

akkor

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \max |e^{-x} - F_{n,k}(x)|^{1/k} = G(\beta).$$

A $G(\beta) < 1/2$ függvény minimális értéke $\beta = 1/2$ esetén $(2+\sqrt{3})^{-1}$. Ez azt jelenti, hogy a közelítések konvergálnak legalább $\frac{1}{2}k$ sebességgel e^{-x} -hez $(0, \infty)$ -ben. Ez az eredmény jobb a megfelelő klasszikus Padé közelítésre vonatkozóánál, mert a Padé táblában vannak nem geometriai konvergenciájú sorozatok is.

7. POLINOM TIPUSU PADÉ KÖZELÍTÉSEK

Nemrégén vizsgáltuk a (klasszikus) Padé közelítéssel kapcsolatban azt a kérdést, hogy mikor lesz a tört

$$R_n(x) = \frac{P_n(x)}{P_n(-x)}$$

alaku, azaz "polinom típusu"⁸. A fő eredmény a következő:

7.1 Tétel. Tegyük fel, hogy adva van $f(x)$ sora,

$$f(x) \sim c_0 + c_1 x + c_2 x^2 + \dots,$$

továbbá: 1./ $f(x)f(-x) = 1$

2./ a fődiagonális közelítések léteznek,

akkor $R_n(x)$ polinom típusu.

A Stirling sorra a $P_n(x)$ polinom együtthatóit kiszámítottuk igen nagy pontosságra a KFKI R-40 számológépén rendelkezésre álló, egész számokkal dolgozó formula manipulációs nyelvek (REDUCE2, FORMAC) segítségével.

HIVATKOZÁSOK

1. G. Németh, Á. Ág, Gy. Páris, Two-sided Padé approximations for the plasma dispersion function, *J. Math. Phys.*, 22 (1981) 1192-1195
2. G. Németh, Geometric Convergence of Some Two-point Padé Approximations, KFKI-1981-19, preprint
3. K. Juhász, G. Németh, Padé approximation and its generalizations, *ATOMKI Közl.*, 22 (1980) 281-300
4. G. Németh, Notes on generalized Padé-approximation, *Approximation and Function Spaces* (ed.: Z. Ciesielski) North-Holland, Amsterdam (1981) 484-508
5. R.S. Varga, *Topics in polynomial and rational interpolation and approximation*, Les presses de l'Université de Montreal, Montreal, Canada (1982)
6. G. Németh, Generalized Padé approximation of a discontinuous function (publikálatlan kézirat)
7. G. Németh, Geometric Convergence of Some Quadratic Approximations, KFKI-1982-79, preprint
8. G. Németh, M. Zimányi, Polynomial Type Padé Approximants, *Mathematics of Computation*, 38 (1982) 553-565

PUBLIKÁCIÓS JEGYZÉK

1. J. BUDAY, V. GÖLLESZ*, GY. HEGEDŰS*, I. KAPOSÍ: A táplálkozási szokások és a testi fejlődés néhány összefüggése. *Gyógypedagógiai Szemle* 4, 241 (1981)
2. L. CSER, F. FRANEK*, I. GLADKIH, A.B. KUNCHENKO*, Y.M. OSTANEVICS*: General Shape and Hapten-Induced Conformational Changes of Pig Antibody against Dinitrophenyl. A Small-Angle Scattering Study. *Eur. J. Biochem.* 116, 109 (1981)
3. L. CSER, I. GLADKIH, F. FRANEK*, Y.M. OSTANEVICS*: Investigation of antibody structures by scattering techniques. *Colloid and Polymer Sci.* 259, 625 (1981)
4. L. CSER, I. GLADKIH, D. HÄDGE*, H. AMBROSIUS*: X-Ray small-angle scattering study of general structure of chicken immunoglobulin Y. *Immunology Letters* 4, 15 (1982)
5. A. DÖRNYEI: Számlálásos ciklusokból felépíthető programok magnyelveinek szerkezetéről. *Alkalmazott Matematikai Lapok* 7, 287 (1981)
6. GY. HEGEDŰS*, J. BUDAY, V. GÖLLESZ*, I. KAPOSÍ, L. KELÉDI*, L. RENDI*: A táplálkozási szokások és a testi fejlődés néhány összefüggése. *Gyógypedagógiai Szemle* 1, 53 (1981)
7. É. SCHERER, J. MOLDVAI, V. VESZELI: Számítógépes információfeldolgozás a Központi Fizikai Kutató Intézet könyvtárában. *Információ Elektronika* 5, 280 (1981)

8. G. NÉMETH, Á. ÁG, GY. PÁRIS: Two-sided Padé approximations for plasma dispersion function. *Math. Phys.* 22, 1192 (1981)
9. G. NÉMETH, M. ZIMÁNYI: Polynomial Type Padé approximations. *Mathematics of Computation* 38, 553 (1982)
10. G. NÉMETH: Notes on generalized Padé approximation, *Approximation and Function Spaces*. North-Holland Publ. Co., 484 (1981)
11. I. SZALAY, J. BORBÁS: Segédprogramok az OS segédprogram-rendszer kibővítésére. *Információ Elektronika* 5, 294 (1982)
12. É. VASS: Az R-40 számítógép munkáját dokumentáló programcsomag. *Programozási rendszerek '81*. NJSZT kiadvány (1981)

KFKI
SZABADALMAK
JEGYZÉKE

SZABADALMAK JEGYZÉKE

1981.

| | |
|--|--|
| Eljárás és berendezés biológiai minták fehérjetartalmának meghatározására | Varga L. |
| Tirisztoros tápegység célszerűen laserekhez | Pálmai I. Lévay B. |
| Folytonos üzemű üreges katódú gázlézer a lézer teljesítményének és élettartamának növelésére | Csillag L. Jánossy M. Kroó N. Rózsa K. Tóth J. |
| Folytonos üzemű alapelemekből felépíthető optomechanikai rendszer optikai elemek több szabadságfoku mozgatására | Eisler Gy. |
| Billenőfoglatat optikai elemek két-szabadságfoku állítására | Eisler Gy. Steiner G. |
| Szöghelyzetbeállító szerkezet különösen optikai mérésekhez | Eisler Gy. Lippényi T. |
| Egyenesvonalu helyzetbeállító szerkezet például optikai mérésekhez | Eisler Gy. |
| Berendezések különböző alakú és különböző anyagu termolumineszcens dózismérő anyagok kiértékelésére és pontos - pl. 1 %-nál pontosabb - mérésére | Makra Zs. Soós J. Szabó B. Szabó P.P. Vágvölgyi J. |
| Eljárás és berendezés tríciummal szennyezett alkatrészek dekontaminálására | Biró J. |
| Eljárás összehasonlító (standard) minták előállítására spektroszkópiai vizsgálatokhoz | Matus L. Nyári I. Opauszky I. Pásztor E. |
| Eljárás szilárd anyagok börtartalmának és eloszlásának meghatározására neutronaktivációs analízis segítségével | Bogánics J. Nagy Á. Zanati T. |
| Berendezés folyadék mintaadag vételezésére | Rövid M. |
| Mérőcsuccsal és kapuzó bemenettel ellátott szintmérőkészülék logikai áramkörök működésének vizsgálatára | Bozsó Gy. Kömlos Gy. Ladányi Gy. Rémi I. |

Berendezés mikroprocesszoros fejlesztő rendszerek
áramköri-szintű emulátor egységében mikroprocesszor
emulálására

Almási L.
Bóna G.
Elek Gy.
Erényi I.
Reé E.
Szőnyi L.
Vajda F.

Áramköri elrendezés univerzális RE/PROM programozó
berendezés vezérlésére

Báti F.
Kővári I.
Lőrincze G.
Rédai I.
Rényi I.
Vajda F.
Vashegyi Gy.

Kapcsolószerkezet villanymotorok, például asztali fu-
rógépek gazdaságos üzemeltetésére

Pekári Gy.

Impulzusok koincidencia és antikoincidencia elvén mű-
ködő elektronikus kapcsoló mechanikus vagy érintésre
aktivizálódó kapcsolók pergesmentes működtetésére

Ebergényi S.
Karádi P.
Kővári I.
Leveleki L.
Nyitrai Z.
Szalay M.
Szoják M.
Szőnyi L.

Eljárás és elrendezés pozitív huzalozott ÉS-kapcsola-
tot megvalósító vonalak regenerálására

Báti F.
Kővári I.
Lőrincze G.
Reé E.
Szalay M.
Szepesi G.
Szűcs F.K.
Zsembery J.

Eljárás és berendezés rögzített utasítás-készletű
mikroprocesszorok működésének módosítására a mikro-
processzor adatbemenetére adott információ figyelé-
sével és módosításával

Báti F.
Ebergényi S.
Holtzer L.
Karádi P.
Kecskés F.
Láng I.
Leveleki L.
Szalay M.
Szőnyi L.

Folyadékadagoló berendezés

Bak B.
Bartucz I.
Egri B.
Engard F.

Fotometriás mérőedény

Bak B.
Egri B.

- Eljárás és berendezés digitális adatátviteli lánc különböző sebességű átvitelt kezdeményező és átvitelt végrehajtó elemeinek egymáshoz való szinkronizálására soros vagy paralel adatátvitelnél
Koch J.
Kozma Gy.
Sándor M.P.
Szabó L.
Szalai S.
T. Szücs I.
- Eljárás és áramköri elrendezés késleltető áramkörök alapkésleltetésében jelentkező instabilitások csökkentésére
Kozma Gy.
Lohonyai L.
Náday I.
Sándor M.P.
Szabó L.
Zarándy A.
- Eljárás és berendezés analízator-tároló kétirányú adatforgalmának kialakítására
Nagy J.
Sándor M.P.
Szabó L.
Szalai S.
Takács P.
- Eljárás és berendezés különböző anyagu minták nedveségtartalmának meghatározására
Bánki P.
Pretz J.
Tompá K.
Tóth F.
- Hűtőrendszerek anyagminták fizikai jellemzőinek mérésére vákuumtechnikai berendezésekben
Balla J.
- Eljárás és berendezés teljeshullámu egy vagy kétutas fázisérzékeny egyenirányításra
Tóth F.
- Keskenysávu interferenciaszűrő optikai analitikai mérésekhez és eljárás annak előállítására
Apai P.
Lutter A.
- Eljárás és berendezés mágneses buboréktárolók jelének kiolvasására
Szamosujvári S.
Szöllősi J.
- Berendezés ionnyalábok elektrosztatikus mozgatására
Királyhidi L.
Pásztor E.
Riedl P.
- Eljárás kémiai redukciós fürdő előállítására maximális négyzetességű vékony mágneses réteg(ek) leválasztásához
Bánki F.
Binder Gy.
Forgács B.
Gaál E.
- Eljárás és berendezés szilíciumoxid, szilíciumnitrid és szilícium plazmamarási végpontjának, valamint plazmás fotoreziszt eltávolítási végpontjának jelzésére
Gyimesi J.
Gyulai J.
Schiller Rné
Szabó I.
Vályi G.
- Eljárás aktív és passzív áramköri elemeket tartalmazó félvezető eszközök előnyösen integrált áramkörök kialakítására
Czigány I.
Gyimesi J.
Gyulai J.
Kertész I.
Révész P.

| | |
|---|---|
| Eljárás szimbólumtárca előállítására és fényelektromos rajzoló berendezés | Zsemberi J. Binder Gy. Borbély I. Forgács B. Kertes R. Rényi I. Szabó Zs. |
| Berendezés számítógépek utasításkódjának mikroprogramvezérelt átranzformálására | Szabó I. Vajda F. Báti F. Reé E. Ambrózy Gy. Bánki F. Vashegyi Gy. Miskolczi J. |
| Berendezés kettős üzemmódu gyors segédtárolók kialakítására fő tárolóval ellátott digitális számítógépeknél | Bánki F. Bogdány J. Mező I. Szabó P. Lukács J. Briglevics M. Lőrincze G. Vashegyi Gy. |
| Eljárás és berendezés digitális számítógépek működésére jellemző események kiválasztására és arányképzésre | Bánki F. Forró P. Szabó M. Vajda F. Briglevics M. Lőrincze G. Nyitrai Z. Stancsich Gy. |
| Eljárás hazardmentes irányfelismerő logika kialakítására számítógépeknél és adatfeldolgozó berendezéseknél alkalmazott információt továbbító vonalakhoz | Bánki F. Biri J. Endrődy P. Reé E. Kővári I. Lőrincze G. Szűcs F.K. Nyitrai Z. |
| Eljárás és kapcsolási elrendezés számítástechnikai eszközök fejlesztés közbeni próbafuttatására | Erényi I. Bóna G. Réday I. Rényi I. Bogdány J. Csákány A. Forró P. Nyitrai Z. |
| Berendezés mikroprocesszoros fejlesztőrendszerek áramköri szintű emulátor egységében felhasznált memória emulálására | Almási L. Bóna G. Erényi I. Vajda F. Reé E. Elek Gy. Szőnyi L. |

Berendezés számítógépek önvizsgálatához szükséges vezérlőjelek előállítására

Ebergényi S.
Kecskés F.
Szalay M.
Takács I.
Gödény L.
Leveleki L.
Szebényi E.
Tamás Gy.

Eljárás és berendezés digitális számítógéptárolók és ki/bemeneti készülékek címzésére

Almási L.
Miskolczi J.
Nyitrai Z.
Sarkadi J.
Lukács J.
Menes T.
Kerényi L.
Somlai L.

Berendezés számítógépek központi egységéhez kapcsolt kiegészítő egységek üzembiztonságának ellenőrzésére

Karádi P.
Kerényi L.
Somlai L.
Szebényi E.
Vashegyi Gy.
Kenessei J.
Mayer I.
Szalay M.
Szőnyi L.

Berendezés hálózati váltakozó feszültség megengedett érték alá csökkenésének, kimaradásának és/vagy a névleges értékre történő visszatérésének és esetleg egy megengedett érték fölé emelkedésének jelzésére, célszerűen számítógépeknél

Bandzsala I.
Forró P.
Szalay M.
Csepreghy H.K.
Zsigmond J.
Bodnár L.
Kővári I.
Szebényi E.

Eljárás áramköri elrendezés pozitív ES-kapcsolatot megvalósító vezeték vagy több vezeték zavarmentes, funkcionális vezérlésére

Báti F.
Bozsó T.
Elek Gy.
Lőrincze G.
Rémi I.
Szűcs F.K.
Tamás Gy.
Vashegyi Gy.

Berendezés LAM-jelek kiolvasására CAMAC keretvezérlőben

Almási L.
Kerényi L.
Lőrincze G.
Elek Gy.
Nemes T.
Stancsich Gy.

Berendezés mikroprocesszoros elrendezéshez változó nagyságu és elhelyezkedésű memóriaterület konstanssal való feltöltésére közvetlen memória-hozzáféréssel

Hamza E.
Sándor L.
Szabó I.
Szalay M.
Karádi P.
Sándor L.T.
Vajda F.

Berendezés hajlékony mágneslemezes tároló egységek meghajtására

Báti F.
Kövári I.
Nagy R.
Bogdány J.
Karádi P.
Kisutzky L.
Szalay M.
Tamás Gy.

Áramköri elrendezés elektronikus berendezések törlő és beállító áramkörének kialakítására

Biró B.
Simon Z.
Szoják M.
Tamás Gy.
Nyitrai Z.
Steidl J.
Szücs F.K.
Vashegyi Gy.

Berendezés legalább két, különböző sebességű, mikroprogramozható, egy vagy két olvasható és/vagy írható-olvasható tároló összekapcsolására

Ambrózy Gy.
Csákány A.
Lőrincze G.
Miskolczi J.
Nyitrai Z.
Elek Gy.
Lovászi M.
Vajda F.

Berendezés mikroutasítással vezérelhető számítógépek belső regisztereinek és/vagy mikroprogramcím ellenőrzésére

Ambrózy Gy.
Messing Gy.
Miskolczi J.
Szőnyi L.
Bogdány J.
Forró P.
Szabó I.
Vajda F.

Hőmérséklet szabályozó berendezés, különösen anyag-spektrometriában használatos kályhákhoz

Tankó L.
Ribényi A.

Eljárás és áramköri elrendezés tirisztoros teljesítményszabályozók vezérlésére

Rényi A.
Ribényi A.
Tombor J.

Csillapító szerkezet berendezések külső, vagy belső ütések, és/vagy rezgések elleni védelmére

Endrőczy G.
Ránky M.

Eljárás és berendezés folyadékminták és mérési eredmények azonosítására

Bak B.
Egri B.
Engard F.
Juhász T.

Berendezés mikroszámítógépek adatbuszának illesztésére nagyobb bitszámú adatbuszokhoz

Bangó Gy.
Baranyi F.
Gárdos M.

Eljárás és berendezés állítható indulási című mikroszámítógép kialakítására

Bangó Gy.
Baranyi F.
Gárdos M.

Berendezés folyadékok összetételének automatikus vizsgálatára a vizsgálandó minta vételezésével és reagensek adagolásával

Bak B.
Szőke J.
Engard F.

| | |
|---|---|
| Kapcsolási elrendezés műveleti egységekből felépített jelfeldolgozó rendszerek megbízhatóságának növelésére | Pellionisz P. |
| Áramkörü elrendezés áramkörök vezérléséhez szükséges időzítőjelek előállítására | Szabó B. Vágvölgyi J. |
| Ellenőrző készülék termolumineszcens dózismérő hitelesítő berendezésekhez | Deme S. Rövid M. |
| Eljárás és berendezés akusztikus emissziós jelek fel-futási idejének mérésére | Pallagi D. Péter A. Zeke L. |
| Védőberendezés folyadékűtésű atomreaktorokhoz | Egely Gy. |
| Eljárás és kapcsolási elrendezés előerősítővel ellátott piezoelektromos jellevő elrendezés jeladó el-rende-zéssé történő vezérelt átalakítására | Pallagi D. Pellionisz P. |
| Berendezés lineáris impulzusgyakoriság vagy árammérő-ből és analóg kiértékelőből álló reaktivitásmérőhöz a lineáris impulzusgyakoriság- vagy árammérő mérés-határ váltásakor és analóg kiértékelő kimenetén meg-jelenő tranziens idejének csökkentésére | Baranyai A. Hományi L. Komlosán L. Pellionisz P. |
| Berendezés kétértékű időfüggvények tárolására és vál-toztatható sebességű visszaállítására | Hargittai T. Horányi S. Pallagi D. Tőzsér S. |
| Áramkörü elrendezés digitális kijelzők fényerősségének szabályozására | Szabó B. Vágvölgyi J. |
| Eljárás és berendezés akusztikus emissziós események időtartamhű detektálására tetszőleges amplitudó-sze-lektálás mellett | Pallagi D. Péter A. Zeke L. |

KFKI
PREPRINTEK
JEGYZÉKE

KFKI PREPRINTÉK JEGYZÉKE

1981.

1. M. Banai On the quantization of spacetime
2. Khalid Al Ani*
I. Dézsi
Á. Balogh
Zs. Kajcsos
D.L. Nagy Positron annihilation and Mössbauer effect studies of In-Pb and Cu-Ni binary alloys
3. Khalid Al Ani*
I. Dézsi
Zs. Kajcsos
Á. Balogh
B. Molnár
G. Brauer* Positron annihilation study of $Fe_{1-x}B_x$ crystalline binary system
4. J. Sólyom
P. Pfeuty* Renormalization group study of the one-dimensional quantum Potts model
5. J. Sólyom Duality of the block transformation and decimation for quantum spin systems
6. P. Forgács
Z. Horváth*
L. Palla* Towards complete integrability of the self-duality equations
7. A. Sütő Magnetization in some frustration models
8. J. Gyulai Rutherford backscattering spectrometry
9. I. Opauszky
I. Nyáry Relative sensitivity coefficients in spark source mass spectrometry (SSMS) of metals
10. K. Beregi
L. Vasáros Organic chemistry of astatine
11. I. Náday
Zs. Kajcsos
Gy. Kozma
M. Kanyó Fast-slow coincidence systems with very high time resolution
12. H.W. Barz*
B. Lukács
J. Zimányi
G. Fái*
B. Jakobsson* On the role of the delta resonances in high energy heavy ion reactions
13. M.A. Szuhár Two-dimensional MOS transistor simulation
14. T. Katona Statistical analysis of subcooled boiling acoustic noise
15. A. Hasenfratz
P. Hasenfratz The scales of Euclidian and Hamiltonian lattice QCD

16. I. Bialynicki-Birula* A note on helicity
 E.T. Newman*
 J. Porter*
 J. Winicour*
 B. Lukács
 Z. Perjés
 Á. Sebestyén
17. A. Hegedüs Algorithms for covering polygons by rectangles
18. J. Sasvári Accurate lattice parameter measurements of epitaxial layers
 É. Zsoldos
19. G. Németh Geometric convergence of some two-point Padé approximations
20. L. Perneczki P E R F - 6
 I. Trosztel Számítógépes program atomreaktorok hatszöges kazetta rácsának termohidraulikai analizisére
21. P. Forgács Soliton theoretic framework for generating multimonopoles
 Z. Horváth*
 L. Palla*
22. F. Pászti Blistering and exfoliation investigations on gold by 3.52 MeV helium particles
 L. Pogány
 G. Mezey
 E. Kótai
 A. Manuaba
 L. Pócs
 J. Gyulai
 T. Lohner
23. P. Forgács Nonlinear superposition of monopoles
 Z. Horváth*
 L. Palla*
24. L. Hodány Theories and measurements on non-isothermal reaction kinetics
25. L. Alvarez* Elastic scattering of ^3He by ^{12}C at 40.9 MeV energy
 G. Palla
26. Z. Szőkefalvy-Nagy Elemental analysis of samples of biological origin relative to their protein content by means of charged particle bombardment
 I. Demeter
 L. Varga
 K. Hollós-Nagy
 L. Keszthelyi
27. F. Pászti Preliminary results of the investigation of plasma contamination in MT-1 tokamak on probes by RBS and channeling
 J. Tar
 E. Kótai
 A. Manuaba
 T. Lohner
 G. Mezey
 L. Pócs
28. Z. Szabó Probabilistic risk assessment of a pressurized, partial-water-height critical assembly

29. A. Jánossy
L. Pogány
S. Pekker*
R. Swietlik*
Distribution of iodine in doped polyacetylene films
30. G. Németh
M. Zimányi
Polynomial type Padé approximants
31. F. Vajda
Man/computer communications in the 80's
32. P. Szépfalusy
T. Tél*
Critical dynamics near a hard mode instability
33. K. Vladár
A. Zawadowski
Theory of resonant electron scattering in amorphous metals
34. P. Vértes
F E D G R O U P - 3
A program system for processing evaluated nuclear data in ENDF/B, KEDAK or UKNDL format to constants to be used in reactor physics calculation
35. G.T. Endrőczi
I.T. Péter
Vibration-diagnostic experiments on tennis-rackets
36. G.T. Endrőczi
I.T. Péter
Teniszütők rezgésdiagnosztikai vizsgálata
37. I. Lux
I. Pázsit
Collision density approach of radiation damage in a multi-species medium
38. I. Lux
Calculation of foil-activation-correction by Monte Carlo method - Perturbations in fuel-cells with white boundary conditions
39. I. Lovas
J. Zimányi
L.P. Csernai
W. Greiner*
An anisotropic three-fluid model for heavy ion reactions
40. F. Iglói
J. Kollár
Generalized cluster expansion for real fluids
41. L. Csillag
I. Jánossy
V.F. Kitaeva*
N. Kroó
N.N. Sobolev*
A.S. Zolotko*
Laser induced reorientation of nematic liquid crystals
42. L. Varga*
K. Tompa
T. Schmidt*
Thermopower method for chemical composition and inhomogeneity measurements in amorphous Ni-P samples
43. T. Siklós
The thermodynamic Green's function method in the self-consistent phonon theory of anharmonic crystals
44. J. Gazsó
Determination of the density of the localized states from the field effect in wide gap semiconductors

45. M. Erő-Gécs
Phan Tran Hung*
J. Kürti*
Magnetic properties of N-alkyl-quinolinium(TCNQ)₂ complex salts
46. V.N. Gribov*
Local confinement of charge in massless QED
47. A. Hasenfratz
P. Hasenfratz
Monte-Carlo simulation combined with a hopping parameter expansion
48. M. Banai
On a quantization of space-time and the corresponding quantum mechanics (Part I)
49. S. Pekker*
A. Jánossy
Three dimensionally oriented polyacetylene
50. G. Vancsó*
S. Pekker*
O. Egyed*
A. Jánossy
Cis-trans isomerization of polyacetylene induced by mechanical rolling
51. R. Schiller
Á. Vértes
L. Nyikos
Quasi-percolation charge transport in fluctuating systems
52. I. Kővári
A solution to data base handling in the 70s
53. E. Pásztor
L. Királyhidi
P. Riedl
Ion-implanter for bubble memories
54. T. Siklós
Model descriptions of ferroelectric phase transitions
55. L. Meskő
T. Katona
Investigation of the local neutron noise caused by subcooled boiling
56. V.V. Anisovich*
J. Nyiri
Particle production in high energy collisions and the non-relativistic quark model
57. Z. Perjés
Tori of colored cubes
58. L.I. Vinokurova*
A.V. Vlasov*
N.I. Kulikov*
M. Pardavi-Horváth
Pressure-induced antiferromagnetism in ferromagnetic Fe_{51.5}Rh_{48.5} alloy
59. Phan Tran Hung*
M. Erő-Gécs
J. Szántó
Electric and magnetic properties of N-alkyl-isoquinolinium-TCNQ complex salts
60. T. Pajkossy
Competition kinetics of photoelectrochemical processes on semiconducting iron oxide electrodes
61. M. Makai
Calculation of large symmetric cores
62. Z.Gy. Horváth
S. Varró
Fresnel reflexion halo lasers
63. P. Hráskó
Space-time description of the two-photon decay

64. G. Brauer*
Zs. Kajcsos
T. Kemény
Positron annihilation in metallic glasses
A general survey
65. Á. Ág
Gy. Páris
G. Németh
Time-dependent spheromak model in Hall-current approximation
66. V.N. Gribov*
Anomalies, as a manifestation of the high momentum collective motion in the vacuum
67. P. Szépfalusy
T. Tél*
Dynamic renormalization group treatment of a Bose gas model
68. N. Kroó
Zs. Szentirmay
J. Féltszerfalvi*
Dispersion anomalies of surface plasma oscillations in MOM tunnel structures
69. T. Biró
J. Zimányi
Quarkochemistry in relativistic heavy ion collisions
70. F. Woynarovich
On the $S^z=0$ excited states of an anisotropic Heisenberg chain
71. L. Csillag
I. Jánosy
V.F. Kitaeva*
N. Kroó
N.N. Sobolev*
The influence of the finite size of the light spot on the laser induced reorientation of liquid crystals
72. A. Sütő
Models of superfrustration
73. E. Bazsó*
Sz. Varju*
P. Szegő*
K. Rózsa
P. Apai
Inkoherens széles sávú polarizált fény alkalmazása sebgyógyulás elősegítésére
74. Sz. Vass
Zs. Kajcsos
B. Molnár
L. Marczis*
Ch. Stergiopoulos*
Micellar effects on positronium lifetime in aqueous SDS solutions
75. L. Bürger
E. Végh
Computerized reactor monitor and control for research reactors
76. T. Margaritisz*
K. Szegő
The nucleon form factors in the geometrodynamical model
77. S.S. Lantratova*
G. Pesti
I. Kósa Somogyi
Density of plasma-deposited a-Si:H films
78. I. Vincze
Fourier evaluation of broad Mössbauer spectra
79. L. Koblinger
POKER-CAMP: A program for calculating detector responses and phantom organ doses in environmental gamma fields
80. K. Hollós-Nagy
I. Lakos*
A. Orosz
Separation of synaptic junctional complexes from rabbit cerebral cortex

81. B. Bárs*
P. Pellionisz
Nuclear reactor instrumentation at research reactor renewal
82. M.A. Szuhar
Computation of ideal C-V curves for nonuniformly doped MOS structures
83. P. Forgács
Z. Horváth*
L. Palla*
One can have noninteger topological charge
84. L. Dubla
K. Kulcsár
M O R T R A N és R A T F O R
A FORTRAN nyelv két bővítése
85. N. Kroó
Zs. Szentirmay
J. Félszerfalvi*
Surface plasmon dispersion relation of gold determined by MOM tunnel structures
86. A. Zawadowski
Interaction between electrons and 2-level systems in amorphous metals
87. Jehad K. Mulhem*
J. Balogh
I. Demeter
D. Horváth
B. Molnár
D.L. Nagy
I.S. Szűcs
After-effects of electron capture of ^{57}Co in $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ and $\text{Fe}(\text{BF}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
88. T. Katona
L. Meskó
A simple theoretical model for the interpretation of temperature and void fluctuations caused by inlet coolant velocity noise
89. B. Lukács
E.T. Newman*
Z. Perjés
J. Porter*
A. Sebestyén
Structure of three-twistor particles
90. T. Biró
H.W. Barz*
B. Lukács
J. Zimányi
Entropy and hadrochemical composition in heavy ion collision
91. P. Szépfalusy
T. Tél*
Fluctuations in the limit cycle state and the problem of phase chaos
92. P. Forgács
Z. Horváth*
L. Palla*
Finitely separated multimonoipoles generated as solitons
93. I. Nagy
T. Katona
O primenenii metoda funkcii Grina v nekotorig zadachah teplogidrodinamiki neodnorodnih sred
94. A.J. Somogyi
Periodic and recurrent variations of cosmic rays
95. B. Lukács
Z. Perjés
Note on conformastat vacuum space-times
96. J. Hajtó
G. Radnóczy*
L. Pogány
É. Hajtó
Electron microscopical investigation of laser irradiated a-GeSe₂ and a-As₂S₃ thin films

97. H. Illy

Recent bibliography on analytical and sampling problems of a PWR primary coolant Supplement I

1982.

1. B. Lukács
Z. Perjés
Á. Sebestyén
G.A.J. Sparling*
Stationary vacuum fields with a conformally flat three-space I. General theory
2. T.S. Biró
B. Lukács
J. Zimányi
H.W. Barz*
Strange particle production in the hadrochemical model
3. J.K. Mulhem*
D. Horváth
B. Molnár
D.L. Nagy
After-effects of electron capture of ^{57}Co in frozen aqueous solutions of $^{57}\text{CoCl}_2$
4. D.L. Nagy
D. Horváth
G. Ritter*
H. Spiering*
I.S. Szücs
U. Volland*
Distribution of the ligand field at the Fe^{2+} ion in frozen aqueous solutions of $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_2$
5. Z. Szatmáry
TIBS - Tömör védelmeken áthaladó γ -sugárzás számítására szolgáló program
6. P. Vértes
A TIESO programrendszer alkalmazása csőtörésses üzemzavarok primerköri és hermetikus térbeli aktivitás viszonyainak számítására
7. M. Zágoni
A VVER-440 típusu atomerőművi reaktorok számítására készült BIPR-5K program ismertetése
8. P. Forgács
Z. Horváth*
L. Palla*
Physicist's techniques for multimonopole solutions
9. J. Miettinen*
L. Perneczky
Módosított szivattyú és gőzfejlesztő modell alkalmazása a Paksi Atomerőmű biztonsági analíziséhez
10. M. Dus
L. Perneczky
A STESTA/KFKI program és alkalmazása a Paksi Atomerőmű primer hőtökörére
11. Gy. Ézsöl
L. Maróti
L. Perneczky
L. Szabados
I. Tóth
I. Trosztel
P. Vértes
J. Vigassy
Balesethez vezető üzemzavari állapotok vizsgálata a Paksi Atomerőmű balesetelhárítási intézkedési tervének (BEIT) elkészítéséhez

12. S. Benedek
J. Gadó
L. Perneczky
A Paksi Atomerőmű biztonsági analiziséhez
használt számítógépi programok áttekintése
13. L. Perneczky
J. Vigassy
Hidegütés és szabályozó köteg kilöködés
I. rész
14. L. Szabados
L. Maróti
I. Tóth
I. Trosztel
P. Baboth
V. Csom
L. Perneczky
P. Windberg
A PMK-NVH berendezés
15. H. Griffit*
A.Z. Nagy*
E. Zemplén-Papp
L. Bakos
Primenenie neitronnogo generatora dlia opredelenia sodержania fosfora v steklovidnih metallah
16. M. Makai
Symmetries applied to reactor calculations
17.
Reaktorfizikai Osztály
Progress report
1981 július - december 31
18. F. Vajda
Recent developments in the applications of microprogramming
19. B. Lukács
Z. Perjés
Á. Sebestyén
A. Valentini*
Stationary vacuum fields with a conformally flat three-space II. Proof of axial symmetry
20. S. Pintér*
V.P. Grigorieva*
K. Kecskeméty
K. Kudela*
Observation of solar radio bursts of type II and III at kilometer wavelengths from PROGNOZ-8 during STIP Interval XII
21. J.S. Bakos
I.B. Földes
P.N. Ignácz
Zs. Sörlei
Scattering and pulse narrowing in laser spark
22. G. Konczos
K. Tompa
L. Varga
A féművegek gyakorlati felhasználása
23. Gy. Gyenes
V. Csom
P. Windberg
Nem szabályos nyolcszögletű kerámiacsatorna hidraulikai vizsgálata
24. I. Gladkih
M. Zimányi
FORMAC programozási nyelv matematikai kifejezések szimbolikus kezelésére
25. L.K. Varga
T. Schmidt*
Resistivity measurements on amorphous Ni-P alloys prepared by different techniques
26. A. Vértés*
Zs. Kajcsos
L. Marczis*
High spin-low iron(II) solutions studied by positron annihilation

27. H. Illy
 Gy. Pákh*
 K. Ujszászy*
 Zs. Szőnyi*
 T. Hirsch*
 A műtő légterébe került halothán mennyiségének helyszínen történő, folyamatos mérése "MIRAN 1-A" gázanalizátorral
28. I. Bakonyi
 Amorphous alloys bibliography 1976-1981: Papers from the Central Research Institute for Physics (Budapest) and cooperating institutions
29. J. Hajtó
 I. Jánossy
 G. Forgács
 Laser induced optical anisotropy in self supporting amorphous GeSe₂ films
30. P. Forgács
 Z. Horváth*
 L. Palla*
 On the linearization of source free gauge field equations
31. L.P. Csernai
 H. Stöcker*
 P.R. Subramanian*
 G. Buchwald*
 G. Graebner*
 A. Rosenhauer*
 J.A. Maruhn*
 W. Greiner*
 Fragment emission in relativistic heavy-ion reactions
32. L. Gránásy
 T. Kemény
 Comment on the Kavesh's model of ribbon formation during melt-spinning
33. B. Vasvári
 Local electronic densities in disordered metals
34. B. Vasvári
 A direct space expansion for the local electronic density of states in amorphous metals
35. L. Cser
 I. Kovács
 N. Kroó
 Gy. Zsigmond
 Small angle neutron scattering study of metallic alloys by a double crystal device
36. J. Nyiri
 V.V. Anisovich*
 Yu.M. Shabelski*
 M.N. Kobrinsky*
 Quark model and high energy collisions
37. Sz. Török
 Z. Szőkefalvy-Nagy
 Radioisotope induced X-ray fluorescence analysis of cereal grains and flour
38. S. Krasznovszky
 I. Wagner
 Energy dependence of KNO moments using Novero-Predazzi's method with a new ansatz
39. P. Vértés
 Radióaktív anyagok keletkezésének és vándorlásának számítása atomerőművekben
40. L. Perneczky
 A RELAP4 program alkalmazásának néhány kérdése
41. P.P. Szabó
 J. Pálfalvi
 Rutin személyi dozimetriában használt LiF TL detektorok termikus neutronérzékenységének vizsgálata a ZR-4-es reaktor termikus oszlopában

42. J. Pálfalvi
L. Koblinger
Neutron spektrum és dóziseloszlás vizsgálatok - számítással és méréssel - elliptikus fantomban, könnyűvízzel moderált reaktor spektrumban
43. J. Pálfalvi
Baleseti dozimetriai célra használható radiátor nélküli szilárdtest-nyomdoziméter fejlesztés
44. P. Zombori
A SAMPO80 számítógépes spektrumkiértékelő eljárás adaptálása PDP-11/34 számítógépre és spektrumkezelő programok fejlesztése
45. J. Urbán
A. Andrási
Az egésztestszámláló detektormozgatást vezérlő elektronikájának továbbfejlesztése
46. L. Takács
C. Hargitai
Hyperfine fields and local environment in iron-boron metallic glasses
47. M. Makai
HEXAN - a hexagonal nodal code for solving the diffusion equation
48. M. Dus
L. Perneckzy
A STESTA/KFKI program felépítése és kapcsolata más termohidraulikai kódokkal
49. D. Pallagi
S. Horányi
T. Hargitai
S. Tőzsér
V.M. Selivanov*
N.P. Karlov*
A.D. Martinov*
V.V. Prostiakov*
E.A. Saparov*
I.Ya. Emelianov*
B.V. Lisikov*
V.K. Prozorov*
B.A. Kuznecov*
- Razrabotka i issledovanie 16-kanalnoi termometrichezkoi korreliacionnoi sistemi izmerenia rashoda
50. F. Iglói
J. Sólyom
Renormalization group study of the Hamiltonian version of the Potts model II. Self-dual renormalization group treatment
51. F. Iglói
J. Sólyom
Renormalization group study of the Hamiltonian version of the Potts model III. Improved results for larger cells
52. T. Margaritisz*
K. Szegő
K. Tóth
Radiative corrections of semileptonic hyperon decays I. "Weak" corrections
53. J. Hajtó
I. Jánossy
Optical bistability observed in amorphous semiconductor films
54. F. Iglói
J. Sólyom
First-order transition for the (1+1)-dimensional $q \leq 4$ Potts model from finite lattice extrapolation
55. E. Sváb
F. Forgács
N. Kroó
S.N. Ishmaev*
I.P. Sadikov*
A.A. Chernyshov*
High resolution neutron diffraction study on $Fe_{81}B_{19}$ metallic glass

56. Cs. J. Hegedűs
L. Bodócs
General recursions for a-conjugate vector pairs
57.
Reaktorfizikai Osztály
Progress report
1982. január 1 - április 30
58. L. Csillag
N. Éber
I. Jánossy
N. Kroó
V.F. Kitaeva*
N.N. Sobolev*
Reorientation of liquid crystals by superposed optical and quasistatic electric fields
59. I. Bakonyi
I. Kovács
I. Pócsik
On the field-dependent broadening of NMR lines in paramagnets
60. V.F. Kitaeva*
N.N. Sobolev*
A.S. Zolot'ko*
L. Csillag
N. Kroó
Light diffraction by laser beam created "Channels" in nematic liquid crystals
61. T. Dolinszky
Expression of fully off-shell transition matrix elements in terms of on-shell wave functions
62. B. Lukács
E.T. Newman*
G. Sparling*
J. Winicour*
A NUT-like solution with fluid matter
63. I. Kósa Somogyi
M. Koós
Structure and photoluminescence of the $a\text{-Ge}_x\text{-Se}_{1-x}$ system
64. Gy. Faigel
L. Gránásy
I. Vincze
H. de Waard*
Crystallization and local order of bulk $\text{As}_x\text{Te}_{1-x}$ glasses
65. Gy. Pákh*
H. Illy
K. Ujszászy*
T. Hirsch*
Zs. Szőnyi*
A műtő légtérét szennyező N_2O mennyiségének helyszínen történő meghatározása és a mérést zavaró hatások vizsgálata
66. J. Cseh*
I. Fodor
Analysis of fragmented GQR in the ^{24}Mg nucleus
67. Zs. Szentirmay
N. Kroó
J. Félszerfalvi*
Thin metal film light sources made on holographic gratings
68. T.I. Gombosi
M. Horányi
K. Kecskeméty
T.E. Cravens*
A.F. Nagy*
Charge exchange in solar wind cometary interactions
69. Á. Ág
Gy. Páris
G. Németh
Magnetic surfaces for a perturbed spheromak plasma

70. Z. Szatmáry
A VVER-440 típusu atomerőművek neutronfizikai üzemviteli adatainak a rendszere. Az RFIT-ED program.
71. A. Gossányi
T. Párkányi
G. Szabó
E. Végh
Error diagnostics and recovery procedure in a dual-processor computer system
72. F. Back*
K. Rózsa
P. Apai
Postthromboticus syndroma talaján kialakult lábszárfekélyek hámosodásának stimulálása inkoherens széles sávu polarizált fényvel
73. E. Hiltunen*
L. Takács
Crystallization of Fe-P amorphous alloys as studied by EDXD method
74. M. Banai
A spacetime quantum hypothesis and the confinement and a model for hadrons
75. M. Banai
A new approach to quantum field theory and a spacetime quantization
76. A. Montvai
M. Tegze
L. Vályi
Anomalous periodic disruptions in tokamak plasma
77. J. Gazsó
Field-effect determination of gap-state density in amorphous semiconductors
78. P. Vértés
YIDERAG programrendszer hasadási termékhozamok, bomlási láncok és sugárzási adatok feldolgozására
79. G. Németh
Geometric convergence of some quadratic approximations
80. L. Marczis*
Zs. Kajcsos
Cs. Szeles*
L. Gránásy
T. Kemény
D. Kiss
A. Lovas
G. Brauer*
The influence of production process on imperfection structure of metallic glasses studied by positron annihilation
81. A. Sütő
Weak singularity and absence of metastability in random Ising ferromagnets
82. Nguyen Phoc Lan*
SERKON program for compiling a multigroup library to be used in BETTY calculation
83. A. Sütő
T. Yalcin*
C. Gruber*
A probabilistic approach to the models of spin glasses
84. A.A. Gogolin*
Some kind of Anderson transition in one-dimensional disordered systems and the Ioffe-Regel criterion
85. A. Gossányi
E. Végh
Computerized reactor power regulation with logarithmic controller
86. S. Krasznovszky
I. Wagner
KNO distributions using the generalization of Novero-Predazzi's ansatz with three constraints

87. E. Sváb
N. Kroó
S.N. Ishmaev*
I.P. Sadikov*
A.A. Chernyshov*
- Short range order in $(\text{Ni}_{65}\text{Fe}_{35})_{77}\text{B}_{23}$ metallic glass by neutron diffraction
88. L. Diósi
- Comments on the non-Abelian Stokes's theorem
89. F. Pászti
G. Mezey
L. Pogány
M. Fried
A. Manuaba
E. Kótai
T. Lohner
L. Pócs
- Exploitation on stainless steel and Inconel produced by 0.8 - 4 MeV helium ion bombardment
90. F. Pászti
M. Fried
L. Pogány
A. Manuaba
G. Mezey
E. Kótai
I. Lovas
T. Lohner
L. Pócs
- Flaking and wave-like structure on metallic glasses induced by MeV-energy helium ions
91. F. Pászti
M. Fried
A. Manuaba
G. Mezey
E. Kótai
T. Lohner
- A simple method to produce quasi-simultaneous multiple energy helium implantation
92. E. Bazsó*
Sz. Varju*
P. Szegő*
K. Rózsa
P. Apai
- Application of incoherent wide band polarised light to promote healing of wounds
93. I. Németh
P. Zombori
L. Koblinger
A. Andrási
E. Germán*
L. Kemenes*
- A környezeti dózisteljesítmény üzemeltetés előtti helyzetének vizsgálata a Paksi Atomerőmű környezetében
94. Z. Szabó
- Négy évtized reaktorbalesetei
95. G. Pór
J. Valkó
É. Izsák
T. Czibók
- Elszabadult alkatrész detektálhatóságának vizsgálata a Paksi Atomerőmű I.sz. blokkjának melegjárásakor
96. A.A. Gogolin*
G.T. Zimányi
- Hopping conductivity and weak localization in two-dimensional disordered systems
97. K. Rózsa
G. Rubin
M. Jánossy
P. Apai
Kan-Ichi Fujii*
- On the glow-to-arc transition in high current Al hollow cathode discharges

98. J. Vigassy
Matematikai problémák atomerőművek indítási mérésénél
Termoelemek in-core hitelesítése és a keveredési faktorok mérése
99. A. Hasenfratz
Hadron spectrum calculations at strong coupling in lattice QCD
100. K.I. Gringauz*
I. Apáthy
L.I. Denshchikova*
T. Gombosi
E. Keppler*
I.N. Klimenko*
A.P. Remizov*
A.K. Richter*
G.A. Skuridin*
A. Somogyi
L. Szabó
I. Szemerey
S. Szendrő
M.I. Verigin*
G.A. Vladimirova*
G.I. Voikov*
The "VEGA" probe instrument package for measuring charged particles with energies less than 25 keV
101. T. Kemény
F.J. Litterst*
I. Vincze
R. Wäppling*
Comment on the hyperfine field of amorphous iron
102. F. Forgács
G. Uimin*
The mechanism of the staging transitions in graphite intercalation compound
103. Sz. Vass
Zs. Kajcsos
B. Molnár
Ch. Stergiopoulos*
Positronium lifetime studies in aqueous SDS micellar solutions
104. G. Pór
On the evaluation of reactivity coefficients from noise measurements
105. T. Lohner
G. Mezey
E. Kótai
F. Pászti
A. Manuaba
J. Gyulai
Characterization of ion implanted silicon by ellipsometry and channeling effect
106. Y. Alpert*
L. Cser
B. Faragó
F. Franek*
F. Mezei
Yu.M. Ostanevich*
Flexibility and conformational change of IgG molecule
107. L.B. Szabados
On the nullgeodesics from the viewpoint of spacetime singularities
108. L.B. Szabados
On the relation between causal structure and curvature
109. A.G. Balogh
Some further ideas on the systematic variation of the positron annihilation parameters in metals

Kiadja a MTA Központi Fizikai Kutató Intézete
Felelős kiadó: Szabó Ferenc főigazgató
Törzsszám: 83-578 Példányszám: 650
Készült a KFKI sokszorosító üzemében
Felelős vezető: Nagy Károly
Budapest, 1983

