16310 J65
1974

2

ATOMKI

KÖZLEMÉNYEK

16. kötet 1. szám

MTA
ATOMMAG KUTATÓ INTÉZETE
DEBRECEN
1974.

539 HU ISSN 0004-7155

ATOMKI KÖZLEMÉNYEK

16. kötet 1 szám.

TARTALOMJEGYZÉK

TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK Oldal

Sztaricskai T.: Impulzusszámlálók magfizikai mérésekhez 1

Zolnai L.: Perifériaorientált FOCAL'69 /Az ND 50/50 rendszer programkönyvtárának bővitése III./ 13

Berényi D.: Az ESCA módszer jelenlegi állása /összefoglaló közlemény/ 27

MŰHELYÜNKBŐL, LABORATÓRIUMUNKBÓL

Sámsoni Z., Gál J., Mórik Gy.: Elektronikus denzitométer "ék-spektrumok" gyors objektiv kiértékeléséhez 77

Török I.: Analizátor távvezérlő egység bővitése 85

INTÉZETI HIREK 87

BIBLIOGRÁFIA 95

IMPULZUSSZÁMLÁLÓK MAGFIZIKAI MÉRÉSEKHEZ

SZTARICSKAI TIBOR*

A dolgozat négy decimális impulzusszámlálót ismertet, amelyeket magfizikai mérésekhez terveztünk és épitettünk. A számlálók a mérési követelményeknek megfelelően, a felhasználhatóságot illetően erősen különböznek. A KFI 7106 jelü egyszerü hatdekádos számláló beépitésre, általános méréstechnikai célokra készült. A KFI 7209 jelü számláló sokoldaluan felhasználható, hatféle üzemmóddal. A KFI 7305 jelü készülék egyszerü előre vagy hátra számláló, fényemittáló diódás /LED/ kijelzővel. Rate-meter üzemmódban mind a KFI 7209, mind a KFI 7305 számláló vezérlését a KFI 7301 jelü számlálógenerátor végzi. A KFI 7301 kijelzés nélküli ötdekádos előválasztó számláló, amely alkalmas előre beállitható számu impulzus és változtatható frekvenciáju négyszöghullám előállitására is.

PULSE COUNTERS FOR NUCLEAR PHYSICAL MEASUREMENTS. Four different decimal pulse counters constructed for nuclear measurements are described. The counters are highly different both in set-up and supply because of the different experimental conditions. The KFI 7106, a simple six decades counter, serves for build-in and general purposes. The KFI 7209 counter is a multi-purpose one, with six operational modes. The KFI 7305 counter is a simple up or down one, with LED display. In the rate-meter mode both the KFI 7209 and the KFI 7305 can be controlled by the KFI 7301 counter-generator. The KFI 7301 is a displayless five decades preset counter-timer, producing presetable number of pulses or variable frequency square waves, too.

СЧЕТЧИКИ ИМПУЛЬСОВ ДЛЯ ЯДЕРНО-ФИЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ. В статье описано четыре десятичных пересчетных схемы, конструкцированных для ядерно-физических измерений. Пересчетные схемы сильно отличаются друг от друга в построении, соответственно различным экспериментальным условиям. Прибор KFI 7106 является простым шестидекадным счетчиком импульсов, и изготовлен для монтировки и имеет общее измерительное назначение. Многосторонный счетчик KFI 7209 имеет шесть режимов работы. Прибор KFI 7305 является

*Kossuth Lajos Tudományegyetem Kisérleti Fizikai Intézete, Debrecen

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

простой реверсивной пересчетной схемой, в котором дисплей состоит из электролюминесцентных диодов. В режиме цифрового измерения скорости счета управление приборов KFI 7209 и KFI 7305 осуществляется счетчиком-генератором KFI 7301. Прибор KFI 7301 построен как пятидекадный счетчик-датчик времени без индикации и может выдавать заранее заданное число импульсов или прямоугольный импульс с переменной частотой.

1. BEVEZETÉS

Az integrált áramkörök elterjedésével a nukleáris mérés-technika számlálóigénye egyelőre kielégitettnek látszik. Az integrált számlálódekádok felhasználásával a nukleáris felhasználásu impulzusszámlálók egyszerüen felépithetők s a jelenlegi detektorok jeleihez szinte holtidő nélkül használhatók. A használatban lévő impulzusszámlálók alapjában véve hasonlóak, s csak szolgáltatásaikban különböznek.

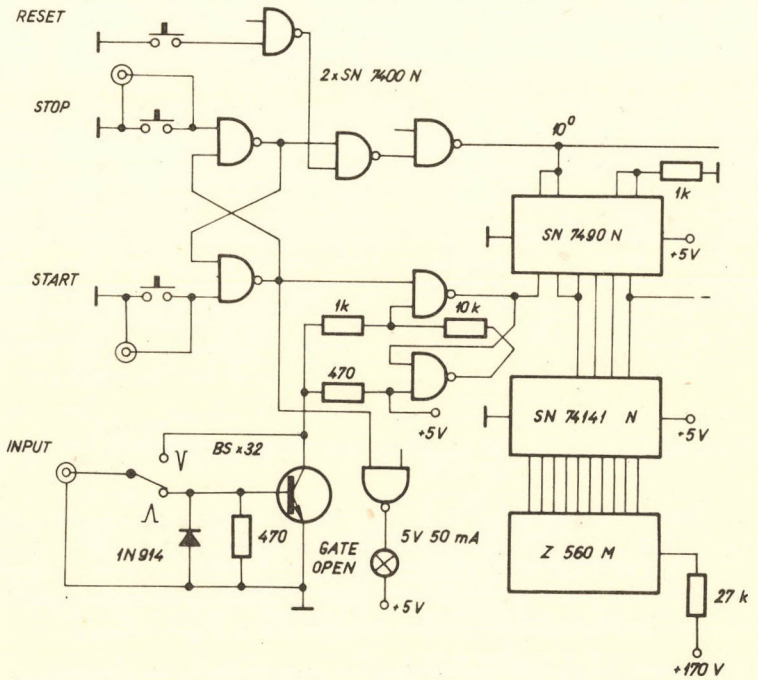
Az itt bemutatásra kerülő négy számláló különböző célokra készült. A legegyszerübb a KFI 7106 jelü számláló, amelyet önállóan [1] , időzitő egységgel [2], valamint a KFI 7301 számlálóval kiegészitve is használunk. A KFI 7209 számláló univerzális igénnyel készült különböző magfizikai mérésekhez. A KFI 7305 jelü számláló a közbenső tárolós LED kijelzővel és a kontaktus nélküli kapcsolókkal a maga nemében korszerü készüléknek mondható. A KFI 7301 beütésszám előválasztó számláló időzitőként és impulzusgenerátorként is használható, impulzusszámlálók és digitális rate-meterek, frekvenciamérők beméréséné1, a KFI 7209 és a KFI 7305 számlálók rate-meter üzemmódban való alkalmazásánál vezérlő egységként.

2. A KFI 7106 JELÜ EGYSZERÜ DECIMÁLIS SZÁMLÁLÓ

Ezt a számlálót egyszerü felépitése és szolgáltatásai következtében általánosan használjuk félvezetős mérőrendszerekben impulzusszám mérésére. Tipikus felhasználási területe a KLTE Kisérleti Fizikai Tanszéken kifejlesztett KFI 7104 jelü izotópos bitumentartalom mérőkészülék [2].

A KFI 7106 hatdekádos impulzusszámláló egyszerü előreszámláló, pozitiv vagy negativ bemenő TTL jelekre, kézi és külső inditási lehetőséggel, gáztöltésü számkijelzőkkel. A számlálásra kész állapotot izzólámpa jelzi. A bemeneti jelinvertálást egy BSX32 tranzisztor végzi pozitiv bemenő impulzus esetén, negativ impulzus esetén a bemenet direkt hajtja meg az 1/2 SN7400N-ből kialakitott, az első SN7490N számláló dekádot meghajtó jelformáló kört. A jelformálót a START-STOP R-S flip-flop kapuzza, s csak a START mikrokapcsoló benyomása után engedi át az impulzusokat. A jelformáló kapu kinyitásával együtt az előlapon kigyullad a GATE-OPEN feliratu izzólámpa, jelezvén a számláló számlálásra kész állapotát. A számlálót nullázni csak a STOP gomb be-

nyomása után lehet. Nullázáskor az 1/2 SN7400N-ből kialakitott kétbemenetü ÉS kör logikai 1-et kap a START-STOP flip-flop-ról és igy a számláló nullázható a RESET gomb benyomásával. A számlálódekád tartalmát SN74141N tipusu integrált áramkörrel dekódoljuk és Z 560 M tipusu gáztöltésü számkijelző csővel jelezzük ki. A számláló vezérlőkörét és az első dekádot az 1. ábrán mutatjuk be.



1.ábra. A KFI 7106 impulzusszámláló vezérlőköre és első dekádja.
Fig. 1. The control circuit and the first decade of the KFI 7106 counter.
Рис. 1. Схема управления и первый декад счетчика импульсов KFI 7106.

A TTL köröket és a tranzisztort egy L 005 tipusu stabilizátoros tápegységről, a számkijelző csöveket pedig kétoldalasan egyenirányitott, szürés nélküli tápegységről tápláljuk.

3. A KFI 7209 JELÜ HÉTDEKÁDOS IMPULZUSSZÁMLÁLÓ

A KFI 7209 jelü hétdekádos impulzusszámláló hat üzemmódban dolgozó, lassu és gyors bemenetekkel rendelkező, 11 impulzusszám előválasztását lehetővé tevő, sokoldaluan felhasználható számláló, párhuzamos BCD kimenettel, kézi vagy külső impulzusokkal történő vezérléssel.

A számláló üzemmódjai a következők:

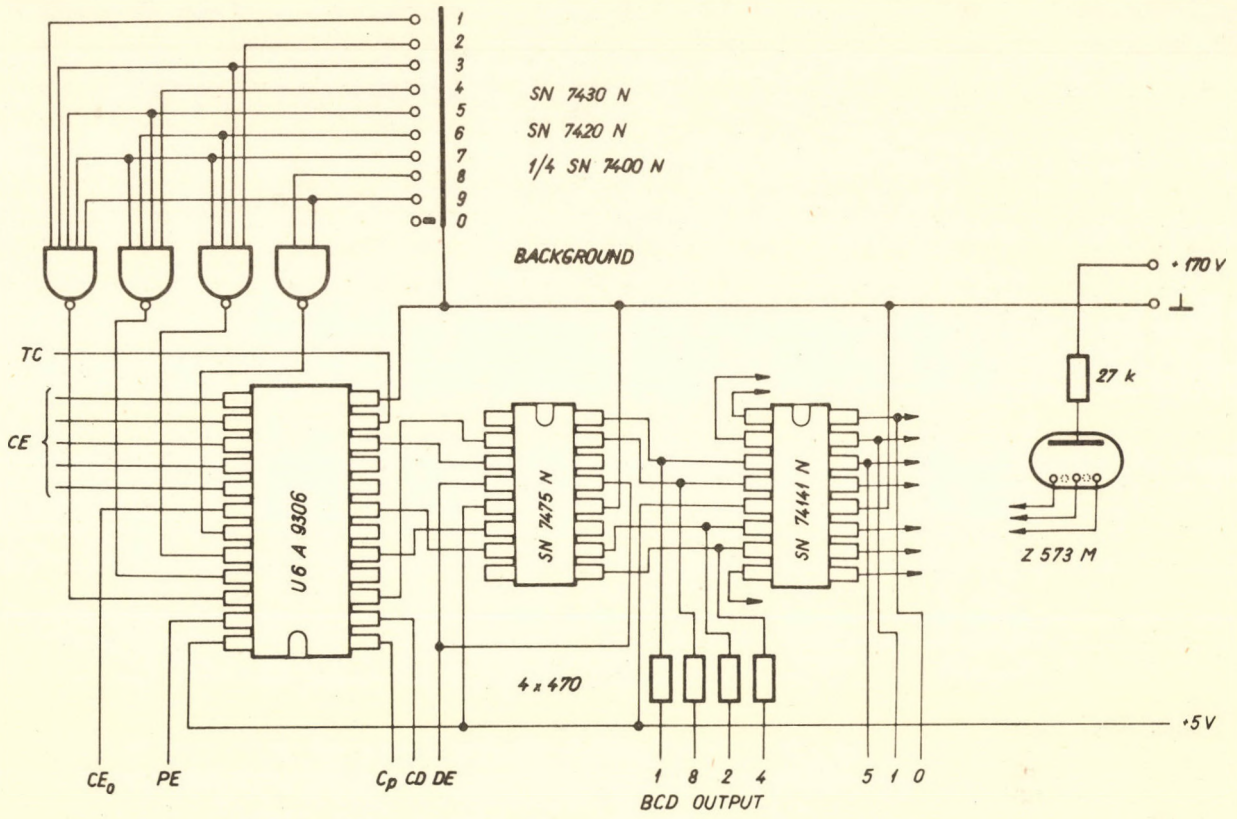
1/ Előre számlálás
2/ Hára számlálás
3/ Bemenettől függően előre vagy hátra számlálás
4/ Előre számlálás háttér levonással
5/ Digitális rate-meter
6/ Digitális rate-meter háttér levonással.

A számláló három bemenettel rendelkezik. Az UP/DOWN és a DOWN jelü bemenetek lassu /max. 3 MHz/ ∿50 mV-100 V amplitudóju pozitiv vagy negativ négyszögimpulzusokkal történő meghajtást tesznek lehetővé. A TTL INPUT jelü direkt bemenet negativ TTL impulzusokkal való meghajtást tesz lehetővé kb. 18 MHz frekvencia határig. Az UP/DOWN és a FAST INPUT jelü bemenetek használhatók az összes üzemmódban. A DOWN jelü bemenetet csak a harmadik üzemmódban használjuk ki. A számláló - a kerek milliók kivételével - minden tetszés szerinti hétjegyü számra beállitható a BACKGROUND jelü hétszámjegyes számkerekes kapcsolóval és a RESET nyomógomb benyomásával. A számláló inditása, leállitása és törlése a számláló üzemmódokban kézzel és külső impulzusokkal történhet. A PRESET jelü kapcsolóval 11 különböző impulzusszám előválasztása oldható meg. A számláló jelzi a pillanatnyi üzemmód jellemzőit is izzólámpás kijelzők segitségével. A számláló a tulcsordulást szintén jelzi. Az 5. és a 6. üzemmódban a vezérlés külső időzitő egységről történik /KFI 7301/. Ebben az üzemmódban a számlálódekádok és a dekóderek közötti D tipusu flip-flop közbenső tárolót is a külső időzitő egység hajtja meg. A számláló müködése a későbbiekben leirandó vezérlő egység ismertetése alapján könnyen megérthető.

3/a. A KFI 7209 jelü készülék számlálódekádjai

A számlálódekádok alapja az U6A 9306 tipusu BCD szinkron előre-hátra számláló. A teljes számlálódekád kapcsolási vázlatát a 2. ábra mutatja be.

A háttérlevonáshoz szükséges impulzusszámot a BACKGROUND jelü miniatür számkerekes kapcsolóval lehet beállitani. A beállitott számot a négy NAND körből álló decimális-BCD átalakitóval kódolva irjuk be a számlálódekád BCD bemenetére. Az U6A 9306 számláló vezérlését három bemenettel lehet végezni. A TC kimenet a 9-0 és a 0-9 átmenetek esetén ad logikai 1 szintet a következő dekádok CE bemeneteire. Mivel a CE kapu hat bemenettel rendelkezik, igy maximum hét dekád kapcsolható sorba fan-in bővités nélkül. A hatbemenetes CE kapu okozza azt a hátrányt, hogy a számlálóval nem lehet hat nullára végződő háttér impulzusszámot levonni. A hét dekád párhuzamos átvitelü szinkron számlálót képez. Az U6A 9306 számláló Q_1, Q_2, Q_3, Q_4 kimeneteit egy SN7475N közbenső tárolón át vezetjük az SN74141N tipusu BCD-decimális, számkijelzőcsövet meghajtó dekóderre. Az SN7475 N órajelbemenetei csak rate-meter üzemmódban kapnak impulzust, számláló üzemben logikai 1 szinten vannak. Az SN7475N kimeneteiről ellenállásokon keresztül vezetjük ki a dekád tartalmát a párhuzamos BCD kimenetre. Kijelzésre Z 573 M tipusu gáztöltésü számkijelző csövet használunk.



2.ábra. A KFI 7209 számlálódekádjainak felépitése.
Fig. 2. The build-up of the decades of the KFI 7209 pulse counter.
Рис. 2. Построение декадов пересчетной схемы KFI 7209.

3/b. A KFI 7209 impulzusszámláló vezérlőköre.

A vezérlőkör feladata a számlálódekádok CE, CD, DE, PE és C_p vezérlő sineire a megfelelő jelek és szintek biztositása, a számláló inditása, irányváltása, leállitása és törlése. A számlálási irányt a számlálásra kész állapotot, a közbenső tároló müködését és a tulfolyást izzólámpákkal jelezzük ki. Az inditás-leállitás RS flip-flop-pal, a törlés monostabil multivibrátorral történik. Törlés esetén a háttér kapcsolókkal beállitott impulzusszámot a PE sinre adott törlőimpulzus által kapuzott beiró óraimpulzusok segitségével irjuk be az U6A 9306 számlálóba. A hat üzemmódot a K_6 kapcsolóval állithatjuk be a felsorolásnak megfelelően. Az 1. és 2. üzemmódban a vezérlés könnyen végig követhető; mindössze csak a CD sinen keresztül változtatjuk meg a számlálási irányt. A jel polaritása minden üzemmódban pozitiv vagy negativ lehet az UP/DOWN és DOWN bemenetekről, a FAST INPUT-ról pedig minden esetben csak negativ. A 3. üzemmódban a számláló inditás után jelbemenettől függő irányba fog számlálni. Ha az UP/DOWN bemenetre érkezik, akkor előre számol, ha a DOWN jelüre érkezik, hátra számol. A számlálási irányt a CD sinen keresztül egy RS flip-flop váltja. Ugyanez a flip-flop

váltja a számlálási irányt a háttér levonás esetében /4. és 6. üzemmód/ is, amikor is a számláló a beirt háttér visszaszámlálásával eléri a nullát, s ezt a hét BC 149-ből és az SN7430N-ből álló null-indikátor kör érzékeli és igy átbillenti az RS flip-flop-ot hátraszámlálásból előreszámlálásba. Az 5. üzemmódban a KFI 7301 számlálógenerátorból kap a számlálódekádok CE sine logikai 0 szintet, majd mintegy 100 ns mulva a DE sin egy 100 ns hosszuságu negativ impulzust, s ismét 100 ns mulva a PE sinre kerül egy 100 ns hosszuságu impulzus. Ez utóbbi impulzus szolgálhat egyidejüleg a kinyomtatás meginditására is, olyan esetekben, amikor a számlálóval rate-meter üzemmódban bomlásgörbe felvételt vagy monitorozást végzünk. A 6. üzemmódban a vezérlés az előzőtől abban különbözik, hogy a közbenső tárolót müködtető DE sinre csak minden második számlálási periódusban adunk a CE sin jelével megegyező jelet, s igy a háttérlevonásos rate-meter üzemmódban csak minden második számlálási periódust tároljuk.

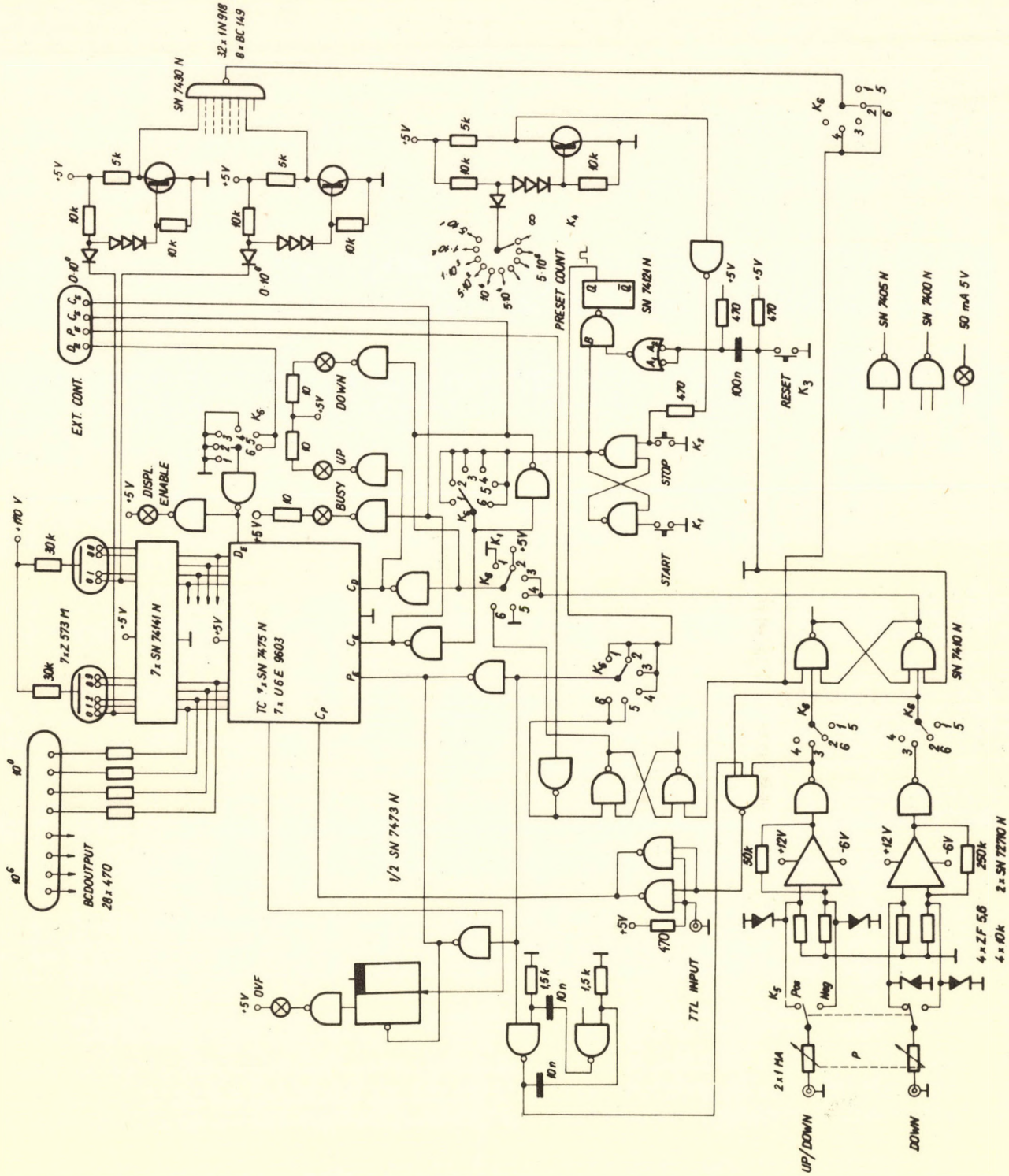
Az impulzusszám előválasztásánál a dekádok tartalmát a null-indikátorhoz hasonló áramkörrel illesztjük a számkijelző csövek katódjairól a TTL szintre [3]. Az impulzusszám-előválasztás 5.10^1 és 5.10^6 között tizenegy lépésben történik az 1. és 5. katódokról levett jelek segitségével. Az impulzusszám-előválasztással a számlálót csak az első négy, számláló üzemmódban lehet leállitani. A számláló törléséhez szükséges háttérbeiró óraimpulzusokat egy 1/2 SN7400N-ből felépitett kapuzott astabil multivibrátor állitja elő. A C_p, CE és PE sineket fan-out bővitett kapukörök hajtják meg.

A lassu bemeneteket /az UP/DOWN és a DOWN bemenetek/ pozitiv és negativ 50 mV - 100 V amplitudóju impulzusok fogadására képeztük ki [3]. Az SN72710N komparátorok használata a számláló müködését lelassitja. Az U6A 9306 számláló maximális számlálási frekvenciáját még a gyors bemeneten sem lehet teljes mértékben kihasználni a normál TTL kapuk használata miatt. A vezérlőkör kapcsolási rajzát a 3. ábrán mutatjuk be.

A KFI 7209 számláló +5 V-os tápfeszültségét egyetlen U6A 7805 integrált stabilizátor felhasználásával állitjuk elő. A komparátorok tápfeszültségét egyszerü Zener diódás tápegység biztositja. A számkijelző csövek táplálását - élettartamuk növelése céljából - egyszerü kétoldalas egyenirányitó végzi.

4. A KFI 7305 JELÜ HATDEKÁDOS SZÁMLÁLÓ LED KIJELZŐVEL

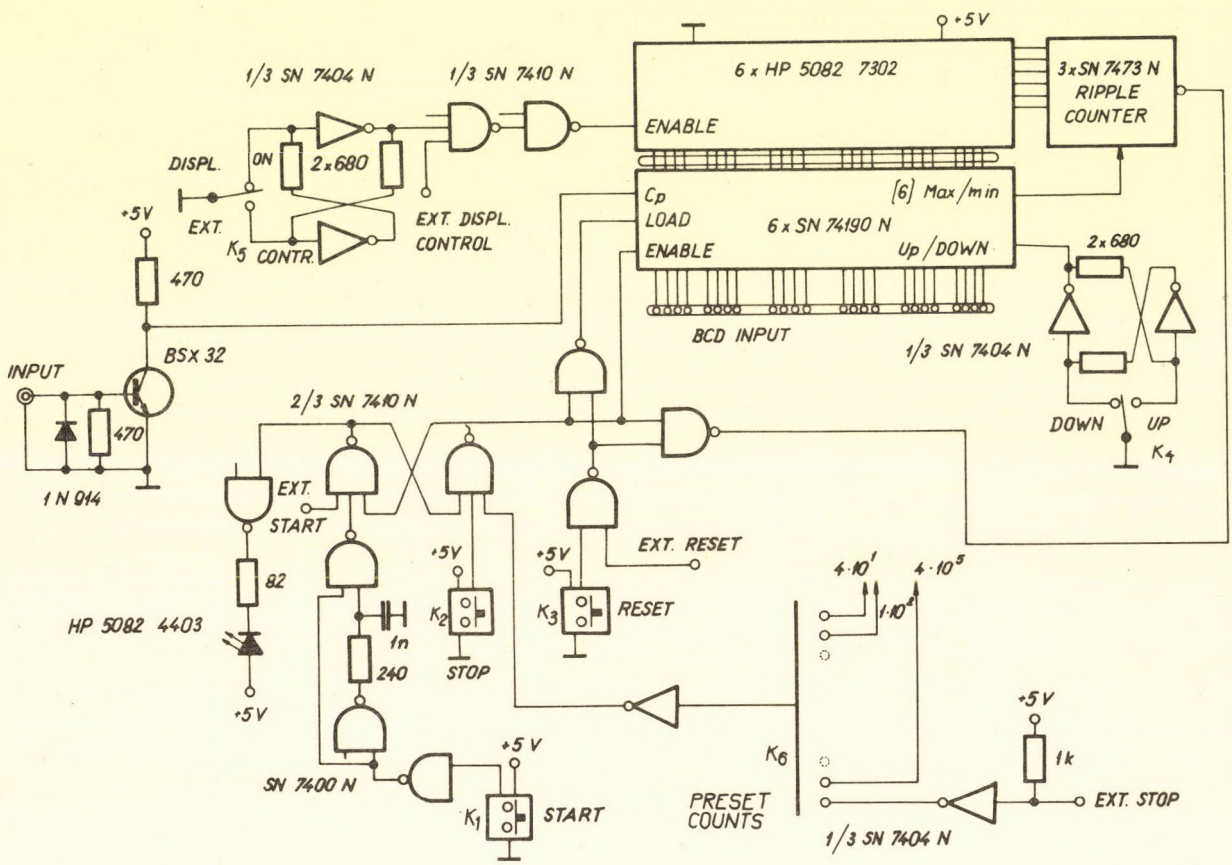
A KFI 7305 jelü hatdekádos számláló egyszerü előre-hátra számláló, közbenső tárolós integrált LED kijelzővel, impulzusszám előválasztással, BCD kimenettel és bemenettel, digitális rate-meter üzemben való felhasználási lehetőséggel. A számláló előnye, hogy a LED kijelzők közbenső tárolója kézzel vagy külső vezérlő egységgel kapcsolható be, s igy mód nyilik például bomlásgörbe felvételre számlálási veszteségek nélkül. A hat dekádon tul a tulcsordulás kijelzésére a LED kijelzők tizedes pontjait kihasználva a számláló kapacitását $6,4.10^7$-1-re emeltük. A tizedes pontokat egy aszinkron bináris számlálóval vezéreljük.



3.ábra. A KFI 7209 impulzusszámláló vezérlő áramköre.
Fig. 3. The control circuit of the KFI 7209 pulse counter.
Рис. 3. Схема управления пересчетной схемы KFI 7209.

A számláló kézi vezérlését kontaktus nélküli mikrokapcsolókkal oldottuk meg.

A KFI 7305 impulzusszámláló gerincét egy a szokásos módon [4] felépitett, aszinkron átvitelü, SN74190N tipusu áramkörökből álló szinkron számláló alkotja. Az ilyen számláló három vezérlő bemenettel rendelkezik: ENABLE, LOAD és UP/DOWN. A hat dekádos szinkron számláló kimenete a legnagyobb helyértékü dekád MAX/MIN kimenete, amely a tulcsordulást számláló három SN7473N-ből álló 2^6-os aszinkron bináris számlálót hajtja meg. A számláló leegyszerüsitett kapcsolási rajzát a 4. ábra mutatja.meg.



4.ábra. A KFI 7305 számláló blokkvázlata.
Fig. 4. The block-scheme of the pulse counter KFI 7305.
Рис. 4. Блок схема счетчика импульсов KFI 7305.

A számlálót vezérlő áramkör felépitése aránylag egyszerü, feladata az SN74190N dekádok vezérlő bemenetein kivül a TTL kompatibilis HP 5082 7302 LED kijelző ENABLE bemenetének vezérlése.

A számlálási irány megváltoztatását a K_4 kapcsoló segitségével egy 1/3 SN7404N-ből kialakitott RS flip-flop végzi. A HP 5082 7302 számkijelzők közbenső tárolóját a DE vezetéken

keresztül a K_5 kapcsolóval billenthető hasonló RS flip-flop vezérli, egy AND körön keresztül. A K_5 kapcsoló ON állásában a közbenső tároló nem tárol s a számkijelzőkön a dekádok pillanatnyi állapota jelenik meg. A K_5 kapcsoló EXT.CONT. állásában, ha a külső vezérlő bemeneten logikai 1 szint van, a számkijelzőkön a pillanatnyi beütésszám "kimerevithető", s igy pl. lejegyezhető. Külső negativ impulzussal a tárolóba beirható a pillanatnyi impulzusszám. A számláló inditása, leállitása és törlése vagy a K_1, K_2, K_3 kontaktusnélküli, nyomásra TTL 0 szintet adó térlemezes mikrokapcsolókkal vagy külső negativ impulzusokkal történhet. A K_1 START mikrokapcsoló elengedéskor a 3/4 SN7400N-ből kialakitott monostabil multivibrátor segitségével kb. 100 ns hosszuságu negativ TTL szintü impulzust ad a 2/3 SN7410N-ből felépitett RS flip-flop-ra. Ez az impulzus átbillenti az RS flip-flop-ot és a számláló dekádok közös ENABLE vezetéke logikai 0 szintet kap. A számláló a bemenetéről a BSX 32-es formáló fokozaton keresztül érkező impulzusokat számlálni kezdi. A számláló csak a STOP gomb benyomása után törölhető, mivel az RS flip-flop letiltja a dekádok LOAD vezetékét meghajtó NAND kaput. A számláló nemcsak a K_2 STOP jelü kontaktusnélküli mikrokapcsolóval, hanem külső TTL 0 szinttel vagy a K_6 PRESET kapcsoló által beállitott impulzusszám elérésével is leállitható. Az előválasztott impulzusszámok 4.10^1 és 4.10^5 között változtathatók. A számlálásra kész állapotot egy HP 5082 4403 tipusu SSL világitása jelzi. A tulcsordulást az SN7473N-ekből felépitett aszinkron bináris számláló a LED kijelzők tizedes pontjainak felhasználásával jelzi ki.

Az SN7419ON számlálók BCD kimeneteit ellenállásokon keresztül kinyomtatási célokból kivezettük. A dekádok BCD bemeneteit kivezetve olyan mérési összeállitás lehetőségét hagytuk meg, amelynél egy másik számláló kimenete a KFI 7305 számláló BCD bemenetét hajthatja meg. Ily módon lehetőség nyilik pl. változó háttér levonására számláló vagy rate-meter üzemmódban.

A készülék tápegysége a TBA 625A tipusu integrált áramkör felhasználásával készült.

5. A KFI 7301 JELÜ ÖTDEKÁDOS IMPULZUSSZÁM ELŐVÁLASZTÓ SZÁMLÁLÓGENERÁTOR

A KFI 7301 jelü ötdekádos impulzusszámláló esetében a kevésbé kihasználható, kijelzés nélküli impulzusszám előválasztó számlálót ugy alakitottuk ki, hogy az pl. a beállitott impulzusszámnak megfelelő számu impulzus kiadására is alkalmas legyen. A KFI 7301 jelü készülék alkalmas 1 - 99999-ig terjedő impulzus számlálására, belső óragenerátora segitségével pedig a 0,1 - 9999,9 s-os időintervallumban időzitési célokra. Mint impulzusgenerátor alkalmas a belső 200 kHz-s óragenerátor segitségével 1 - 99999 impulzus előállitására. A készülék alkalmas a belső 200 kHz-es óragenerátorának frekvenciáját a 2 - 19998 közötti páros számoknak megfelelően leosztani. A készülék a belső

órageneratorokon kivül alkalmas külső órageneratorról való működésre is.

Belső órageneratór alkalmazása esetén a készülék jellemző adatait az I. táblázat foglalja össze.

I. Táblázat

Üzemmód		Órajel frekvencia	Kapujel, frekv., imp. szám	
Jele	Elnevezése	Hz	Max.	Min.
1.	Preset Counter	10	9999,9 s	0,1 s
2.	Timer	10	9999,9 s	0,1 s
3.	Preset Pulse Generator	2.10^5	99999 imp	1 imp
4.	Square Wave Generator	2.10^5	100 kHz	1/99999 10^5 Hz
5.	Time Base	10	9999,9 s	0,1 s

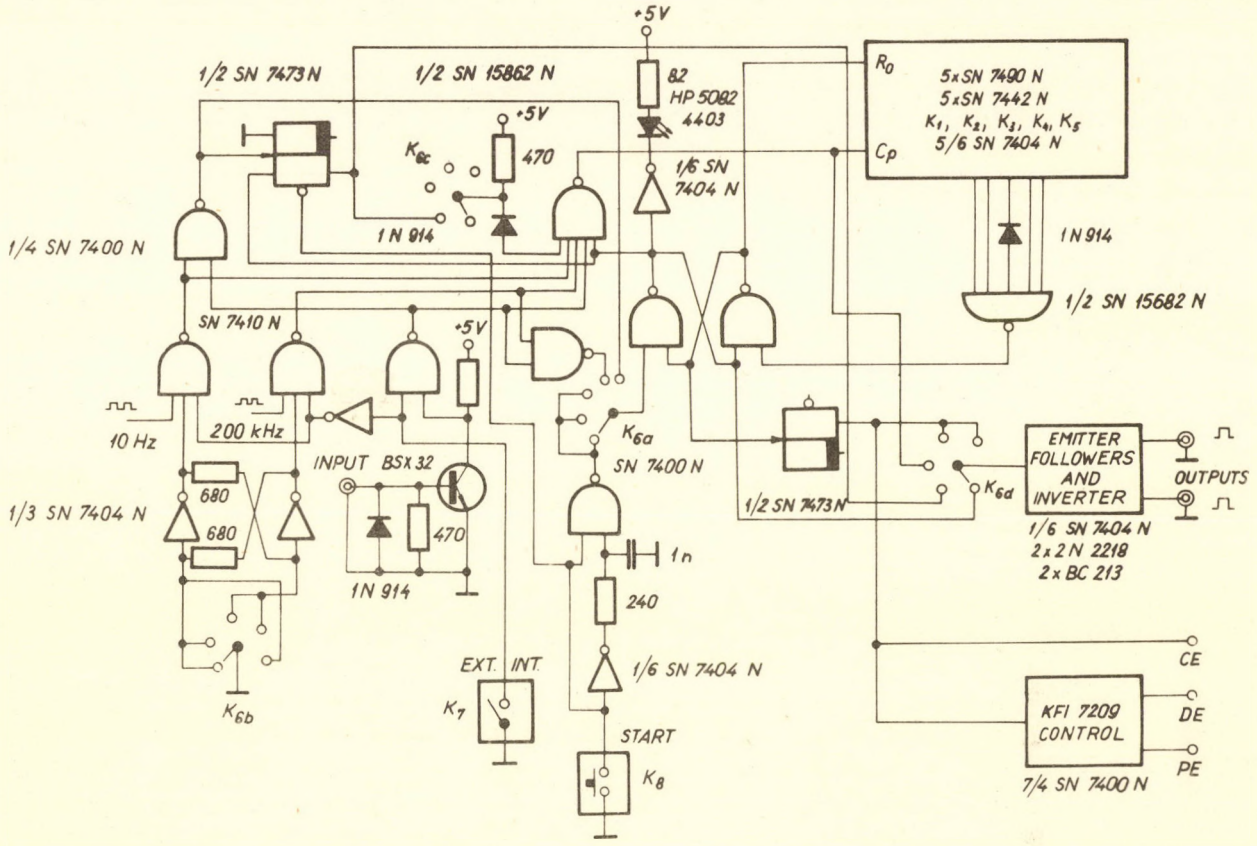
A készülék kapcsolási rajzát az 5. ábrán mutatjuk be. Az ábrán a tipikus felépitésü számlálódekádokat - SN7490N és SN7442N felépitésü - az impulzusszám előválasztó K_1-K_5 kapcsolókkal együtt közös blokkban ábrázoltuk. A készülék üzemmódját a K_6 kapcsolóval választhatjuk ki. A K_7 aretálódó kontaktus nélküli nyomókapcsoló benyomott állásában a belső órageneratórokat, kiengedett állapotban pedig a külső jelforrást kapcsolja az első számlálódekád órajel bemenetét kapuló 1/2 SN15862N fan-in bővitett DTL NAND körre.

A számláló inditása vagy külső TTL 0 szinttel, vagy a K_8 kontaktus nélküli mikrokapcsoló segitségével történhet. Az 1/2 SN7400N-ből kialakitott RS flip-flop egyrészt az ötbemenetü DTL NAND kaput nyitja, másrészt a számlálót törli. A négy üzemmód közül az 1.,3. és 4. üzemmódokban a kapu nyitását közvetlenül az RS flip-flop végzi, mig a 2. üzemmódban a kapu nyitása az 1/2 SN7473N által történik. Igy az időzitő üzemmódban a kapu nyitása az első órajel által történik. Az 1. és a 2. üzemmódot tehát időzitőként való alkalmazás esetén az időzités pontossága különbözteti meg egymástól.

A készülék müködése az egyes üzemmódokban a következőképpen foglalható össze:

a. Preset Counter üzemmód

A számláló inditását az RS flip-flop végzi, a flip-flop állapotát az előlapon elhelyezett HP 5082 4403 tipusu BUSY fel-



5.ábra. A KFI 7301 számláló blokk-vázlata.
Fig. 5. The block diagram of the KFI 7301 counter..
Рис. 5. Блок схема счетчика импульсов KFI 7301.

iratu SSL jelzi. A bemenetre érkező impulzusokat a BSX 32 tranzisztorral felépitett illesztő fokozat teszi át TTL szintre. Belső jelforrásként két SN74121N-ből felépitett 10 Hz-es astabil multivibrátor szolgál. Az RS flip-flop visszabillentését a fan-in bővitett 1/2 SN15862N-ből kialakitott NAND kör végzi a K_1 - K_5 kapcsolók által előválasztott impulzusszám elérésekor. A kimeneteken ebben az esetben - a két kimeneti emitterkövetőn keresztül [5] - az RS flip-flop állapota jelenik meg.

b. Timer üzemmód

A számlálódekádok inditását ebben az esetben a JK flip-flop végzi az RS flip-flop átbillenése és az első órajel beérkezése után. Külső jelforrást a közös bemenetről használhatunk, belső jelforrásként a 10 Hz-es generátor szolgál. A kimeneti fokozatokat ebben az esetben a JK flip-flop-ról tápláljuk.

c. Preset Pulse Generator üzemmód

A generátor inditása az RS flip-flop-ról történik. A kimeneti emitterkövetőket az első számlálódekád órajel bemenetét tápláló ötbemenetü NAND kör kimenetéről hajtjuk meg [6]. Az órajelet vagy a belső 200 kHz-es astabil multivibrátorról, vagy a közös jel bemenetről kaphatjuk.

d. Square Wave Generator üzemmód

Az RS flip-flop inditását az első - a belső 200 kHz-s generátorról, vagy a közös bemenetről érkező - óraimpulzus végzi. A visszabillenés a K_1 - K_5 kapcsolók által beállitott S impulzusszám elérése után az ötbemenetü DTL NAND kör végzi [7]. Az S+1-edik impulzus ismét inditja az RS flip-flop-ot és a 2S-edik ismételten visszabillenti azt. Az RS flip-flop egyik kimenete egy JK flip-flop-ot vezérel az órajel bemenetén, s igy az mint T flip-flop a kimenetén az S számnak megfelelő frekvenciáju négyszöghullámot szolgáltat. A négyszöghullám f_S frekvenciáját az f_O órajel frekvencia és az S impulzusszám esetében az $f_S=f_O/2S$ összefüggés adja meg.

e. Time Base üzemmód

A készülék müködése azonos az előző üzemmód müködésével, de belső órajel használata esetén a 10 Hz-es generátort alkalmazzuk. A kimeneteken megjelenő négyszöghullámból nyerjük ebben az esetben KFI 7209 számlálót rate-meter üzemmódban vezérlő $\overline{CE}$, $\overline{DE}$ $\overline{PE}$ jelszinteket, illetve impulzusokat. Ezek a szintek és jelek alkalmasak a KFI 7305 LED kijelző számláló vezérlésére is. A készülék számláló dekádjainak kimeneteit megfelelő módon itt is kivezettük.

A készülék tápegységét a KFI 7106 számlálóhoz hasonlóan az L 005 tipusu integrált tápegységgel épitettük fel.

IRODALOM

[1] Szabó J., Sztaricskai T., ATOMKI Közl. 13, 57-59 /1971/.
[2] Bitatron müködési leirás, KLTE Kisérleti Fizikai Intézet.
[3] K. Reiss, H. Leidl, W. Spichall, Integrierte Digitalbausteine, Siemens Ag. Berlin, 1970.
[4] R. L. Morris, J. R. Miller, Designing with TTL Integrated Circuits McGraw Hill, 1971.
[5] Bibók Gy, ATOMKI Közl. 13, 25-28 /1971/.
[6] G. Coers, Electronics 45, N14, 88 /1972/.
[7] J. L. Foote, Electronics 45, N12, 100 /1972/.

PERIFÉRIAORIENTÁLT FOCAL'69
/AZ ND 50/50 RENDSZER PROGRAMKÖNYVTÁRÁNAK BŐVITÉSE III./

ZOLNAI LÁSZLÓ

A FOCAL'69 interpretert 34 függvénnyel és 2 utasitással bővitettük, lehetővé téve a PDP-8/I számitógéphez illesztett 18 perifériaegység, ill. regiszter programozhatóságát. Megvizsgáltuk a rendszerben az információtárolás hatékonyságát. Vizsgálataink alapján kidolgoztunk egy olyan kódot, amellyel a spektrumtároláshoz szükséges memóriaigényt 70 %-kal csökkentettük.

PERIPHERAL ORIENTED FOCAL'69. /EXTENSION OF THE PROGRAM LIBRARY OF ND 50/50 SYSTEM, III./ The FOCAL'69 interpreter was enlarged with 34 functions and 2 statements, thus having been rendered possible the programming of 18 peripheral units respectively registers interfaced to a PDP-8/I. computer. The efficiency of information storage was examined and a code was worked out, this way the claim to memory of spectrum storage was decreased with 70 %.

ЯЗЫК ПРОГРАММИРОВАНИЯ FOCAL'69 ОРИЕНТИРОВАННЫЙ НА ПЕРИФЕРИЮ. /РАСШИРЕНИЕ БИБЛИОТЕКИ-ПРОГРАММ СИСТЕМЫ ND 50/50. III./ Интерпретирующий язык программирования FOCAL'69 был расширен 34 функциями и 2 командами, при этом стало возможным программирование 18 внещних устройства и регистров принадлежащих к ЭВМ PDP-8/I. Была исследована эффективность хранения информации в системе. На основе наших исследований был разработан код, с помощью которого память необходимая для хранения спектров уменьшается до 70 %.

1. BEVEZETÉS

Egy az ND 50/50 rendszerhez hasonló, kisebb adatfeldolgozó egység használhatóságát a rendszer számitógépéhez illesztett perifériaegységek jellege, mennyisége, valamint az interface-ek szintje szabja meg. A különböző perifériaegységekből származó előny csak akkor tud érvényre jutni, ha a perifériaegységek magasabb programozási szinten könnyen hozzáférhetőek.

Egy ilyen kapcsolat lehetővé teszi az egyedi felhasználónak, hogy kihasználja a rendszer lehetőségeit anélkül, hogy az adott rendszer belső szervezését megismerné.

Más szempontból, amennyiben az adatgyüjtő-feldolgozó rendszerben van számitógép, törekedni kell annak a minél jobb kihasználására. A tapasztalat az, hogy - főleg rutinmérések alatt - a számitógép nem rendelkezik hosszabb, összefüggő, nagyobb igényü feldolgozásra elegendő idővel. Kézenfekvő, hogy eközben a számitógépet a mérések vezérlésére használjuk, amennyiben a technikai feltételek adottak. Ezzel nemcsak rutinmunkát takaritunk meg, hanem jelentősen csökkenthetjük az adatfeldolgozó rendszer által kiszolgált müszer /jelen esetben a VdG gyorsitó/ holtidejét.

Az ND 50/50 rendszer több illesztett perifériával rendelkezik, azonban ezek közül a legtöbb csak assembler nyelvi szinten programozható. Az assembler szintü programozás nehézkessége, valamint az a tény, hogy az ilyen programok irásához vagy átirásához szükséges szabad gépidővel nem rendelkezünk, gátolja a rendszer kihasználását ill. a továbbfejlesztés lehetőségét.

Az előbbiekben vázolt helyzet megoldását a PDP-8/I FOCAL'69 értelmező tipusu, algoritmikus programnyelvének bővitésében ill. átalakitásában találtuk meg. Célunk volt, hogy a rendszerhez kapcsolt összes perifériaegységet programozhatóvá tegyük a programnyelv szintjén. E célból a FOCAL'69 interpreter rendelkezésünkre álló bináris listája alapján elkészitettük a forrásnyelvi változatot, majd ebből kiindulva végrehajtottuk a szükséges módositásokat, ill. átalakitásokat. A módositott programnyelvet az alábbiakban ismertetjük.

2. MÓDOSITOTT FOCAL'69

2.1. Program összefoglaló

A program neve: "ZOLA'73 I&O"

Katalógusszám: "73-E-Z/29-PAL"

Számitógép: PDP-8/I /alapkonfiguráció/

Használt perifériák: ASR-33; FACIT 4070; Tally olvasó; EFKI plotter; 2 db 13 bites A/D C; ND analizátor /4k, 24 bit/

A program feladata: A FOCAL'69 programnyelven lehetővé tenni a rendszerben levő összes periféria vezérlését.

Megjegyzés: A program két részből áll, az első jelzése: "ZOLA'73 I&O-I." a második rész két változatban készült: "ZOLA'73 I&O-II./1. ill. /2."

2.2. A módositott programnyelv részletes leirása

A perifériakontroll viszonylag legegyszerübb megoldását olyan uj, több argumentumu függvények beépitésében leltük meg, amelyek az argumentumokból származtatott paraméterekkel müködtetik az egyes perifériaegységeket. A függvényeken kivül két utasitás törlésével két uj utasitást is beépitettünk a programnyelvbe. Ezek részletesebb leirása megtalálható a [1] irodalomban. Megjegyezzük, hogy a perifériák közül a lassu és gyors olvasó ill. lyukasztó, valamint a plotter a módositott programnyelvben megszakitásos üzemmódban müködik. Az uj és régi függvényeket az 1. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatban használt jelölések jelentése a következő.

C(X)	az X-edik számitógép-memóriarekesz aktuális tartalma
[I]	az analizátor I-dik abszolut memóriahelye
[G, C]	az analizátor G-dik csoportjának C-dik csatornája /mindenkori memóriafelosztásnak megfelelően/
C[I]	[I] aktuális értéke
C[G,C]	a [G,C] aktuális értéke
U[G,C]	a [G,C] 12.-23. bitjének aktuális értéke
L[G,C]	a [G,C] 0.-11. bitjének aktuális értéke
<A>	az A változó aktuális értéke
$\langle A \rangle_{exp.}$	az A változó exponens részének aktuális értéke
$\langle A \rangle_{mant.1.vagy\ 2.}$	az A változó 1. vagy 2. mantisszájának aktuális értéke
I,J,G,C	egész változók, vagy csak egész részük van figyelembe véve
R	valós változó
∿	határozatlan érték
BR	bináris regiszter, a számitógépmemória 7612_8 és 7613_8-dik rekeszei
SR	a PDP-8/I kapcsoló regisztere
*	megszakitásos üzemmód

Megjegyezzük, hogy a táblázatban szereplő függvényeket az aritmetikai függvényekkel megegyező módon lehet alkalmazni. Figyelembe kell azonban venni, hogy az egyes kifejezések a prioritási szinteknek megfelelően balról jobbra, a zárójeles kifejezések belülről kifelé haladva kerülnek feldolgozásra.

Mivel az egyes perifériák szervezettségi foka alacsony, egyes müveletekre un. összetett függvényeket használunk, ezek

1. táblázat

A FOCAL tipusu interpreterek függvénykészlete

Table 1. The set of functions of FOCAL type interpreters

Таблица 1. Набор функций интерпретирующего языка программирования типа FOCAL

Függvény formátum	A függvény hatásának leirása	"A" végső értéke	Megjegyzés	FOCAL'69	ZOLA'73 I&O L/1	ZOLA'73 I&O L/2
A=FI(Ø)	Az A/D C. bemenetén levő feszültségszint digitális értékét A-nak adja	<A>	0≤<A>≤8191	-	+	-
A=FI(1)	Az Y A/D C. bemenetén levő feszültségszint digitális értékét A-nak adja	<A>	0≤<A>≤8191	-	+	-
A=FO(Ø,I)	Az X D/A C. kimenetén <I>-nek megfelelő analóg feszültség jelenik meg	<I>	<I>:=mod(I,4096)	-	+*	+*
A=FO(1,I)	Az Y D/A C. kimenetén <I>-nek megfelelő analóg feszültség jelenik meg	<I>	<I>:=mod(I,4096)	-	+*	+*
A=FI(2,G,C)	$\langle A\rangle_{exp.}:=U[G,C]$; $\langle A\rangle_{mant.1.}:=L[G,C]$	<A>	A tárolás pontossága 0.04 %	-	+	-
A=FO(2,G,C,R)	$U[G,C]:=\langle R\rangle_{exp.}$ $L[G,C]:=\langle R\rangle_{mant.1.}$	<R>		-	+	-
A=FO(3,G,C)	Marker elhelyezése [G,C]-re	<C> ∿	ZOLA'73 I&O L/1. ZOLA'73 I&O L/2.	-	+	+
A=FI(3,G,C)	<A>:= 1 kivilágitott tartományban; 0 egyébként	1 0	-	-	+	+
A=FI(4)	A gyorsolvasón beolvassa a soron következő karaktert. <A> a karakter ASCII kódja lesz	<A>	-	-	+*	+*
A=FO(4,I)	Az <I> kódértékü ASCII karaktert kiperforálja a gyorslyukasztón	<I>	-	-	+*	+*
A=FO(6)	Toll le utasitás a plotternek	6	-	-	+*	+*
A=FI(6)	Toll fel utasitás a plotternek	6	-	-	+*	+*
A=FO(7,G,C)	A plotterre kapcsolt D/A C-k esetén a G,C-nek megfelelő helyre pontot tesz	<C>	<G>:=mod(G,4096) <C>:=mod(C,4096)	-	+*	+*
A=FO(8,I)	Az analizátor csoportfelosztásának megfelelő csoportszámot állitja be	<I>	Csoportszám: 2^n amelyre $2^n\leq\langle I\rangle\leq 2^{n-1}$	-	+	+
A=FI(8)	<A> a tárolt csoportszámmal lesz egyenlő	<A>	-	-	+	+
A=FI(9,I)	<A>:=C(I)	<A>	-	-	+	+
A=FO(9,I,J)	C(I):=<J>	<J>	-	-	+	+
A=FO(1Ø)	Elveszi a display oszcilloszkóp vezérlését	10	Hatásuk kombinálható az összes analizátor memóriára vonatkozó utasitással	-	+	+
A=FI(1Ø)	Visszaadja a display oszcilloszkóp vezérlését	10		-	+	+

Függvény formátum	A függvény hatásának leirása	"A" végső értéke	Megjegyzés	FOCAL'69	ZOLA'73 I&O I/1	ZOLA'73 I&O I/2
A=FO(11,G,C,I)	C[G,C]:=<I>	<I>	max|I|≤2^{23}-1	-	+	+
A=FI(11,G,C)	<A>:=C[G,C]	<A>	-	-	+	+
A=FI(12)	Az analizálást meginditja	12	-	-	+	+
A=FO(12)	Az analizálást leállitja	12	-	-	+	+
A=FI(13)	Az analizátort ADD üzemmódba helyezi	13	-	-	+	+
A=FO(13)	Az analizátort SUBSTRACT üzemmódba helyezi	13	-	-	+	+
A=FI(14)	<A>:= 1 ha a gyüjtés folyik / 0 ha a gyüjtés szünetel	<A>	-	-	+	+
A=FI(15)	<A>:=C(SR)	<A>	0≤C(SR)≤4095	-	+	+
A=FO(15)	A program megáll, CONTINUE-val folytatható	15	-	-	+	+
A=FK(I,R)	U[I]:=<R>$_{exp.}$; L[I]:=<R>$_{mant.1.}$	<R>	A tárolás pontossága 0.04 %	-	-	+
A=FB(I)	<A>$_{exp.}$:=U[I]; <A>$_{mant.1.}$:=L[I]	<A>		-	-	+
A=FC(I)	<A>:=C[I]; C(BR):=C[I]	<A>	<I>:=mod(I,4096)	-	-	+
A=FD(I)	C[I]:=C(BR)	∿	<I>:=mod(I,4096)	-	-	+
A=FP( )	C(BR)-t a 2. kódban kiperforálja a gyorslyukasztón	∿	-	-	-	+*
A=FR( )	2. kódu szalagról a következő számot beolvassa a BR-be	C(BR)	-	-	-	+*
A=FL(I)	Az I. analizátormemória helytől kikeresi a következő kivilágitott tartományt, <A> a tartomány utolsó cime C(3978) az első cim értéke lesz	<A>	<I>:=mod(I,4096)	-	-	+
A=FABS(X)	<A>:=|<X>|	<A>	ZOLA 73 I&OI/2-ben a formátum A=FA(X)	+	+	+
A=FITR(X)	<A>:=ent<X>	<A>	ZOLA 73 I&OI/2-ben a formátum A=FT(X)	+	+	+
A=FSGN(X)	<A>:=sign<X>	<A>	-	+	+	+
A=FSQT(X)	<A>:=$\sqrt{<X>}$	<A>	-	+	+	+
A=FSIN(X)	<A>:=sin<X>	<A>	-	+	-	-
A=FCOS(X)	<A>:=cos<X>	<A>	-	+	-	-
A=FATN(X)	<A>:=arctg<X>	<A>	-	+	-	-
A=FEXP(X)	<A>:=exp<X>	<A>	-	+	+	+
A=FLOG(X)	<A>:=ln<X>	<A>	-	+	-	-
A=FRAN( )	<A> egy -1 és +1 közötti véletlen-számmal lesz egyenlő	<A>	pszeudo véletlen-számgenerátor	+	-	-

ui. hosszabb perifériaprogramokat foglalnak magukban. Különösképpen szükség volt ilyen müveletekre az input-output rendszer gyors müködésének megszervezésénél. Itt lehetőségünk volt arra is, hogy megvizsgáljuk az adattárolás hatékonyságát az ND 50/50 rendszernél. Ezzel a kérdéssel foglalkozunk az alábbiakban.

3. ADATTAROLAS NUKLEARIS MÉRÉSEKNÉL

Nukleáris mérések spektrumjainak a mérőberendezésből való kihozatalánál megfigyelhető, hogy a hasznos információ csak töredék része a tárolásra kerülő adattömegnek. Ez a tény belső tárolásnál viszonylag nagy központi memóriát igényel, másrészt - főleg lassu perifériák esetén - jelentős időveszteséget jelent. Megjegyezzük, hogy mindkét probléma jelentősége csökken, ha gyors elérésü,és közel korlátlan adattárolási lehetőségünk van. Ezzel azonban többnyire nem rendelkezünk.

Az eddigiekben az ND 50/50 rendszernél az analizátor egy 24 bit hosszuságu szavának tartalmát 4 db. 8 csatornásskarakterben rögzitette a "Physics Analizer" nevü programrendszer input-output programja /1. kód/ [2].

Ahhoz, hogy egy kód információtárolási hatékonyságáról nyilatkozhassunk, meg kell vizsgálni, hogy mekkora átlagos szóhossz tartozik ehhez a kódhoz, adott közleményvalószinüség-eloszlásu információforrás esetén.

Ismeretes [3], hogy az elérhető minimális szóhosszat adott eloszlásu forrás esetén a forrás $p(X_i)$ eloszlásfüggvényével kifejezett

$$H(X) = -\sum_i p(X_i) \cdot \underbrace{\log}_{2} p(X_i) \qquad (1)$$

entrópiája segitségével a következő alakban irhatjuk:

$$\bar{L}_{min} = \frac{H(X)}{\underbrace{\log}_{2} D} \qquad (2)$$

ahol D a kódoló ábécé betüinek száma. Az átlagos szóhosszat egy adott kód esetére adott eloszlásnál az

$$\bar{L} = \sum_i p(X_i) n_i \qquad (3)$$

kifejezés adja meg, ahol n_i a kódban az X_i közleményhez rendelt kódszó hossza. Az összegzéseket mindig az egész közleménysokaságra ki kell terjeszteni. Az (1) képletből látszik, hogy az entrópia, és ezzel együtt az $\bar{L}_{min}$, egyenletes eloszlás esetén maximális.

A vizsgálatokat feltételezetten független eloszlásu forrásra, zajmentes csatornára végeztük. A függetlenség egy spektrumra nem, de spektrumok sokaságára teljesül. A zajmentesség szigo-

ruan véve nem áll fenn, azonban gyakorlati szempontokat figyelembe véve feltételezhető /cca. 10^{-2} %/.

Először kb. 10^5 kihozott csatornatartalomra megvizsgáltuk az analizátornak, mint forrásnak az eloszlásfüggvényét /1. ábra, II. eloszlás/. Ezen a következő lényeges vonásokat figyelhetjük meg:

1/ A kihozott csatornatartalmak kb. 30 %-a "0".
2/ A "0"-k kb. 50 %-a többedmagával fordul elő.
3/ A 250-nél kisebb számjegyek kb. 40 %-os relativ gyakorisággal fordulnak elő.

A fentiekből levonhatjuk azt a következtetést, hogy egy olyan kód, amelynél az előbbi tartományokban rövidebb kódszavak fordulnak elő, jobb hatásfoku lenne. Ezekből a megfontolásokból kiindulva a következő kódot készitettük el:

A számábrázolás az 1. kód bináris formátumában történik, az elől álló 0-k elhagyásával, az értékes információt hordozó bitek számának 6-tal osztható számra való kiegészitésével. Egy szám utolsó kihozott 6 bites részét a 7. csatornában 1 értékü jelzőbittel kiegészitjük. Ez utóbbi módszerrel a kód prefix tulajdonságu lesz, amely tulajdonság az elől álló 0-k elhagyásával eltünik. A fenti eljárástól eltérő módon történik a 0-k rögzitése. Ennek a számjegynek a jelzése a 8. csatornában fekvő 1 értékü bit..

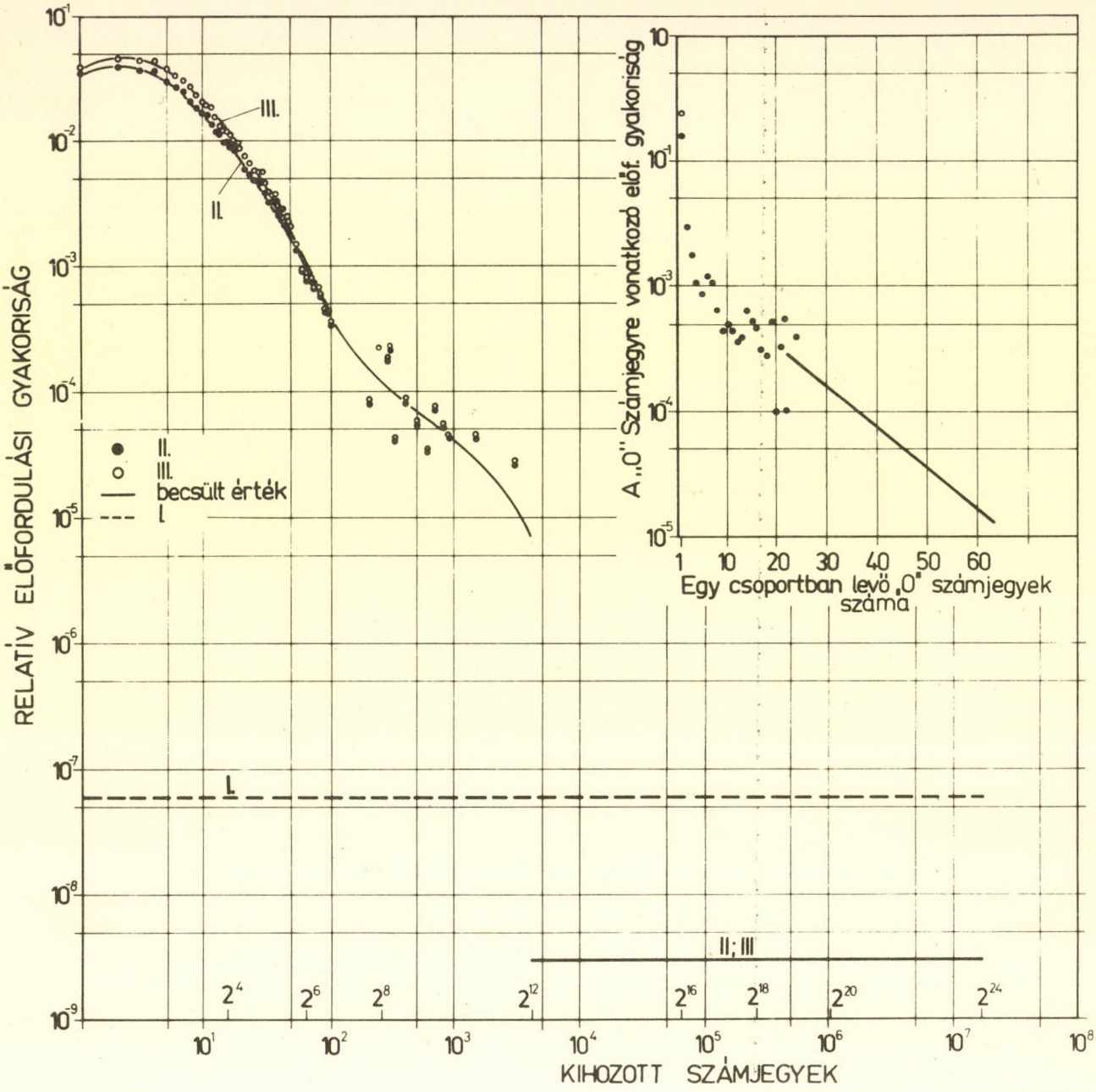
Az egymás mellett fekvő 0-k számát, a karakter 1.-6. bitjében rögzitjük. A spektrumkezdetet a 7. és 8. csatornában egyszerre előforduló 1 jelenti. Ezt a kódot a továbbiakban 2. kódnak nevezzük.

A 2. kódban a 8. csatorna kitüntetett szerepe technikai eredetü. Más esetben - pl. a központi memória 12 bites szavainál - célszerübb 6 bites félszavakkal dolgozni. A 2. kód analógiájára elkészitett 6 csatornás változat a 3. kód.

További optimalizálás céljából a II. "empirikus" eloszlásból elkészitettük a III. un. "modell" eloszlást. Ennél feltételeztük, hogy rutinosabb mérésnél a "0"-k aránya 25 %-ra csökkenthető, és a többedmagukkal előforduló "0"-k aránya elhanyagolható. Tekintve, hogy ez az eloszlás egyszerübb, kidolgoztuk az eloszláshoz tartozó Shannon-Fano-féle kódot [3] /4. kód/. Vizsgálatainkat összehasonlitás céljából az I. jelzésü egyenletes eloszlásra is elvégeztük. Az egyes eloszlásokat az 1. ábrán láthatjuk.

A fenti kódokra és eloszlásokra kiszámitottuk az átlagos szóhosszat, amelyet bit/közlemény egységekben a 2. táblázatban közlünk. A számitásokat az eloszlás 95 %-áig számitógép segitségével végeztük, a maradék 5 %-ot a II. és III. eloszlásoknál egyenletes értékekkel becsültük. Az eloszlások ezen részét folytonos vonallal ábrázoltuk az 1. ábrán. Mivel egy ilyen becslés a maximális entrópiáju a kérdéses intervallumon, ezeket az értékeket hibaként tüntettük fel. A 2. táblázat utolsó sorában az illető kódra vonatkozó minimális átlagos szóhossz szerepel.

Az adatkihozatalnál gyakorlati okokból a 2. kódot valósitottuk meg. Az elméleti számitásoknak megfelelően a gyakor-



1.ábra. A cikkben vizsgált relativ előfordulási gyakoriság függvények ha a közleménysokaság a $[0,2^{24}-1]$ intervallum egészeiből áll, és előfordulási valószínüségük:
I. - egyenlő, II.-nukleáris mérések kihozott eredményei valószinüségével megegyező, III. - a II. eset egy modellje.

Fig. 1. The functions of the relative frequent occurence examined if the information set consists of the integers of interval $[0,2^{24}-1]$ and their occurence probability:
I. - is equal, II. - agrees on probability obtained in outputs of nuclear spectra, III. - is a model of case II.

Рис. 1. Функции относительной частоты исследованные в данной статье, если множество сообщений состоит из целых чисел

интервалов $[0,2^{24}-1]$ и для случаев вероятности появления:
I. - равная, II. - совпадающая с вероятностями выведенных результатов ядерных измерений, III. - модель случая II.

2. táblázat

Átlagos szóhosszak a cikkben vizsgált kódok és eloszlások esetén az egyes eloszlásoknál bináris ábécével elérhető minimális átlagos szóhosszak feltüntetésével, bit/közlemény egységekben.

Table 2. The mean lengths of words in the case of codes and distributions examined in the present article. The minimal mean length of words is indicated in units bit/information accessible with binary alphabet at different distributions.

Таблица 2. Средние длины слов в случаях кодов и распределений исследованных в статье, отмечая минимальные длины получаемые бинарным алфавитом в единицах бит/сообщение.

Eloszlás / Kód:	"Egyenletes" I.	"Empirikus" II.	"Modell" III.
1. (Physics Analyzer)	32	32	32
2. (8 csatornás)	31.8	$7.4^{+1.6}_{-0}$	$7.9^{+1.6}_{-0}$
3. (6 csatornás)	31.5	$6.1^{+1.6}_{-0}$	$7.1^{+1.6}_{-0}$
4. (Shannon-Fano)	$26.5^{+1.2}_{-0}$	$4.7^{+1.6}_{-0}$	$5.0^{+1.6}_{-0}$
$\overline{L}_{min} = H(X)/\log_2 D$	24	$4.42^{+1.41}_{-0}$	$4.77^{+1.43}_{-0}$

latban sikerült elérni kb. 70 %-os hely és idő megtakaritást /4 k-s spektrum esetén spektrumonként 4'/, ami a használt perifériák élettartamában hasonló mértékben jelentkezik.

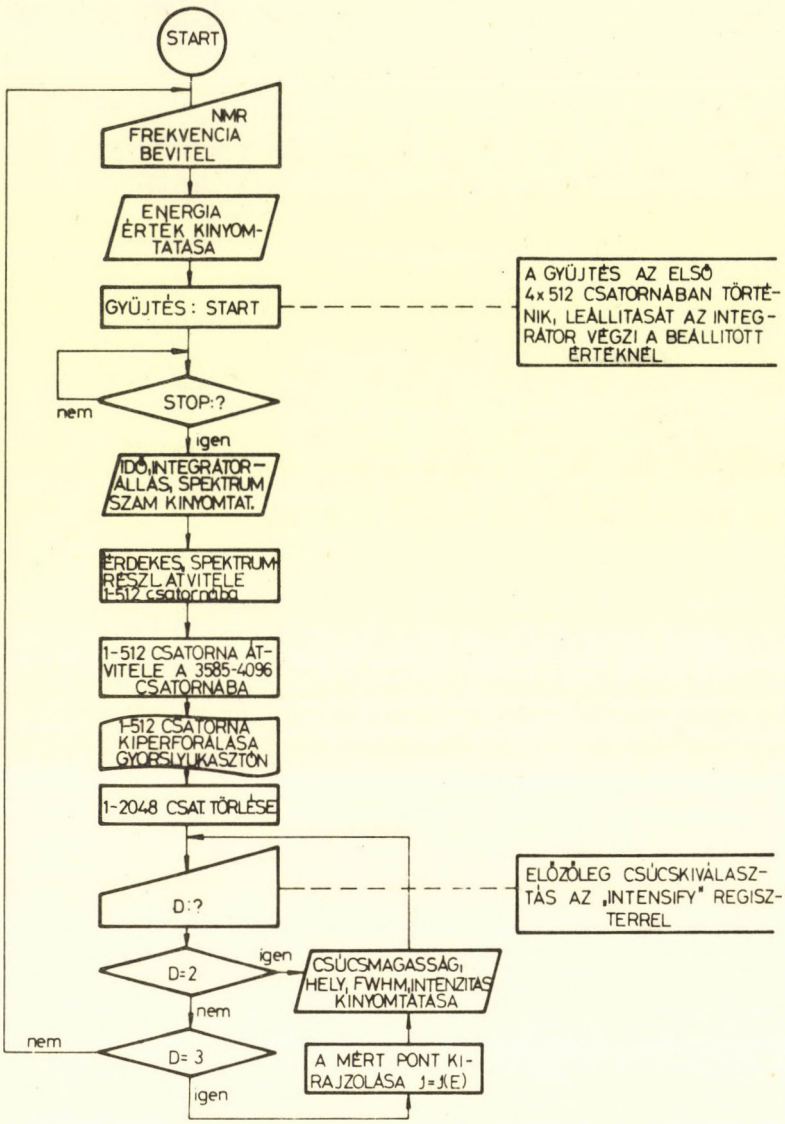
4. A MÓDOSITOTT FOCAL'69 ALKALMAZASA

Az uj FOCAL'69 interpreter tapasztalataink szerint sokoldalu, a különböző mérésekre rugalmasan alakitható programok irására ad lehetőséget. Szemléltetésül két ilyen program lis-

táját közöljük. Az első $^{40}Ca(p,p)^{40}Ca$ négy detektorral egyszerre végzett mérések kiértékelését és tárolását végzi el /2/a. ábra/. Blokkdiagramját a 3. ábrán láthatjuk.

```
@@@
```

```
@@@
```



3.ábra. A 2/a. ábra programjának blokkdiagramja.
Fig. 3. The block-diagram of the program of Fig. 2/a.
Рис. 3. Блок-диаграмма программы, приведенной на Рис. 2/a.

Segitségével sikerült két gerjesztési függvénypont mérése közti időt az energiaátállás idejére leszoritani. A 2/b. ábrán egy csucsszétválasztó program listáját láthatjuk, amely munkamezőként felhasználja az analizátormemóriát is. Az egyszerre illeszthető csucsok száma 6,256 csatornás spektrumok esetén. A program lineáris háttértaggal dolgozik.

IRODALOM

[1] Zolnai L., ATOMKI Közlemények 15 /1973/ 273.
[2] Series 50/50 Physics Analizer basic software instructional manual /Nuclear Data, Inc., Illinois, 1970/.
[3] F. M. Reza, Bevezetés az információelméletbe /Müszaki Könyvkiadó, Budapest, 1966/99, 163. o./.

THE PRESENT STATE OF THE ESCA METHOD

D. BERÉNYI

The present state and trends in the ESCA field are summarized mainly on the basis of the papers published during the last few years. The field of applications of ESCA is continuously developing. The two main fields are now the investigation of the chemical structures /including molecular orbitals/ and that of the solid state structures /band structure and crystal structure/. A number of other fields of applications are also surveyed /e.g. surface analysis, chemical analysis, life times of the atomic levels etc./. At the beginning of this paper sections and subsections, respectively, are devoted to report on the recent development in instrumentation, the basic principles of ESCA and some terminological questions.

CONTENTS. 1. Introduction. 1.1. Development and main features of the ESCA field. 1.2. Terminological problems. 1.3. Principles of the method. 2. Present state and recent development in instrumentation. 2.1. General remarks. 2.2. Recent development in electron energy analyser. 2.3. Results in sample and irradiation techniques. 2.4. Detector and data handling. 2.5. Other instrumental results. 3. Results in the different fields of applications. 3.1. Recent studies on chemical structures. 3.1.1. Core level spectroscopy. 3.1.2. Investigations into the molecular orbitals. 3.2. Research of the structure of the solids. 3.3. Other recent results in ESCA. 3.3.1. Surface analysis. 3.3.2. Qualitative and quantitative analysis. 3.3.3. Line-splitting in ESCA. 3.3.4. Angular distributions of the photoelectrons. 3.3.5. Varia. 4. Conclusions.

1. INTRODUCTION

1.1. Development and main features of the ESCA field

The development of the field ESCA nears the point when it is almost impossible to summarize all of its results and techniques in one review paper. In the last years the number of

published papers on ESCA studies surpassed the hundred per year and this figure is still increasing.

The rapid development of the field is similar to that of the Mössbauer method. The principles of the application of electron spectroscopy and the first results were published by Siegbahn and his coworkers /by X-ray photoexcitation [1-4], others count the nascency of the ESCA method from the Siegbahn and coworkers' paper in 1967 [5] in which the first high quality photoelectron spectra induced by X-rays to determine atomic binding energies were published/ and by Turner and coworkers /by ultraviolet photoexcitation/ [6-8] /and independently by Terenin and his coworkers [9]/, respectively, at the end of the fifties and in the sixties. In September, 1971, however, an international conference was held on the ESCA topics with more than two hundred participants and about 70 invited and contributed papers at Asilomar, California. Among the attendants of this conference there were nuclear and solid state physicists, chemists etc. and the size of the proceedings amounts to nearly 1000 pages [10]. The Asilomar conference was followed by a similar one in Brighton in 1972 /the proceedings is in course of publication/. Furthermore, in the annual review numbers of the periodical Analytical Chemistry in which the current analytical methods are surveyed there were started two new departments on electron spectroscopy /ultraviolet excitation and X-ray excitation/ from 1972 on [11, 12]. Since January, 1973, the Elsevier Publishing Company, Amsterdam, has been publishing a specialized new periodical for ESCA papers [13].

Not only the very rapid development and the outburst of information in this field are characteristic of the present trends in modern science but also the origin and the inter- and multi-disciplinary character of ESCA. Starting from nuclear physics /beta-ray spectroscopy and internal conversion electron studies/ on the one hand and from electron-impact ionization and photoionization investigations on the other at the outset, nowadays the ESCA method is more and more important in solid state physics, in structural, pharmaceutical as well as in quantum- and biochemistry, in biology and in environmental and surface studies etc. I think such a wide scope as a tendency in modern science was formulated by Professor Hollander [14] in a classic way in the summary talk of the above mentioned 1971 Asilomar conference. "... we must recognize that the problems of nature are seamless webs, and that the solution must also be seamless webs. The only boundaries between solid state physics, chemistry, and nuclear physics are artificial ones that were created by our intellectual limitations and those of our tools".

The significance and rapid development of the field are also characterized by the relatively great number of ESCA apparatuses commercially available in the last two or three years. The enterprises producing these equipments are the followings:

McPherson Instr. Corp. /Acton, Mass., USA/,
AEI Sci. Apparatus Ltd. /Manchester, England/,

Leybold-Heraeus /Köln, West-Germany/,
Hewlett-Packard /Palo Alto,Calif., USA/,
DuPont /Wilmington, Del., USA/,
Varian /Palo Alto, Calif., USA/,
Perkin-Elmer /Beaconsfield, England/,
Vacuum Generators /East Grinsted, England/,
S.O.P.R.A. /La Garenne-Colombes, France/.

In the last years plenty of excellent surveys have been published in addition to those already mentioned above which treat the results and capabilities of the field of the applications of photoelectron spectroscopy from different points of view [15-41]. The scope of the present paper is to survey and analyse the results of the last two-three years and to point out the tendencies and recent fields of applicatons.

1.2. Terminological problems

The terminology of the field is not uniform at all, which is understandable in the case of a so rapidly developing area. Originally the variant of the method, in which the electrons were ejected by ultraviolet radiation, was named as photoelectron spectroscopy or abbreviated PES, later UV-PES and UPS. There is also a suggestion for the use of the name PESOS /photoelectron spectroscopy of the outer shell electrons/ [37].

ESCA /Electron Spectroscopy for Chemical Analysis/ denoted the method at the beginning in which the electrons from the atom were brought about by X-ray irradiation. Other names used here: IEE /Induced Photoelectron Spectroscopy/, X-ray PES /Photoelectron Spectroscopy/ or XRPS as well as XPS. Here we also have the suggestion for PESIS i.e. photoelectron spectroscopy of inner shell electrons.

The present survey article treats both methods together /e.g. in [15, 16, 20, 29, 32], they are regarded also as two variants of the same methods sometimes including also the Auger electron spectroscopy which is essentially also an electron spectroscopy/. The fact is that these methods supplement and overlap each other and most of the techniques are the same or very similar especially in the case of the ultraviolet and X-ray photoelectron spectroscopy.

At the same time the fields of applications of the electron spectroscopy are broader and broader. These methods are applied not only in chemistry but also in solid state physics, surface sciences, biology etc. Some authors /as e.g. Siegbahn himself [4] or Carlson [37] use the ESCA in a broad meaning including all the above fields and sometimes the meaning of the ESCA letters is explained in a broader way /electron spectroscopy for chemical applications [31]/.

It is quite clear that the field is in a state in which a more uniform terminology is badly needed. On the basis of recent development and the above mentioned usage of the different names, the actual suggestion is to use the ESCA /Electron Spectroscopy Concerned with Applications/ in the broadest meaning

including the ultraviolet excitation /UPS/, X-ray excitation /XPS/ and the Auger spectroscopy /AES/ [42, 43], as well as the other methods of secondary electron spectroscopy, e.g. REEL /Reflection-Electron Energy Loss spectroscopy/, TEEL /Transmission-Electron Energy Loss spectroscopy/ [28, 44, 45] and Penning ionization electron spectroscopy [18, 46, 47]. In such a broad meaning some applications of the spectroscopy of internal conversion electrons in chemistry and elsewhere belong also to ESCA [21, 48-51]. In the present survey primarily the XPS and the UPS will be treated.

1.3. Principles of the method

It seems to be very fitting in this introductory section to summarize the principles and the instrumental scheme of the ESCA method in some sentences.

In any variant of the ESCA method with the broadest meaning, the heart and center of the whole apparatus is an electron energy analyser. It can be of various types but it must have a good energy resolution, the half width of the lines in the electron spectrum is between about 1-0,01 eV/in a lot of AES tasks a worse resolution is used/. The energy range of the analyser extends from several eV to several keV in order of magnitude.

The electrons come to the analyser from the sample which can be in solid or gas state or may be liquid. The electrons are brought about from the sample by X-ray /XPS/, ultraviolet light /UPS/ or electron /AES and other secondary electron spectroscopic methods/ or sometimes by charged particle /e.g. in [52] / irradiation. The detector at the focus of the electron energy analyser is some kind of electron multipliers /channeltron or multichannel plate/.

The basis for getting information on the elemental composition of the sample as well as on the chemical or solid state structure of the matter in XPS and UPS is the photoelectric equation

$$E_e = h\nu - E_b \,. \qquad (1)$$

Here E_e is the kinetic energy of the ejected electrons, $h\nu$ is the energy of the incident photons and E_b is the binding energy of the electrons. The point is that E_b is different in the atoms of the various elements. It is also dependent on the environment of the actual atom, on the bonding character in the molecule, or on the band structure of the actual solid. The change of the binding energy and the corresponding shift in the kinetic energy of the photoelectron is very small /approx. 0.1-10 eV/ but it is well measurable by the available electron energy analysers of high resolving power.

The Auger and other secondary electron spectroscopic

methods are typically suitable to surface analysis /several atomic layers, up till about 10 Å in general/ and their principal basis and capabilities are more or less different from those of XPS and UPS.

2. PRESENT STATE AND RECENT DEVELOPMENT IN INSTRUMENTATION

2.1. General remarks

In this section the recent results on the ESCA instrumentation will be surveyed. First of all, the measurable quantities at ESCA are summarized.

1/ The location /and shift/ of photoelectron lines /important in qualitative analysis and in any investigation of the chemical structure/, cf. e.g. [4, 20, 26].

2/ The relative intensity of the lines /in qualitative analysis, cf. e.g. [4, 12, 29]/.

3/ The change of the relative intensity of the lines as a function of the time /to follow the decomposition and transformation of some compounds [53]/.

4/ The shape /line width/ of the lines /can be significant in solving structure problems, e.g. p. 76 in [31]/.

5/ Splitting of the lines /caused by internal electric field gradients and by paramagnetic interactions, as well as by geometrical distortion of the molecules e.g. [54-57]/.

6/ Angular correlation of photoelectrons /to identify the initial molecular orbitals and to study crystal surfaces, e.g. p. 397 in [18], p. 73 in [31], [58]/.

7/ Photoionization cross-section as a function of the energy of the exciting radiation /to investigate e.g. the contribution of different states to the conduction band [58]/.

8/ Spin-polarized state of photoelectrons /e.g. in the investigation of the structure of magnetic materials [59, 60]/.

The recent development in the electron energy analyser, in the sample and irradiation techniques, in the detection and data handling as well as in some other instrumental issues will be treated in separate subsections.

2.2. Recent development in electron energy analyser

At the origin of XPS method magnetic spectrometers were used almost exclusively [2, 5, 61, 62], moreover a permanent magnet spectrograph was also applied here [63]. However, in the

overwhelming majority of tha cases iron-free magnetic spectrometers were used because at the several keV region, which is the most interesting from the point of view of ESCA, various disturbances emerge because of the inhomogenities in the ferromagnetic materials. The iron-free types are applied even now, especially in XPS studies, e.g.[64-69]. Even recently a new iron-free double focusing magnetic electron analyser of 0.01 % resolution has been constructed having such focal plane characteristics which yield approximately 100-fold increase in data-acquisition rates /electron spectrograph [70, 71, 301]. At the same time, UPS studies were started by using electrostatic energy analysers [6, 72, 73] from the beginning.

Nowadays, however, the usage of the electrostatic electron analysers is more and more general in the whole ESCA field /e.g. [74]/. One of the main reasons of it is the relatively easy shielding of the Earth's magnetic field and other disturbing ones by a paramagnetic material in the case of the electrostatic analysers. As it is well known, the iron-free magnetic spectrometers claim a rather complicate Helmholtz coil system for compensation and even then large fluctuations are observed in the interesting low magnetic field region if they are located in an urban area and in buildings containing structural steel.

The basic limitation of the electrostatic analyser is their defocusing relativistic electrons /with energy higher than about 100 keV/. It is not a disadvantage in ESCA field. It is interesting to remark here that all the ESCA apparatuses, commercially available, are of electrostatic types.

Electrostatic analysers, however, can also be very different kinds, e.g. cylindrical grid, parallel plate, hemispherical, spherical, cylindrical sector, cylindrical mirror etc. types [11]. Recently, the cylindrical mirror /or co-axial cylinder/ analyser seems to be much simpler and more convenient to construct than the other types of analysers [10, 11, 75], having the highest luminosity at the same time [76]. This type essentially consists of two concentric metall-cylinders as it can be seen in Fig. 1. The spherical spectrometer has, in turn, a focal plane and thus enables simultaneous detections of electrons in a definite region of energy [76].

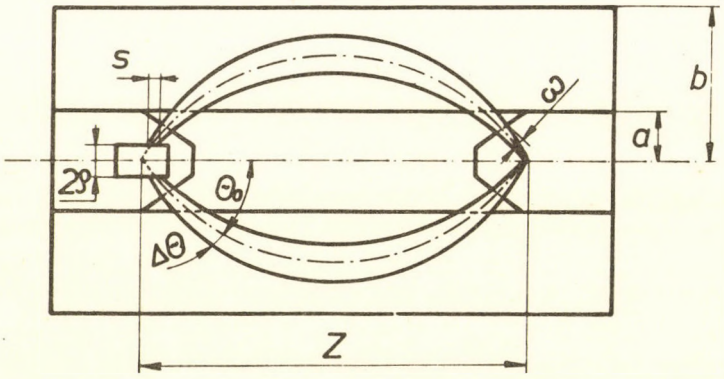


Fig. 1. A sketch of the cross section of a cylindrical mirror type electrostatic electron energy analyser [75].

A lot of calculations were carried out concerning especially the co-axial cylinder analysers in the last years [77-83].Some cylindrical mirror analysers have been built and used successfully [75, 84-87]. A new variant of this type with several good properties /e.g. large source surface and others/ is under construction /cf. Fig. 2 [88]/.

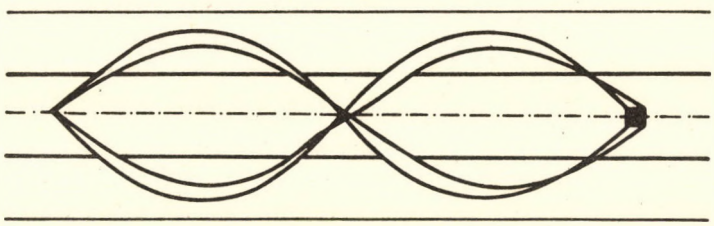


Fig. 2. The electron trajectories in a new variant of the cylindrical mirror analyser [88].

Another type of the electrostatic electron analysers concerning which several new papers have been published is that of the retarding field apparatuses with planar [89] and spherical [90, 91] arrangement. Ref. [92], however, combines the properties of the retarding and the deflection type analysers, ref. [93] in turn improves the parameters of a hemispherical electrostatic analyser using a three-element electrostatic lens coupled to it. Recently, Preston et al. made an electrostatic electron spectrometer with constant transmission characteristics in a broad range [94].

The whole field of the electrostatic electron energy analysers is rapidly growing similarly to the ESCA itself and there are terminological problems also here but we do not want to go into the details in connection with them.

To improve the resolution of the electrostatic analysers and to reduce the high voltage to be used, a retarding system may be applied before the analyser itself /such a solution is applied e.g. at the Varian instrument too/. The spectrum is obtained here by sweeping the retarding potential, while the voltage of the analyser remains constant. As the ratio $\Delta E/E$ /where ΔE is the half width of the photoelectron line/ is constant at the electrostatic analysers, it is clear that if one slows the electrons before the analyser, the absolute resolution will be improved /the actual line width decreased/. It is demonstrated in Fig. 3. From the point of view of the ESCA obviously the absolute resolution is the most important. By applying the retarding field there is also a possibility to increase the luminosity of the instrument [76, 95]. Furthermore, there is no need for detector efficiency correction when the retarding field arrangement is applied.

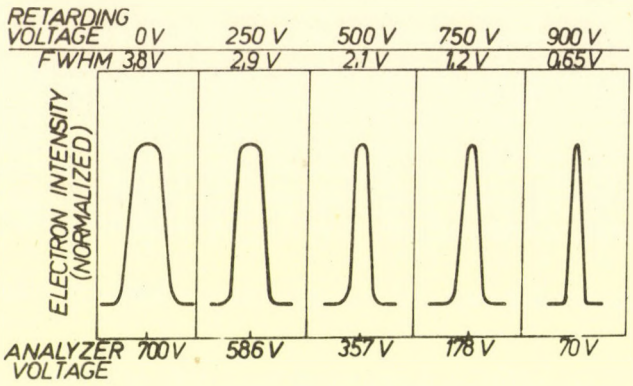


Fig. 3. The change of the absolute resolution /FWHV = full width at the half maximum/ using different retarding and analysing voltages [75].

2.3. Results in sample and irradiation techniques

Gas, solid and liquid samples can be studied by ESCA. In the case of the UPS, the most common form of the sample is the gaseous one, although solid material may also be studied [96] and there are some experiments to produce molecular beam sample of involatile materials [97, 98]. At XPS all the three forms of the specimens have been used but liquids are studied by vaporizing or freezing, in general. Recently, however, a real liquid sample has been made with "liquid beam" technique [99]. Another special sample technique used also in XPS is the high temperature molecular beam [100].

As regards the sample preparation, sometimes it is very simple. The powder of material is deposited onto an adhesive tape. Solid plates or sheets as well as evaporated layers can also be examined. A special specimen holder was constructed recently making possible to work with lump specimen of irregular shape [101]. Studying gases a differential pumping system is necessary to maintain in the spectrometer chamber at least 10^{-6} - 10^{-8} torr vacuum.

Generally a very small quantity of materials is enough for ESCA studies. In the case of solid materials, µg or much smaller mass is adequate but at gases there are some losses.

There are special problems with materials which decompose under high vacuum or which are not stable under X-ray or uv irradiation. If the sample is an insulator a charging up and a corresponding shift in the energy of the photoelectrons can take place [31]. Thus, it is necessary to apply special conducting sample housing with a potential independent of the spectrometer slit electrode [12, 102]. Some commercial instruments are advertized as ones exhibiting no effects of sample charging and having constant and reproducible photoelectron lines better than 0.05 eV at insulator or conductor specimens [103].

In some solid state studies /surface chemistry, catalysis etc./ it is especially important to avoid any surface

contamination. To attain this, proper measures are necessary, e.g. producing the sample freshly by evaporation in the vacuum, cleaning the surface by argon ion bombardment, heating the sample etc. Although in the analyser chamber 10^{-6} - 10^{-8} torr is adequate in general, because of surface adsorption processes a separate sample chamber is constructed to maintain a 10^{-9} - 10^{-10} torr or even smaller partial pressures /10^{-13} - 10^{-14} torr [104]/. The adsorption process as a function of the time is shown in Fig. 4.

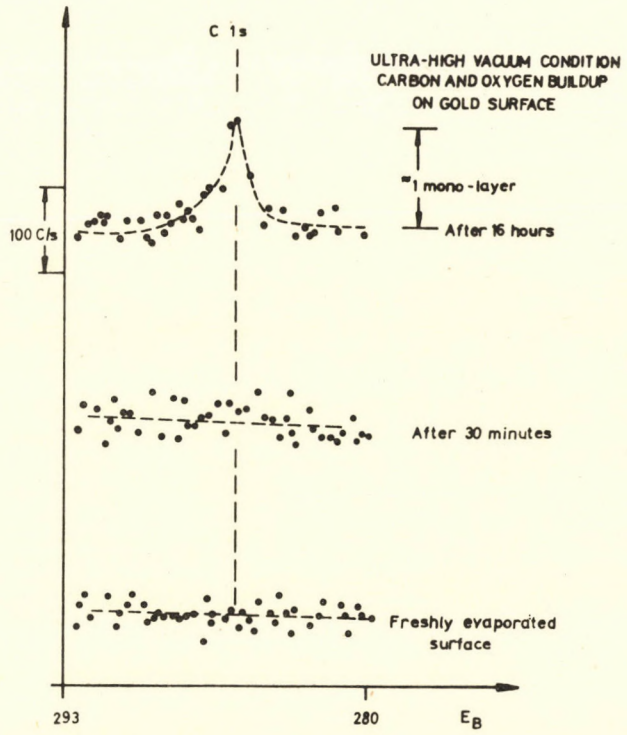


Fig. 4. Carbon build-up in an ESCA instrument having special measures and solutions against surface contamination /e.g. using turbomolecular vacuum pump to avoid any oil impurity in the system/ [104].

As sources of radiation to irradiate the sample Geissler discharge tubes are used in UPS. The most frequently used monochromatic lights are the 21.22 eV /584 Å/ and 40.81 eV /304 Å/ resonant emission lines of the helium.

Several other uv lines may also be used, however, e.g. hydrogen /1215 Å/, neon /736 and 744 Å/, argon /1048 and 1067 Å/, krypton /1165 and 1236 Å/, xenon /1296 and 1470 Å/ and mercury /2537 Å/ [24].

In the case of XPS, X-ray tubes are applied to produce the irradiating beam. The most commonly used radiation is the Mg-K /1253.6 eV/ or Al-K /1486.6 eV/ X-rays. Some other X-rays are also used: K lines of Cu, Cr etc.

The synchrotron radiation may fill the gap in energy between the two regions /uv and X-ray: in orders from 10 to 1800 eV/. Such studies have been starting [34, 105, 106]. At Auger and other secondary electron spectroscopic methods /e.g. energy loss spectroscopy/ the irradiation of the sample is carried out mainly by electrons with an energy of several hundred eV.

In many ESCA apparatuses the X-ray and uv source units are rapidly interchangable at the same instrument /e.g. at the McPherson or Hewlett-Packard commercial apparatuses/. The McPherson instrument contains also an electron source for Auger and other secondary electron spectroscopic works.

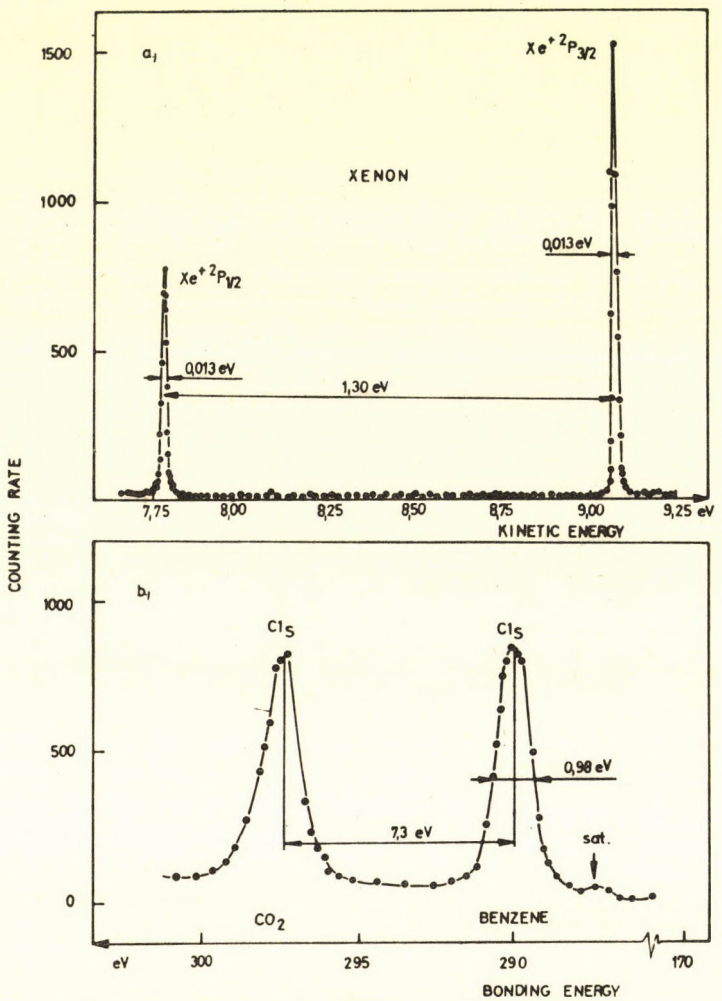


Fig. 5. Line-width in UPS and XPS. Typical spectra:
a/ UPS of xenon [17],
b/ XPS of benzene [38].

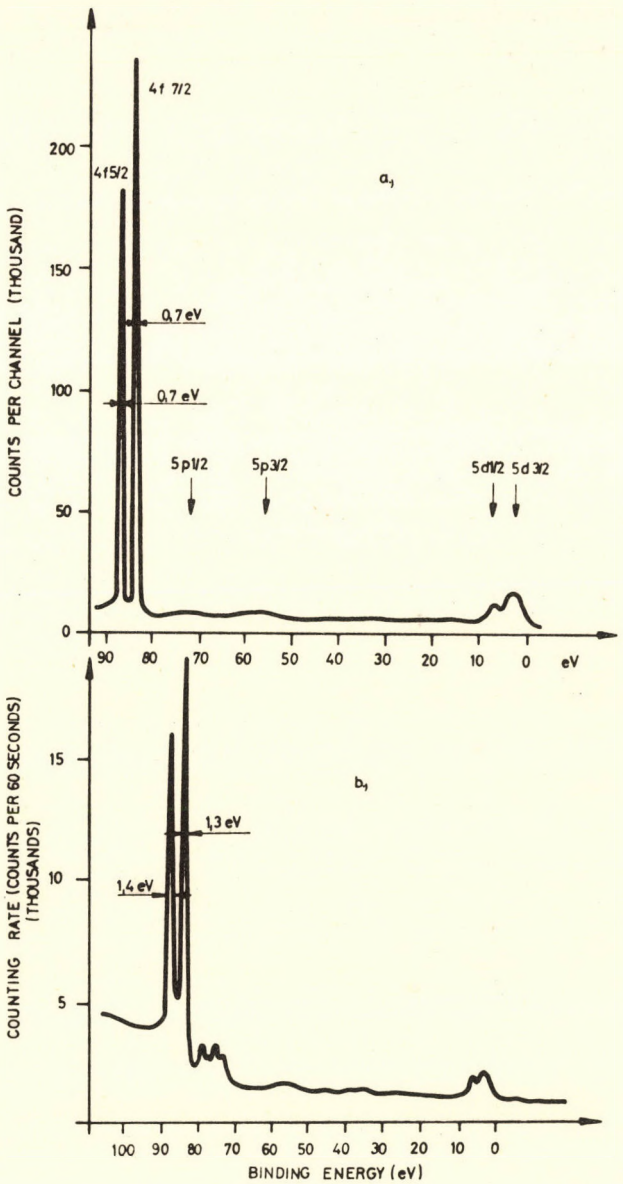


Fig. 6. The effect of the monochromatisation of exciting X-rays for the XPS spectrum. a/ XPS of gold with and b/ without monochromatised X-radiation [112].

In the last years several articles have been published on special irradiation units as e.g. X-ray tube with aluminium anode for electrostatic cylindrical electron analysers [107], a double-anode X-ray source for change the actual X-rays /Mg-K or Al-K/ from outside the vacuum [108], X-ray tubes of high current with rotating anode [38], a helium discharge lamp with an aluminium filter to produce photoelectron spectra of high resolution without spectral interference from impurity lines [109]. In ref. [110] the spectrum of such a sealed helium discharge lamp for UPS was studied.

The line-width in the photo-electron spectra depends [31] on 1/ the natural width of the exciting radiation, 2/ the natural width of the level from which the photoelectron is ejected and 3/ the instrumental resolution of the electron energy analyser. The first two of the three factors are the important ones. The instrumental contribution is generally negligible at modern electron spectrometers. It is well known that the natural width of the atomic level is the greater the inner the shell, and the higher the atomic number is. That is the reason why first of all the K X-rays of low Z elements /Al, Mg/ are used at the ESCA method and photoelectrons from the higher shells are studied at the elements of higher atomic number. Finally, that is why the absolute resolution /line-width in eV/ is approximately two orders of magnitude better /i.e. line width narrower/ in UPS /≃0.01 eV, cf. Fig. 5 / than in XPS /≃1 eV, cf. Fig. 5 /.

To improve the resolution of XPS, the excitation by monochromatized X-rays was introduced. The radiation from the primary X-ray source is diffracted /i.e. spectrally resolved/ by a crystal in a Rowland circle and after the sample irradiation a dispersion compensation is made by a special system of electrostatic lenses to compensate the intensity loss [38, 111, 112]. A different monochromatization system was also realized [40].

By monochromatization of the exciting X-radiation, the line-width in ESCA spectra can be reduced by a factor of about 2 /cf. Fig. 6 /, but at the same time the background in the photoelectron spectrum from the continuous component of the X-ray spectra as well as from some satellite X-rays, is also decreased and eliminated, respectively. Apparatus with monochromatized X-ray excitation is available commercially /Hewlett-Packard/.

2.4. Detectors and data handling

In most of the ESCA instruments curved electron multipliers, the so called channeltrons are used as detectors although proportional counters can also be found in some magnetic spectrometers. The channeltrons are suitable to detect electrons both in the UPS and the XPS region. Their operation has been studied in some details [113, 114].

Nowadays there is an endeavour to apply multichannel detectors /multichannel plate detectors/ in the proper spectrometers. They have a 10^6 - 10^8 amplification factor and they are capable to detect a region of the energy spectrum at the same time. The pulses of the individual channels of the multichannel detector are recorded in different channels of a multiscaler [76, 115]. The commercial Hewlett-Packard ESCA instrument is equipped with such a detector system. The goal is similar at the application of the so called Hadamard transform technique /well known in infrared spectroscopy/ in ESCA [116]. Here a relatively wide aperture in the energy analyser is subdivided

into many slits. Then a Hadamard encoding mask and a computer are employed to extract the spectral information. Such work is going on at a parallel plate electrostatic spectrometer and it makes possible the simultaneous observation of many spectral elements.

Concerning the data acquisition, control and handling there is a tendency to attach a computer to the ESCA instruments. Such a computer facilitates not only the data acquisition procedure but smoothing, fitting as well as search for line positions and determination of line intensities [76]. The deconvolution of the spectral lines is also very important from the point of view of the evaluation /ef. e.g. Fig. 7 / of the ESCA spectra. /In connection with the deconvolution techniques cf. e.g. [117]/. Some commercial ESCA instruments are offered with incorporated computers /e.g. McPherson, Varian, Hewlett-Packard/ supplied with the necessary softwares /cf. the corresponding prospectuses/.

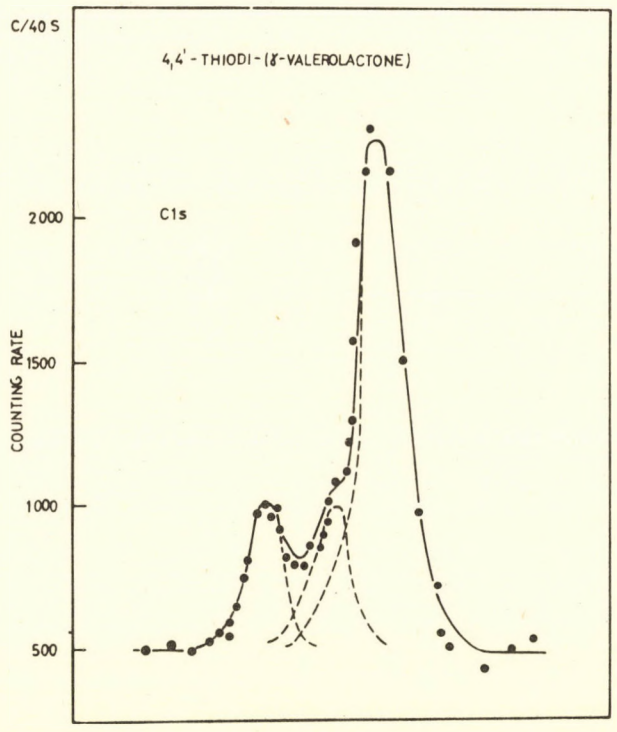


Fig. 7. Deconvolution of the carbon 1s lines at the 4.4'-thiodi-/γ-valerolactone/ [138].

2.5. Other instrumental results

Besiedes the already treated issues and results, some other instrumental problems have also been studied. One of the recently investigated questions is the escape depth of the ejected electrons [111, 118-120]. The thickness Λ, from which about 63 percent of the electrons come out, is named escape or

sampling depth, according to the formula

$$I_d = I_\infty (1 - e^{-\frac{d}{\Lambda}}). \qquad (2)$$

Measurements were carried out recently for different materials and energies /several keV/ and it was found e.g. that the escape depth for gold is 19 Å /at 0.9 keV/ and 37 Å /at 3.2 keV/ [118]. Fig. 8 shows the line intensity I_d /relative to that for infinite layer thickness I_∞/ versus layer thickness curves in the case of gold for the determination of the escape depth /Λ/. Seah studied the inelastic mean free path for Auger electrons in the energy region between 60 and 935 eV, at different elements. The electron ranges were found to be between 2 and 7 monolayers [121]. It seems to us, however, that further studies are needed as regards the actual materials and energies to have a more systematic knowledge on the issue.

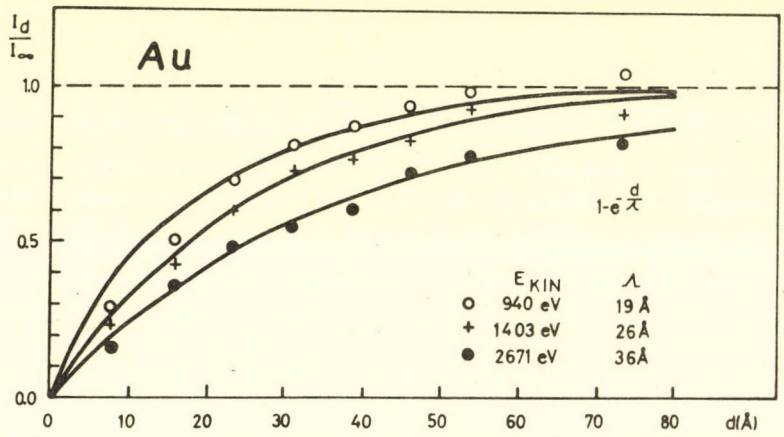


Fig. 8. Line intensity /relative to that for infinite layer thickness/ versus gold layer thickness /d/ for different Au lines to determine the escape depth /Λ/ [118].

Another question is that of the calibration. In ref. [122] e.g. a comparison was made between the calibration by internal mixing /the material MoO_3 for calibration was mixed with the sample/ and that by vacuum deposition procedure /gold/.

The conclusion is that the calibration is as good by homogeneous mixing as by vacuum deposition. This question is important because of the surface charge building up on the sample /cf. Section 2.3./. Ref. [123] contains a tabulation of calibration points for UPS from 0.03 to 14.20 eV electron energy at intervals less than 1 eV over most parts of the range.

In a recent paper [124] a method is suggested for the determination of the transmission as a function of the kinetic energy of the photoelectrons for electrostatic electron spectrometers. This problem is connected with the application of retarding fields in electrostatic analysers /cf. Section 2.2./.

3. RESULTS ON THE DIFFERENT FIELDS OF APPLICATIONS

The fields of applications of ESCA is in a state of rapid, permanent change. There are developments in broadening the scope of the method and deepening the capabilities of the known applications. New fields of applications are emerging as e.g. surface analysis or crystal structure and molecular orbital studies through angular distribution or investigations into the degree of covalency by the analysis of splitting of the electron peaks. The latest applications are still not at all or hardly mentioned in the classic book of Siegbahn and coworkers [4] or even in that of Turner and coworkers [125]. At the same time, some fields of applications, as e.g. the determination of the binding energies of atomic electrons are not so important and fertile now as they were at the beginning /this is the field where the ESCA was started in the second half of the fifties/, although such kind of works are going on even now, as e.g. [126, 127].

The classification of the various fields of applications is possible according to different points of views, e.g. according to the techniques applied /XPS, UPS, gas sources, solid sources etc./ or according to the experimentally observed quantities /line-shift, line-splitting, angular correlation etc./. Another possibility is to use the view-point of where the exciting process takes place /inner shells, outer shells, conduction band etc./ or of where the information obtained is useful /solid state physics, biochemistry, pharmacology, quantum chemistry etc./. As a matter of fact, any of the classifications has a competence but at the same time they mutually overlap each other. In the present survey all the fields of applications will be included in three main subsections: 3.1. Recent studies on chemical structures, 3.2. Research of the structure of the solids and 3.3. Other recent results in ESCA.

3.1. Recent studies on chemical structures

3.1.1. Core level spectroscopy. One of the most original and basic capabilities of ESCA is the study of the shift of the photoelectron lines corresponding to the core levels /levels belonging to one of the atoms in the molecule in contrast to the molecular levels which cannot be assigned to one of the atoms of the molecule/ in order to obtain information about the structure of a compound /oxidation number, electronegativity, atomic charge etc./. A great many similar investigations have been made and the number of core level shift data at the different elements is schematically given in a special diagram /see in ref. [58]/.

The summary of the previous results on the chemical shifts for the individual elements in different chemical environment is given e.g. in [4] and [12] in details together with a comparison of the data with different theoretical calculations.

Recently 23 different boron compounds were studied in vapour states finding shift values for B1s from -2.2 to + 7.4 eV [69]. The experimental shifts correlate reasonable well with those calculated by the potential model /with CNDO charges/ as it can be seen in Fig. 9. Other recent works are dealing with solid and gaseous boron componds [128, 129].

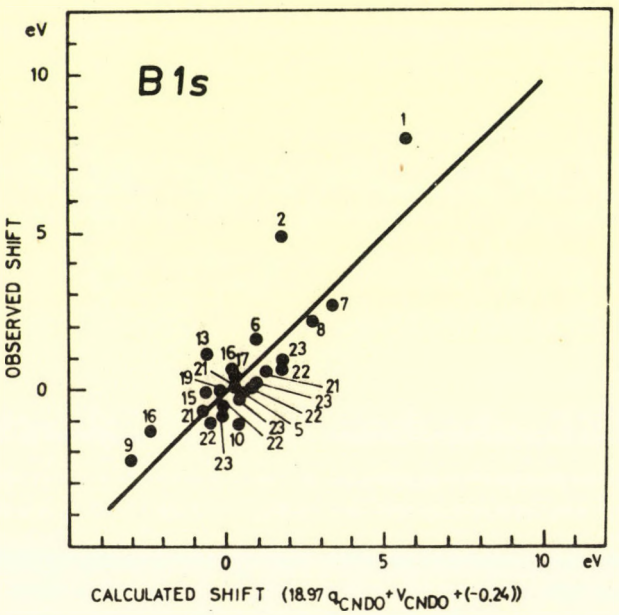


Fig. 9. Shifts observed at B1s level for 23 different boron compounds compared with the calculated values. The calculation was carried out on the basis of the potential model using the CNDO charges and molecular potentials [69].

The F1s line in a number of fluorine compounds were examined in [130] with calculations which are not sufficiently precise, however, to reproduce the details of the respective potential. In the case of 49 phosphorus compounds experimental shifts were interpreted by using the group shift concept [131] /cf. Fig. 10 /. According to this, the shifts caused by groups attached to the atom are summed. It seems to be a useful approach when the detailed quantum mechanical calculations claim too much computational work. A 2.4 eV shift for chromium /$Cr2p_{3/2}$/ between the 3^+ and 6^+ oxidation states studying three different compounds was measured together with the examination of the magnetic splitting and that of the structures in the valence band [132]. The chemical shift was also measured for 46 copper compounds and complexes and the experimental values qualitatively agree with Pauling electronegativity concept [133]. The $4f_{7/2}$ binding energies were determined for a large number of platinum compounds. The change in the actual values /i.e. the shift/ shows both the effect of oxidation state and of ligand character. The higher the formal oxidation state, the higher the

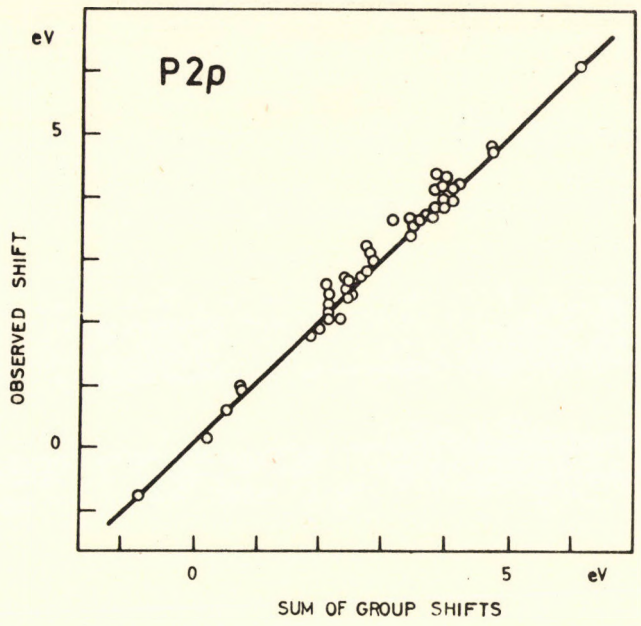


Fig. 10. Comparison of the experimental and calculated binding-energy shift values for 49 phosphorus compounds. The calculation was carried out using the group shift concept [131].

binding energy is. The shift is about 1.1 eV per unit change in oxidation state. At the same time, the binding energiès and ligand electronegativities could be correlated for many Pt II compounds by means of a simple empirical procedure [134, 135]. In another work on $Pt4f_{7/2}$, the shifts were compared with those for palladium complexes [136].

Lately, shift measurements have been performed for different groups or connections of the elements. E.g. an investigation of Group VI-A elements /Se, Te; for S a lot of other measurements are already available/ was carried out and shifts from 0.6 to + 4.2 eV and from -0.5 to +2.9 eV were found for $Se3p_{\frac{1}{2}}$ and $3p_{3/2}$ as well as $Te3d_{3/2}$ and $3d_{5/2}$ respectively. The actual values of the shifts were compared with the respective ones for sulfur [66]. Similar measurements were made for Se also in another work [53]. The corresponding parts of the spectra for three of the investigated compounds are shown in Fig. 11.

As the ESCA becomes a current method in study of chemical structures, more and more works are done to elucidate the structure of various compounds using the shift in the core level binding energies. At the investigation into the structure of the organic compounds the role of the shift in the binding energy Cls level is especially important. The Uppsala group published e.g. such works for a series of aliphatic saturated compounds, carbonyl compounds, some unsaturated and several other organic compounds [64, 137, 138]. In the case of [64],

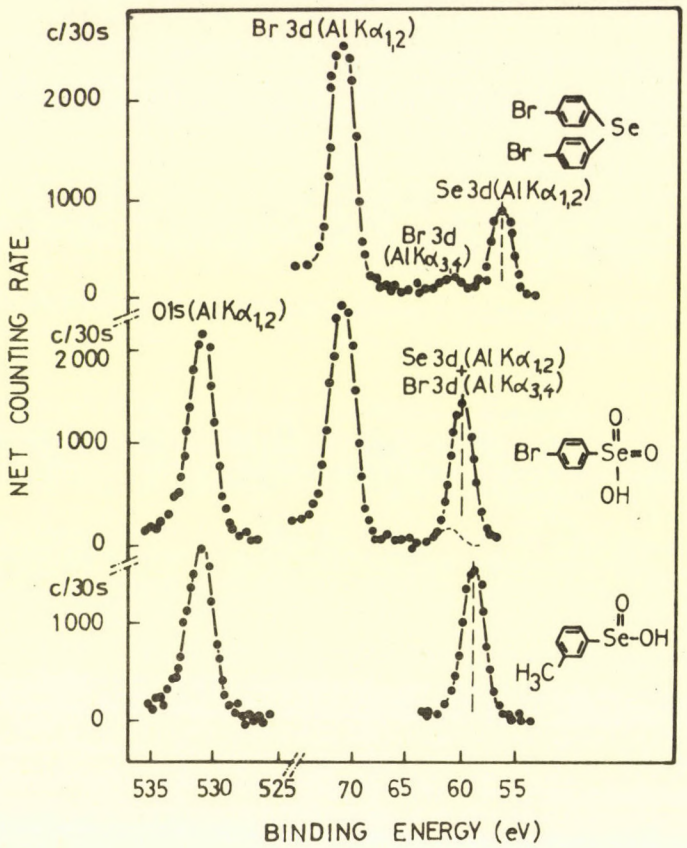


Fig. 11. Photoelectron peaks with shift for three Se compounds [53].

however, not only the C1s core levels were studied, but also the valence orbitals /see in 3.1.2./ in the same measurements which is more and more customary recently. Other late studies on the structure of organic compounds based first of all on the C1s level shift analysis are: [139] /on fluoropolymers/, [140] /organic ions from hydrocarbons, hydroxy and carbonyl derivatives/,[213] /mono-substituted benzenes/, [214-216] /halogenated metanes and halogenated aromatic and heterocyclic compounds/, [217] fluorobenzenes and [218] /substituted metal carbonyls/.

A lot of other research were conducted on the structures of various compounds in which the shift of some other core level as C1s was measured. Thus, a systematic investigation was performed into the N1s level at quaternary nitrogen compounds [141]. One of the shift diagram is shown in Fig. 12. The C12p, K2p and metal 4f core level shifts and the valence spectra of metal complexes were studied for some potassium hexachloro-metallate complexes. The comparison with the calculations /extended Hückel calculations/ for Re/IV/, Os/IV/, Ir/IV/ and Pt/IV/ at the core level shifts shows a qualitative agreement

while the valence band results suggest that both interelectronic repulsion and MO energy separation contribute to the overall charge-transfer energy in an equal size [142]. The study of the variation of the intensity of S2p peaks as a function of the temperatures contributed to the elucidation of the problem of sulphur in coke [143]. The non-heme iron proteins are of great importance in biochemistry. The examination of the shifts of S2p and Fe3p core levels contributed to clearing up the structure of the above proteins by the assumption of iron-sulfur complexes [144]. A study of Ni core level spectra shows the possibility of differentiation among nickel /II/ complexes /tetrahedral, octahedral, square planar/. It was stated e.g. that the binding energy for Ni core levels increases along with the increase of the coordination number [145, 146]. A series of platinum compounds type $K_2Pt/CN/_4X_{0.3}\cdot nH_2O$ was also investigated /with X=Cl, Br, I/ by means of core level spectroscopy [147].

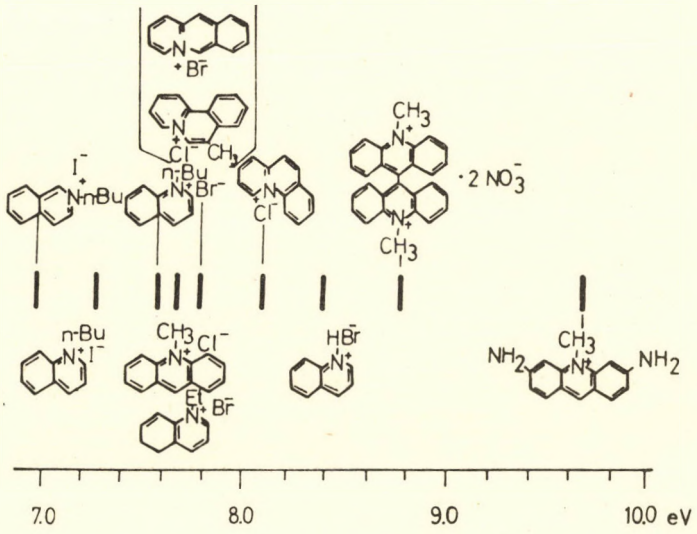


Fig. 12. Shifts of N1s in different two and three ring compounds relative to that in KNO_3 [141].

The investigation of shake-up and shake-off phenomena is at the beginning now [148, 149]. In such processes the ejected core electron shares its energy with a valence electron and in this way satellite peaks will appear at the low energy side of the normal ESCA line in the photoelectron spectrum. Fig. 13 and 14 show the place of these satellite peaks found in [149] and some of the corresponding spectra, respectively. There has been reported satellites in the core level spectra of solids too, the origin of which is not yet understood in details [150-153]. Satellites assigned to configuration interaction are shown in Fig. 15 [224].

A number of theoretical works were carried out even recently to interpret the chemical shifts of the core levels. In experimental articles attempts have been made to give some explanation, sometimes so approximate one as for example the Pauling charges or the group shift concept mentioned above.

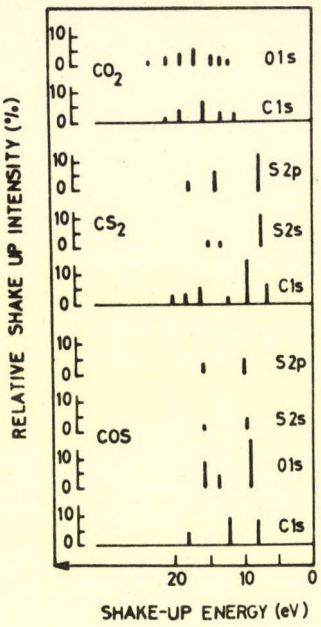


Fig. 13. The location of the shake-up lines observed in [149].

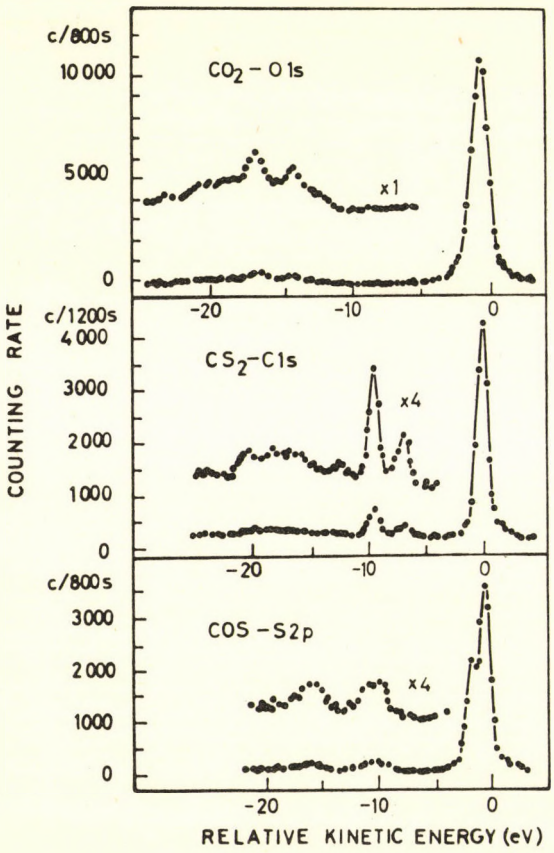


Fig. 14. Shake-up lines in some core level photoelectron spectra [149].

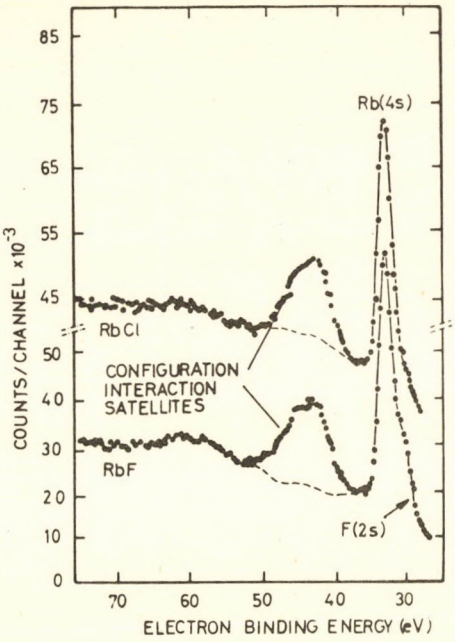


Fig. 15. Configuration interaction satellites in the X-ray photoelectron spectra of RbF and RbCl [224].

In more precise calculations very different methods are used from the self-consistent field MO theory and RHFS calculations to the extended Hückel-MO calculations, CNDO and INDO quantum chemical calculations.The actual situation is that in a series of cases it has been succeeded in attaining an agreement with one of the approaches, and in another series of the data the application of an other theoretical approach was more or less successful. The basic claim is - as it was recently stated [34] - to have very precise molecular wave functions for every actual case. Programs are under way to solve this problem satisfactorily.

In a new paper, the applications of MO theories to interpret the binding energy shifts of the core level are surveyed [154]. It is inferred here e.g. that the CNDO theory has some deficiency in describing the electronic structures of the molecules. In another paper the concept of the equivalence of equally charged cores is used with success in several cases /N1s, C1s, B1s, etc./ but with problems in others /e.g. O1s/ [155]. In ref. [156] C1s and F1s shifts are calculated on the basis of so-called "intermediate level" molecular orbital wave functions, while in ref. [157] the O1s and C1s shifts are interpreted using minimal Slater basis set calculations. Ref. [158], however, shows how to use core level binding energy shift measurements as tests of ab initio molecular wave functions.

3.1.2. Investigations into the molecular orbitals. There are two main experimental approaches in ESCA /not regarding different secondary electron spectroscopic methods/ to study the molecular orbitals /which do not belong to one of the atoms of the molecule but to the molecule as a whole/: to excite by ultraviolet radiation UPS and by X-rays XPS. Although the

resolution is much better in the case of UPS /cf. section 2.3. and Fig. 5 /, there are some advantages of using XPS for that aim, too. E.g. deeper valence levels /molecular orbitals/ can be attained by XPS than by UPS and at the same time, the great sensitivity of X-ray excitation for the symmetry of the orbitals /atomic s- and p-orbital character of them/ is advantageous.

That is the reason why recently more and more studies, are carried out on molecular orbitals using XPS started by Siegbahn and coworkers [19]. Ref. [31] gives a newer survey of this field of application. Barber and coworkers determined the ionization energies in the valence shell for the anions N_3^-, NO_2^- and NO_3^- by means of XPS and they could interpret the results by ab initio self-consistent field MO calculations [159]. In ref. [160] the valence molecular orbital structure of azide ion was investigated and compared with calculations. Promising preliminary measurements were performed in this work also for organic molecules /anthracene, TNB, TNT, RDX and HMX/. Another recent work [161] is devoted to the calculation of the relative molecular orbital photoionization cross-section and gross atomic charges and they are compared with the published experimental data. The agreement is satisfactory. It is also rather frequent now, to measure the core level and valence orbital spectra in the same XPS study /e.g. [139, 149, 162]/. Such a valence spectral region excited by X-rays is shown in Fig. 16.

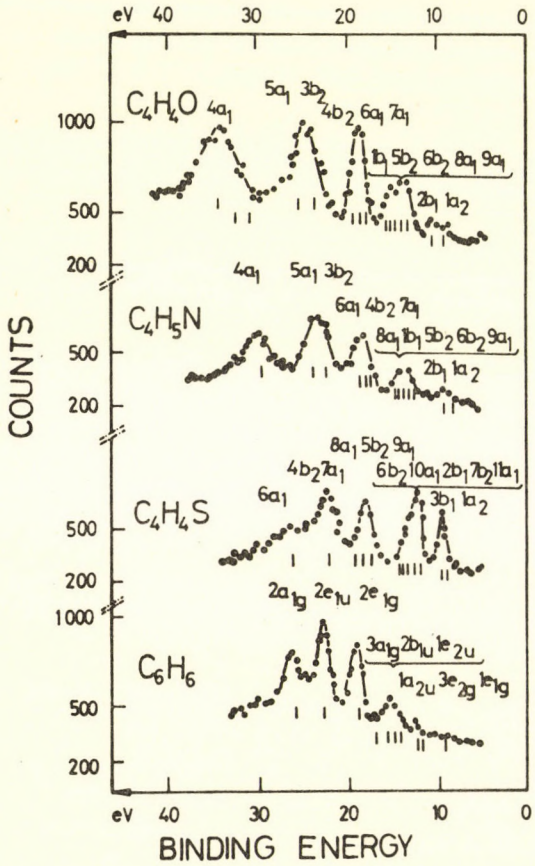


Fig. 16.

Photoelectron spectra of different compounds in the valence molecular orbital region excited by X-rays [64].

As regards the study of molecular orbitals by UPS, there is a tendency for the research of the more complicate molecules. The most suitable to the comparison with the various theoretical calculations is the examination of the UP spectra of atoms /rare gases/ as well as diatomic and triatomic molecules /e.g. N_2O, CO_2, COS, CS_2/ and some other simple molecules. Such gaseous compounds have been investigated very intensively up till now furnishing data on the energies, vibrational frequencies etc. of the molecular ions and thus on the bonding character of the molecular orbitals /cf. e.g. [15,24,25]/. More precise and special studies on this topics are being carried out even recently.

The photoelectron spectrum of NO_2 was examined using an excitation by argon resonance lines with a considerably improved apparatus [163]. In [164] the simultaneous excitation and photoionization of the H_2 molecule were studied and an examination on the wave length dependence of this spectrum is planned. The experimental study reported in [165] deals with the comparison of HBr and DBr photoelectron spectra /Fig. 17 shows a comparison of the HBr and DBr UP spectra/. Several other papers report on

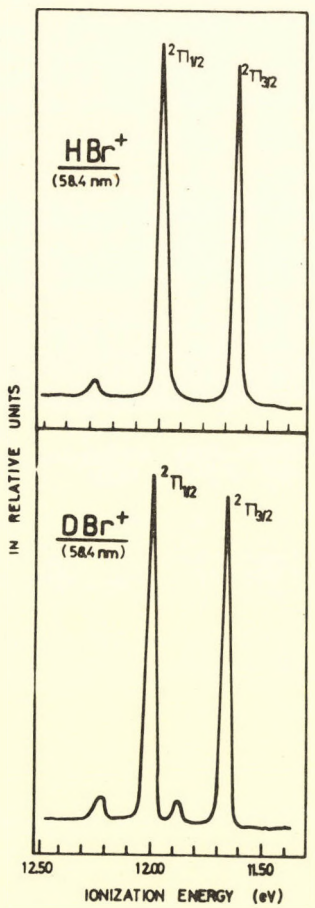


Fig. 17.

Photoelectron spectra of HBr and DBr ions excited by HeI resonance line [165].

some investigations into special phenomena which are important for the interpretation of the photoelectron spectra of simple molecules or on the photoelectron spectra of some special type of simple compounds and transient species. Thus, the PES of atomic oxigen, nitrogen etc. [166] and that of carbon suboxide [167] were published. In [168] the molecular ion fluorescence in HBr, N_2O and CS_2 were studied as an aid to the interpretation of photoelectron spectra, in [169] in turn, a detailed investigation into the autoionization at O_2, N_2, CO was carried out. A recent measurement, however, cleared up that the presence of some anomolous peaks in the spectra of diatomic and triatomic molecules has instrumental origin: it is caused by the too high pressure in the ionization chamber [170].

Another type of investigations into the molecular structure by UPS is using sharp peaks in the spectra originated from weakly bonding orbitals /"lone pair" orbitals, some types of π-orbitals/. Such type of peaks /narrow spectral bands/ was identified at several molecules containing e.g. halogen atoms or nitrogen. Examining the intensity, shift etc. of these peaks one can acquire similar information on the environment in the molecule as with core level peaks in XPS.

In a very wide measuring program on the agriculturally important pesticides [171, 172], the presence of sharp peaks from weakly and nonbonding orbitals was used in the analysis, e.g. oxigen 2p lone pair electron peaks in alcohols /similarly as in [172]/ or halogen lone pair bands of haloalkanes [173]. A very nice recent example of the usage of the substituent shift of the peak from the nonbonding chlorine 3p orbital /11-12 eV region/ in the analysis of the photoelectron spectrum is the study of chlorobenzenes and chloropyridines [174] /see Fig. 18 /.

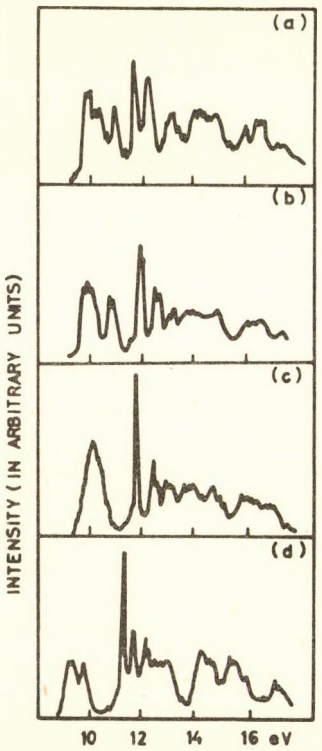


Fig. 18.

UPS spectra of 2-chloropyridine (a), 3-chlorpyridine (b), 4-chloropiridine (c) and chlorbenzene (d) with sharp peaks around 12 eV originated from the non-bonding chlorine 3p orbital [174].

In the analysis of the spectra of phosphoryl and thiophosphoryl chlorides and bromides, the sharp peaks from nonbonding orbitals have an important role [175]. Ref. [176] is a systematic experimental examination of the spectra of dihalocompounds with an attempt to assign the halogen "lone pair" ionization potentials here. The detailed experimental and theoretical study of tetrafluoro and tetramethyl compounds of the group IV elements also show the role of nonbonding orbitals in the interpretation of the respective spectra [54, 177]. Clark et al., in turn, give a theoretival interpretation of core and valence level photoelectron spectra of fluorobenzene including the sharp peak around 13.7 eV /from the fluorine $2p_x$ lone-pair orbital mixed with a benzene sigma orbital [178]/.

The photoelectron spectra of polyatomic, complicated inorganic and especially organic molecules are very complex with many overlapping bands and the detailed analysis of all the bands in the spectrum is rather tedious and sometimes dubious. At these molecules, a systematic study of several or many related compounds, the correlations among the corresponding orbitals and the respective theoretical calculations can help us to understand the molecular structure, by following the changes in the spectrum corresponding to the changes in substituents and structure. At the same time, the spectrum or a part of it can furnish a "finger-print" of the compound from an analitical point of view. Some part of these spectra is characteristic of the ionization from the orbitals of one or another group or radical in the compound. The number of this sort of studies are very large even if regarding only the recent works. That is why the following list of papers gives rather examples than an exhaustive survey.

Nice examples of the above mentioned related study with correlated results are the investigation of cyclooctatetraene and its hydrogenated derivatives [179],that of the substituted benzenes [180], trimethylsilylhaloacetylenes [181], the phenyl group and its unsaturated substituents [182], the methane, thiophene, 2-bromothiophene and 3-bromothiophene [183]. In all these studies the concept of the investigation is to correlate the different bands in the spectra of the related compounds and with the help of the different molecular orbital calculations to follow the change of the orbitals as a function of the change of the substituents in the compounds /cf. Fig. 19 and 20 / Robin et al. investigated a number of planar molecules substituting the hydrogen atoms by fluorine atoms. They found a greater shift in the case of the sigma than in the case of the pi-orbitals. Their finding is a great help in analysing the spectra and correlating them with the molecular structure [184]. A correlation between the metal and ligand π-orbitals in bis- /π-allyl/ complexes of nickel and palladium was stated by Lloyd and Lynaugh [185]. The photoelectron spectrum of the compound $W(CH_3)_6$ shows three bands proving the σ-bonding character of WC_6 [186]. Similar molecular studies are published in [187-192]. In ref. [234], however, the electronic structure of the XeF_4 and $XeOF_4$ are correlated on the basis of their UP

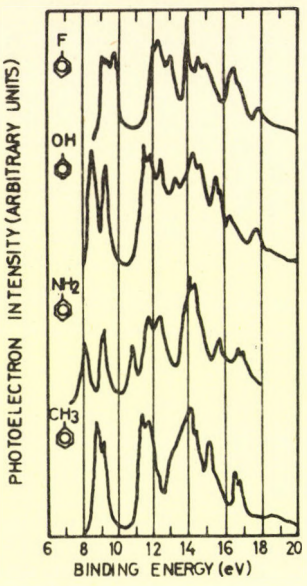


Fig. 19.

A series of related photoelectron spectra of substituted benzenes [180].

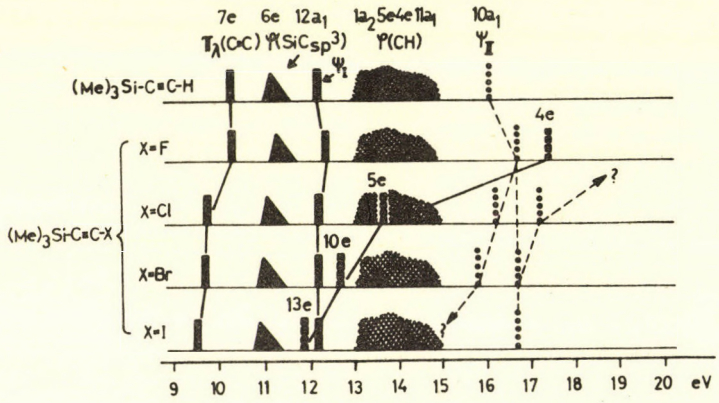


Fig. 20. Diagram for correlated bands for trimethylsilylacetilene and for four trimethylsilylhaloacetylenes [181].

spectra. Several new papers deal with the theoretical interpretation of the experimental spectra of this type, as e.g.[193-195]. They use the basic molecular structure theories mentioned in 3.1.1., in general.

3.2. Research of the structure of solids

It is doubtless that studying the structure of solids has got more and more significance inside ESCA in the last years. A recent summary of the results is given e.g. in [12] and [196]. In these studies both XPS and UPS have been used. Here, the

recent results on band structure in metals will be surveyed first and then those for other solids.

Results obtained with UPS for noble and transition metals have been published and summarized by Eastman [197] while those obtained with XPS for 3d, 4d, 5d and 4f elements /mainly metals/ by Hagström [198]. Fig. 21 shows e.g. the experimental and theoretical distribution for the Cu d-band. A recent work also deals with the band structure of 3d, 4d and 5d metals using 40.81 eV HeII and Al (K_α) excitation. The band splitting values agree with the RHFS calculations fairly well except the two lightest elements in each series /i.e. in 3d, 4d, 5d group/ [199].

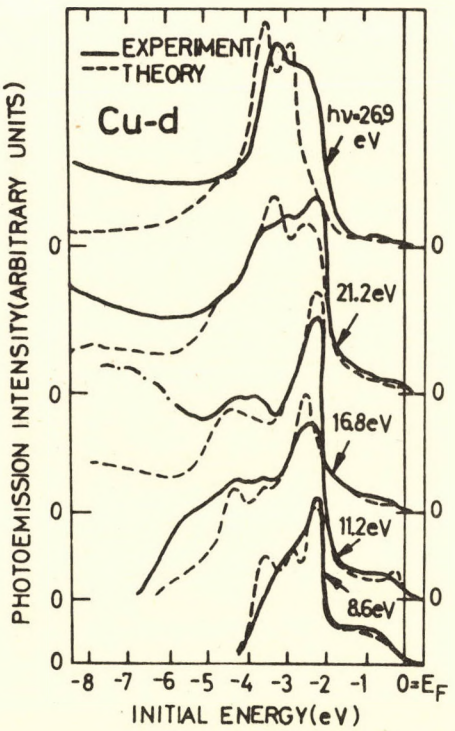


Fig. 21. Comparison of the experimental and theoretical /KKR method and Chodorow potential/ distributions of the photoelectrons from Cu d-band at different exciting energies [197].

Kowalczyk et al. investigated into the valence band of iridium, platinum and gold by XPS [200] and the found features of the bands correspond to those expected on the basis of 5d 6s band filling. A similar statement can be made on the band structure of 6s 6p elements, namely Ta, Pb and Bi [201]. Several other works were published also on gold [202-204]. In [202] monochromatized X-rays were used and the dependence of the spectrum on the crystal orientation was studied /practically no effect

has been found/, in [203] a very detailed comparison with different theories was carried out. The agreement is more or less good but it is not perfect. In ref. [205] the XPS and corresponding X-ray emission bands were compared with each other for various palladium alloys. This study shows that the obtainable informations are complementary in some respect. Row and Tracy [206] took the photoelectron spectra for Ni in the region T=100 to 400 °C and found an anomaly in the d-band near the Curie point /358 °C/. The disturbing effects coming from absorbed surface layers in metal band structure studies are shown in [207].

Besides the metals themselves, a lot of various metal compounds were studied by ESCA from the point of view of their valence band structure. Thus, in Cu_2O, CuCl, CuO, CuS and $CuSO_4$ the presence of satellites at the low energy side of Cu2p lines gave information on the valence band - conduction band excitation [150]. Vesely et al.performed comparative experiments for the upper d-levels in eight IIB-VIA semiconductor compounds by means of UPS and XPS [208]. The agreement was satisfactory. In zinc oxide the Zn 3d core level was found to be at 7.5 eV below the valence band maximum. In the interpretation of this result it was pointed out how difficult is to predict theoretically the shift of states just below the band structure [209]. The onset of valence band was measured and found to be about 1.7 eV in a study of the band structure of $SrTiO_3$. The value agrees well with the results of the measurements of other type [210].

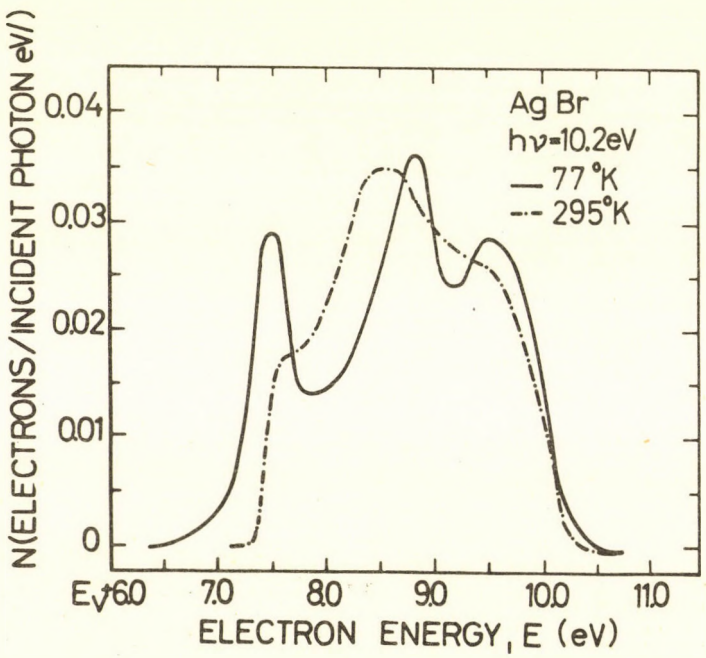


Fig. 22. Photoelectron spectrum of AgBr in the valence band region at two different temperature [220].

The ionization potentials were measured for the valence levels of alkalihalides and the values for crystalline sample were compared with the corresponding "free" value and with the theoretical predictions [211, 212].

Not only metals and metal compounds were examined. Also the valence band structure of diamond was investigated e.g. by XPS [160, 219]. Some more special studies on the solid state structure were also carried out by means of ESCA. Thus, the temperature dependence of the photoelectron spectrum in the valence band region was measured for AgBr at 80 through 285 ^{o}K. Fig. 22. shows the spectrum at 77 and 295 ^{o}K. Measurements like the above ones are very important from the point of view of searching electronic structure of solids [220]. A definite shift of Si2p level was found in the XPS of heavily doped Si of n- and p-type which is also very interesting in solid state physics [221]. The valence bands of amorphous As_2Se_3 and Cu-As_2Se_3 as well as amorphous Ge films were also studied by ESCA [222, 223].

3.3. Other recent results in ESCA

In this section several other fields of ESCA activity will be surveyed. Sometimes, of course, it is very difficult to separate them rigidly not only from one another but also from the subject of the earlier sections.

3.3.1. Surface analysis. As it was mentioned before, the analysis depth of ESCA is always less than 100 Å in the case of the study of solid samples. In surface analysis the information depth is of a few atomic /molecular/ layers /the thickness of one atomic layer is about 3 Å/. In the study of corrosion, catalysis, adsorption and absorption, the nature of optical and electrical thin films, the thermoionic conversion of energy etc., the most important thing is the analysis of the upper few layers and especially that of the upper monolayer. The ESCA /first of all XPS/ is the only method which can give not only elemental informations but also data on the chemical environment of the atoms in the surface layers /a concentration of about 1 % of all the atoms in the monolayer can be examined/.

The surface analysis by ESCA has been possible in principle from the outset of this method. The special techniques, however, which are indispensable in these studies, have been developed only in the last years. Among them, the ultra high vacuum is the most important. While in customary ESCA studies a vacuum of 10^{-6} - 10^{-7} Hgmm is satisfactory, in surface analysis at least 10^{-9} - 10^{-10} Hgmm is claimed, moreover, for some active gases /oxigen, carbon and their compounds/ even a lower partial pressure /10^{-11} - 10^{-12} Hgmm/ is needed. Such a pressure is attained sometimes only in a separate sample chamber /bakeable to 200-300 ^{o}C/ with differential pumping system while in the analyser chamber the pressure is 10^{-6} - 10^{-7} Hgmm. Special technique should be used for surface cleaning /ion guns/, for

sample preparation in the vacuum /vacuum evaporation etc./ and the possibly short measuring time is also essential but it is in connection with the transmission of the energy analyser /cf. e.g. [30, 36, 39, 76, 104, 225]/.

Several recent papers deal with the surface oxidation process of metals [226-231]. Thus the surface oxidation of Mn, Co, Ni, Cu, Re, W etc. were studied, in [231] the copper and nickel halides, too. Fig. 23 shows the $4f_{7/2}$ and $4f_{7/2}$ photoelectron lines of W for the metal and for WO_3 at different anodization voltage. Brundle and Roberts [232, 233] examined the intensity changes of the $4f_{7/2}$ lines when Hg multilayers were forming on Au of low temperature /78 °K/. H_2O, CO_2 and CO absorbed on Au have been also studied by the aid of XPS and UPS. It was proved in this research that UPS can also be used in surface studies especially in the case of low Z elements. ESCA surface studies showed that there is a change in the oxidation state of sulfur on the surface of wool fiber exposed to corona and low temperature discharge, while there is no shift at C1s, N1s and O1s peaks in the spectrum [68, 235].

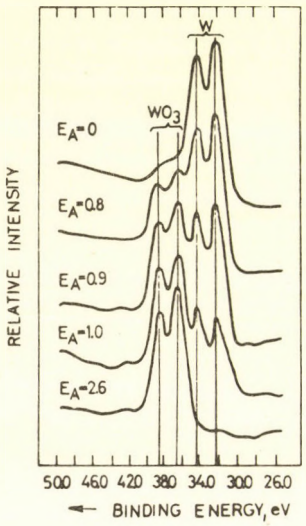


Fig. 23.

The $4f_{7/2}$ and $4f_{5/2}$ photoelectron lines of tungsten for the metal and for WO_3 as a function of the anodization voltage, E_A [228].

The Auger electron spectroscopy and different kinds of the secondary electron spectroscopy belong to ESCA in principle and they are typical methods of the surface analysis. Although Auger-lines are generally mixed into the photoelectron spectra [236-238], in the Auger emission analysis itself electron irradiation is used. The Auger electron analysis has a number of advantages and disadvantages relative to other ESCA methods. E.G. the probability of vacancy production is much higher at electron irradiation than at X-ray excitation but at the same time the electron beam destroys the surface with a higher probability. The Auger spectrum is more complex than the XPS spectrum and the Auger-effect has a high probability only at the light elements. To give a detailed survey of AES, and that of the secondary electron spectroscopic methods is out of the scope of the present paper. Only some recent references /mainly

surveys/ will be given for AES: [42, 239-246].

The application of the different kinds of the secondary electron spectroscopy in surface studies shows a very rapid development. Some of the new papers are [39, 247-261].

3.3.2. Qualitative and quantitative analysis. It is obvious that ESCA, first of all XPS is suitable to qualitative analyses. The peaks in the spectra are characteristic of elements which are present in the sample.

As regards the quantitative analysis, the application of ESCA is more difficult. Although the quantitative analysis of gas mixtures is carried out by UPS [24], the XPS is the most promising method in these tasks. Siegbahn and his coworkers [4] obtained fairly good results /less than 1 μg sample material, relative constituent quantity less than 1 percent, precision 5-10 percent/ in their early and basic studies in this direction without achieving the ultimate efficiency of the method /in the analysis of molybdenum oxid mixtures, a relative standard deviation of 2 % was attained recently [262]/. A number of corrections should be applied in these analyses as e.g. Z-dependence of photoelectric cross-section, attenuation of photoelectrons in the sample, surface contamination. At the same time ESCA is mostly a relative and non-destructive method. Its absolute sensitivity is very good /recently μg-s of Pb, Cd, Bi were determined in electrochemical deposition of metals on Hg-coated Pt electrode [263]/, but regarding the relative sensitivity it is not a trace analytical method in the ppm region, anyway. The relative atomic sensitivity was measured for a lot of elements comparing the most intensive photoelectron peak of the elements to the F1s fluorine peak, with NaIs as a secondary standard [264] /see Fig. 24/.

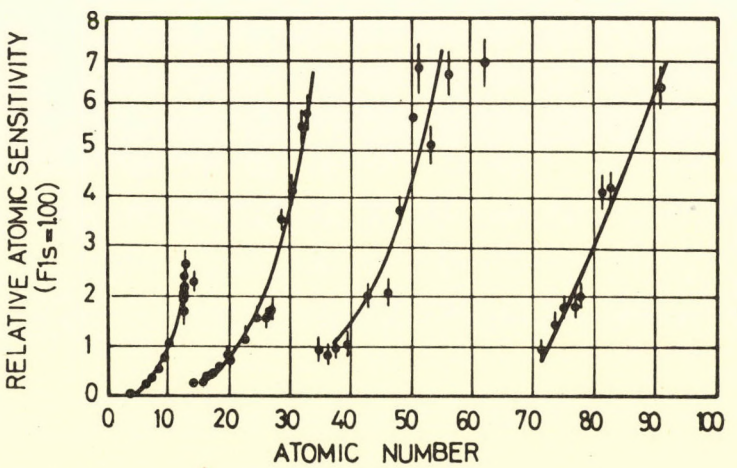


Fig. 24. Relative atomic sensitivity of ESCA method as a function of the atomic number [264].

The most valuable and unique property of ESCA as a quantitative analytical method is that it permits an analysis for all elements except hydrogen /in UPS H_2 molecule is examined, however/ not regarding its ability to give additional informations about the oxidation state of some elements in the sample. The main difficulty is not the contamination of the surface of the sample in these analytical applications as the peaks from contaminations are separated from the other peaks because of the good energy resolution, and the surface contamination changes with the time. Sometimes the sample constituent and the contamination of the same element can be resolved due to their different valence state. The presence of a contamination peak /e.g. Cls/ may furnish an excellent internal standard. The main problem in these tasks is the representation of the bulk of the sample in the less than 100 Å deep layer which is actually investigated by ESCA [4]. The problems of quantitative X-ray fluorescence analysis and those of XPS were analysed in details and it was stated that a number of questions are still open here and are to be investigated in the future [265].

3.3.3. Line-splitting in ESCA. There are different kinds of "splitting" of the lines of the ESCA spectra. E.g. a "splitting" of the peaks in the core level spectrum can be caused by the shift of the binding energy in the atom due to the difference in the valence states and environment of the actual atom. In the case of UPS the vibrational structure of the lines /bands/ means an actual "splitting" caused by the formation of ions in nonzero vibrational levels. Another splitting is the so called Jahn-Teller splitting. Namely, at outermost molecular orbitals the degeneracy is removed because, as a consequence of the ionization, the molecule is geometrically unstable and its configuration is distorted, this fact results in a splitting of the spectral peak /band/ [25, 54].

In this section first of all special types of splittings of the lines in core level spectra are dealt with. They give additional information from the spectrum to the line-shift. There are two different types of this splitting [21, 22, 29, 266]: the electrostatic or quadrupol splitting and the multiplet or exchange or magnetic splitting /recently survéyed in ref. [267]/.

The electrostatic or quadrupol splitting /firstly observed at XPS lines by Novakov and Hollander [55] followed by another work [300]/, originates from the nonspherically symmetrical electrostatic environment /when the initial state has zero spin/. The actual value of this splitting amounts to several eV /3-10 eV/. This phenomenon is analogue to the crystal field splitting in Mössbauer spectra. Not long ago Sen and Gupta suggested an experiment connected to it along with the respective detailed calculations. According to this suggestion one can determine the crystalline electric field parameter from the electric field gradient at the nuclear site at heavy elements /Au, W/ using the line-splitting data of the 3p or 4p core levels in XPS [268].

The other type of core level splitting /multiplet, exchange or magnetic/, observed in paramagnetic molecules /O_2, NO etc./ and in solids containing transition metals, rare earth and transuranium elements, is a result of the exchange interaction between the vacancy in the inner shell and the unpaired valence electrons. The discovery of this splitting by Siegbahn and coworkers [57] and Shirley and coworkers [56] is reported in refs. [21, 266, 267] in which some further results are summarized, too.The value of this splitting may be greater than that of the shifts, namely as large as 15 eV. The measure of splitting can be correlated with the chemical bonding. If the delocalization of the unpaired valence electron is large, the extent of the splitting will be small [37].

As regards the more recent results, first of all numerous transition metal compounds were studied using the information from line-splitting /Cr, Mn, Fe, Co compounds/ [132, 269]. There are some problems, however, in connection with the exact theoretical interpretation. The 3s lines of some transition metal compounds are shown in Fig. 25. As can be seen, there is no splitting for $K_4Fe(CN)_6$, this fact shows the large delocalization of the 3s electrons in this actual case. Wertheim and coworkers, in turn, investigated the multiplet splitting at rare earth compounds [153]. In spite of the difficulties in the theoretical interpretation, they succeeded in attaining a fairly good correlation between 3s splittings and hyperfine fields for some Fe and Mn spin-only compounds /see Fig. 26 / [302].

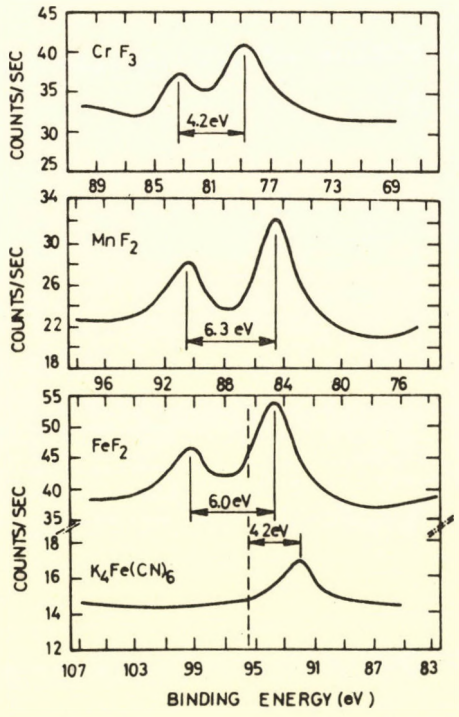


Fig. 25.

Splitting of 3s shell in XPS for some transition metal salts /for details see the text/ [269].

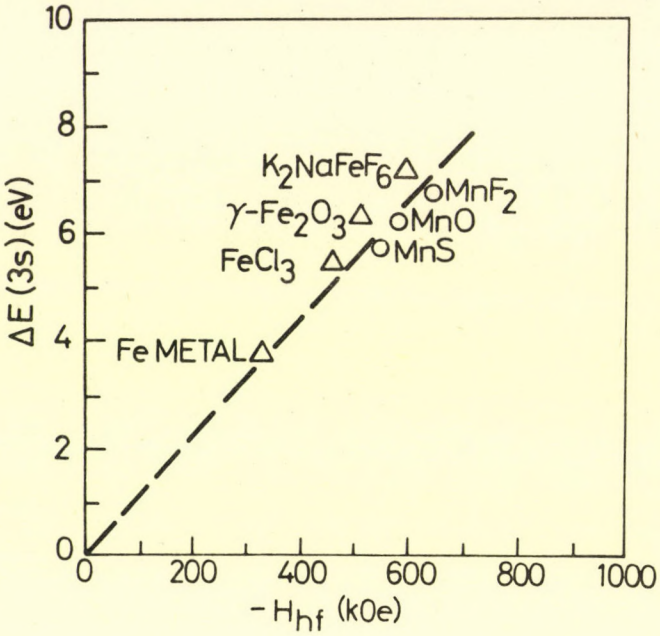


Fig. 26. The values of 3s splitting vs hyperfine fields for some Mn and Fe spin-only compounds [302].

3.3.4. Angular distributions of the photoelectrons. One of the basic types of measurement in ESCA is to study the energy spectrum of ejected electrons as a function of the angle between the direction of the incoming photon or that of the polarization of the light and the outgoing photoelectron. This type of measurements is interesting both in the study of the molecular orbitals and in that of the crystal structure, and the research activity is increasing here /the first such modern measurement was carried out in 1966 [270]/.

The number of recently published works are higher in the field of molecular orbital research using ultraviolet light to eject photoelectrons than at X-ray excitation. The study of the angular distribution of the photoelectrons furnishes a very useful means to identify the feature of the molecular orbital and at the same time it helps to separate overlapping bands [18, 37] . A recent review of results is given by Grimm [271]. Carlson and coworkers investigated the angular distribution of photoelectron spectra for a great number of atoms /inert gases/, simple and moderately complicate molecules /e.g. H_2, N_2, HCl, CO_2 etc. and $Si(CH_3)_4$, $Sn(CH_3)_4$ etc./ [54, 272, 273]. Similar examinations were made for ethylene [274]. The main difficulty in making use of the full potential of the angular distribution measurements in the study of the molecular orbitals is the lack of respective calculations for specific molecules. Theoretical calculations for photoelectron angular correlations were published in refs. [275] and [276] but only for simple systems.

/for various atoms and H_2 in the range of rotational auto-ionization/.

By measuring the intensity of photoelectron line as a function of the angle in the case of single crystals, one can obtain information on the crystal structure. Namely, the plotting photopeak intensity vs. angle shows maxima due to channeling effects i.e. they are in relation to the crystal planes. In these experiments both X-ray and UV excitation [277] were used. The phenomenon was firstly demonstrated by Siegbahn and collaborators in 1970 at sodium chloride single crystal [278]. Recently the gold [279-281] and GaAs [282] were studied. In [281] and [282] light beam irradiation was used, and [281] gave information not only about the crystal surface but also about the photoelectron emission process itself.

3.3.5. Varia. In section 2.1. it was mentioned that among the measurable parameters in ESCA are the line-shape and line-width. Actually, Shaw and Thomas measured the line-width of 1s line for C, N and O in various gaseous compounds. Changes in line-width /increasing with the decreasing binding energy at a given element/ were interpreted as being due to changes in the lifetime of the 1s vacancy caused by the different chemical environment [283].

Another basic type of ESCA measurements /cf. section 2.1./ is the study of the photoionization cross-section as a function of the energy of the irradiating energy. In this way one can get information e.g. about the structure of the conduction band because the intensity of the photoelectron lines strongly changes with the energy of the photons /e.g. in the case of EuS, GdS, US [284]/. Some of the results in this field are summarized in [285] and data for the photoionization of neon /ratio of differential cross sections, excitation and ionization as a function of the energy,the contribution of single and multiple processes to the total cross section/ in the region between 100 and 1500 eV are published in [286]. The comparison of these data with the respective theoretical calculation shows that one can use the theory as a source of cross-section values in a fairly good approximation. Theoretical calculations are also published in [287]. Kennedy and Manson published detailed calculations on the photoionization cross-sections of noble gases [288]. The knowledge of the ionization cross-section as a function of the binding energy is important also from the point of view of quantitative analysis by ESCA.

Electron spectroscopy can also be used in X-ray spectroscopy. The application of an appropriate converter, e.g. neon atom, makes possible the analysis of the secondary electron spectrum by the high resolution techniques of electron spectroscopy. One of the main advantages of a procedure like this is the possibility of studying and comparing the X-rays in a very broad region /from about 20 to 3000 eV/. At the same time, this method combines the advantageous features of the conventional methods /resolution is comparable to that of dispersive spectrometers, and relative intensities are measurable as accuratly and readily as in the case of semiconductor and

propartional counters/. Recently the ZrL and the Mζ lines of the X-ray emission spectrum of different elements were measured by this method [289, 290].

As a matter of fact,the examination of ultra soft X-rays does not belong to the problematics of ESCA. However, the study of the molecular orbitals and chemical bonds for free molecules /gaseous compounds/ by means of ultra soft X-rays is so natural a complement of the ESCA methods that it is well justified to finish the present review with reference to this method. Siegbahn and coworkers worked out a grating X-ray spectrometer at grazing incidence attaining a resolution of about 0.1 eV for the characteristic X-rays of the second period elements. Such a resolution is unprecedented in the region of the ultra soft X-rays and it is between the resolution of XPS and UPS. The excitation of the X-rays takes place by a 10 keV electron beam [291, 292]. Up till now the N_2 [293, 294], CO [291], A [295] and CS_2 as well as C_6H_6 [292] molecules have been studied by the method. As fine structure of X-ray line, as was discovered in the spectrum of N_2, has not been found before. Finally, Allotey's theoretical paper should be mentioned here in which a calculation for the soft X-ray emission of Be was carried out [296].

4. CONCLUSIONS

Lately, a number of excellent papers have been published in which the open problems and the possibilities of further development of the ESCA fields are summarized /e.g. [37, 38, 58, 297]/. Siegbahn [38] presents ten points about the open theoretical problems and ten more points about the research fields in electron spectroscopy.

It is sure, anyway, that a further development can be expected both in instrumentation /improvement in resolution and signal intensity/ and in the fields of application. Actually, we are at the beginning of the broad application of ESCA. Each of the last years brought some new applications with the introduction of new experimental capabilities /e.g. surface analysis, angular correlation method in the study of solids, photoelectron line-width correlated with the lifetimes of the atomic levels etc./ and with the application of the well-known ESCA techniques in new areas /e.g. in biology, in invironmental analysis, in the solution of very industrial problems/.

It is well-known that ESCA supplies needs even in more respects. There are different methods of chemical structure analysis from NMR to infrared spectroscopy and from Mössbauer to mass spectroscopy, but ESCA has a wider range of possibilities regarding sample and Z region even if its resolution is much worse than that of e.g. NMR /cf. a detailed comparison of ESCA and NMR in [298]/. ESCA is capable e.g. for chemical structure determinations in surface analysis where the NMR and the mass spectroscopy with spark ion sources are excluded. The ESCA is

non-destructive in most cases, furthermore gases, solids and liquids can be studied by it. In some respect, these methods mentioned above complement one another, and thus the joint usage of the different techniques can be very useful /as e.g. the joint application of the infrared and ESCA method in the same study in [299]/.

Although the above list concerning the advantageous properties of ESCA is not complete at all, it is convincing enough to see and appreciate the place of ESCA among the methods for investigating the various features of matter and looking forward to the futher development of the method.

ACKNOWLEDGEMENT

The author is indebted to Academician A. Szalay, Director of the Institute, for the excellent working conditions and to Drs. D. Varga, A. Kövér and S. S. el-Nasr for their continual interest and the useful discussions in the performance of this work.

REFERENCES

[1] Nordling, C., Sokolowski, E. and Siegbahn, K., Ark. Fys. 13 /1958/ 483.
[2] Hagström, S., Nordling, C. and Siegbahn, K., Zeits. f. Phys. 178 /1964/ 439.
[3] Fahlman, A., Hamrin, K., Hedman, J., Nordberg, R., Nordling, C. and Siegbahn, K., Nature 210 /1966/ 4.
[4] Siegbahn, K., Nordling, C., Fahlman, A., Nordberg, R., Hamrin, K., Hedman, J., Johansson, G., Bergmark, T., Karlson, S-E., Lindgren, I. and Lindberg, B., "ESCA Atomic, Molecular and Solid State Structure studied by Means of Electron Spectrscopy". Almquist and Wiksells, Uppsala, 1967.
[5] Sokolowski, E., Nordling, C., and Siegbahn, K., Ark. f. Fys. 12 /1957/ 301.
[6] Turner, D. W. and Al Jobory, M. I., J. Chem. Phys. 37 /1962/ 3007.
[7] Al-Joboury, May, D. P. and Turner, D. W., J. Chem. Phys. 45 /1966/ 471.
[8] Turner, D. W., Proc. Roy. Soc. A.307 /1968/ 15.
[9] Vilesov, F. I., Kurbatov, B. L. and Terenin, A. N., Doklody AN SSSR 138 /1961/ 1329.
[10] Proceedings of the International Conference on Electron Spectroscopy. Asilomar, Pacific Grove, California, September 7-10, 1971. Ed. D. A. Shirley, North Holland Publ. Co., Amsterdam-London, 1972.
[11] Betteridge, D., Anal. Chem. 44 /1972/ No. 5. 100R.
[12] Hercules, D. M., Anal. Chem. 44 /1972/ No. 5. 106R.
[13] Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena. Edited by Brundle, C. R. and Carlson, T. A., Elsevier Publ. Co., Amsterdam.

[14] Hollander, J. M., "Electron Spectroscopy". Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. D. A. Shirley, North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 9.
[15] Turner, D. W., Chem. In Britain 4 /1968/ 435.
[16] Yin, L. I., Adler, I. and Lamothe, R., Appl. Spectroscopy 23 /1969/ 41.
[17] Siegbahn, K., Nordling, C., Fahlman, A., Nordberg, R., Hamrin, K., Hedman, J., Johansson, G., Bergmark, T., Karlsson, S. E., Lindgren, I. and Lindberg, B., Ann. Phys. Paris, 3 /1968/ 281.
[18] Berry, R. S., Ann. Rev. Phys. Chem. 20 /1969/ 357.
[19] Siegbahn, K., Nordling, C., Johansson, G., Hedman, J., Hedén, P. F., Hamrin, K., Gelius, U., Bergmark, T., Werme, L. O., Manne, R. und Bear, Y., "ESCA Applied to Free Molecules". North-Holland Publ. Co., Amsterdam-London,1969.
[20] Price, W. C. and Turner, D. W., "A Discussion of Photoelectron Spectroscopy". Phil. Trans. Roy. Soc. A268 /1970/ 1-175.
[21] Hollander, J. M. and Shirley, D. A., Ann. Rev. Nucl. Sci. 20 /1970/ 435.
[22] Hollander, J. M. and Jobby, W., Accounts Chem. Res. 3 /1970/ 193.
[23] Hercules, D. M., Anal. Chem. 42 /1970/ 20A.
[24] Betteridge, D. and Baker, A. D., Anal. Chem. 42 /1970/ 43A.
[25] Baker, A. D., Accounts Chem. Res. 3 /1970/ 17.
[26] Nordberg, R., Adv. X-Ray Anal. 13 /1970/ 390.
[27] Ramaseshan, S. and Ramesh, T. G., Proc. Chem. Symp. Madras, 1970. Vol. 1. p. 1.
[28] Alderice, D. S., Collins, G. and Foon, R. J. Chem. Education 48 /1971/ 720.
[29] James, T. L., J. Chem. Education 48 /1971/ 712.
[30] Holm, R., Angew. Chem. 83 /1971/ 632.
[31] Allan, C. J. and Siegbahn, K., Uppsala University, Institute of Physics, UUIP-754, November 1971.
[32] Collin, J. E., "Photoionization and photoelectron spectroscopy", in Recent Topics in Mass Spectrometry, ed. R. I. Reed, Gordon and Breach, New York, 1971. p. 143.
[33] Kachana, M. M. and Urusov, V. S., Zh. Anal. Chim. 27 /1972/ S34 /in Russian/
[34] Siegbahn, K., UUIP-793. Uppsala University, Inst. of Physics, 1972.
[35] Nordling, C., Angewandte Chemie 11 /1972/ 83.
[36] Hercules, S. H. and Hercules D. M., Int. J. Environ. Anal. Chem. 1 /1972/ 169.
[37] Carlson, T. A., Phys. Today 25 /1972/ No. 1. p.30.
[38] Siegbahn, K., "Electron Spectroscopy". Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 15.
[39] Benninghoven, A., Appl. Phys. 1 /1973/ 3.
[40] Siegbahn, K., Endeavour 32 /1973/ 51.
[41] Albridge, R. C., Proc. Int. Conf. on Inner Shell Ioniz. Phenom. and Future Appl., Atlanta, Ga., April 17-21, 1972., Ed. by Fink, R. W. et al., USAEC, Techn. Inf. Center, Oak Ridge, Tenn., 1973. p. 2305.

[42] Burhop, E. H. S. and Assad, W. N., Adv. in Atomic and Molecular Phys. 8 /1972/ 163.
[43] Palmberg, P. W., Anal. Chem. 45 /1973/ 549A.
[44] Raether, H., Springer Tracts in Modern Physics 38 /1965/85.
[45] Hengehold, R. L. and Pedrotti, F. L., Phys. Rev. B6 /1972/ 3026.
[46] Cermak, V., "Electron Spectroscopy". Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 385.
[47] Brion, C. E., McDowell, C. A. and Stewart, W. B., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 113.
[48] Porter, F. T. and Freedman, M. S., Phys. Rev. 3C /1971/ 2285.
[49] Makaryunas, K. V., Kalinauskas, R. A. and Davidonis, R. I., Zh. Eksp. Teor. Fiz. 60 /1971/ 1659 /in Russian/.
[50] Raff, U. R., Alder, K. and Baur. G., Helv. Acta Phys. 45 /1972/ 427.
[51] Davies, J. A., Domeij, B., Pringle, J. P. S. and Brown, F., J. Electrochem. Soc. 112 /1965/ 675.
[52] Toburen, L. H. and Wilson, W. E., Phys. Rev. 5A /1972/ 247.
[53] Malmsten, G., Thorén, I., Högberg, S., Bergmark, J.-E. and Karlsson, S.-E., Phys. Scripta 3 /1971/ 96.
[54] Jonas, A. E., Schweitzer, G. K., Grimen, A., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 29.
[55] Novakov, T. and Hollander, J. M., Phys. Rev. Lett. 21 /1968/ 1133.
[56] Fadley, C. S., Shirley, D. A., Freeman, A. J., Bagus, P.S. and Mallow, J. V., Phys. Rev. Lett. 23 /1969/ 1397.
[57] Hedman, J., Hedén, P.-F., Nordling, C. and Siegbahn, K., Phys. Letters, Phys.Lett. 29A /1969/ 178.
[58] Carlson, T. A., "Electron Spectroscopy". Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. D. A. Shirley, North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 53.
[59] Busch, G., Campagna, M. and Siegmann, H. Ch., "Electron Spectroscopy". Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 827.
[60] Busch, G., Campagna, M., Pierce, D. T. and Siegmann, H. C., Phys. Rev. Lett. 28 /1972/ 611.
[61] Nordling., C., Hagström, S. and Siegbahn, K., Zeits. f. Phys. 178 /1964/ 433.
[62] Hagström, S., Nordling, C. and Siegbahn, K., Phys. Lett. 9 /1964/ 235.
[63] Fahlman, A. and Siegbahn, K., Ark. f. Fys. 32 /1966/ 111.
[64] Gelius, U., Allan, C.J., Johansson, G., Siegbahn, H., Allison, D. A. and Siegbahn, K., Phys. Scripta 3 /1971/ 237.
[65] Swartz, W. E., Jr. and Hercules, D. M., Anal. Chem. 43 /1971/ 1774.
[66] Swartz, W.E., Jr., Wynne, K. J. and Hercules, D. M., Anal. Chem., 43 /1971/ 1884.
[67] Hedman, J., Klasson, M., Nilsson, R., Nordling, C., Sorokina, M. F., Kljushnikov, O. I., Nemenov, S. A., Trapeznikov, V. A., and Zyryanov, V. G., Phys. Scripta 4 /1971/ 1.

[68] Millard, M. M., Anal. Chem. 44 /1972/ 828.
[69] Allison, D. A., Johansson, G., Allan, C. J., Gelius, U., Siegbahn, H., Allison, J., and Siegbahn, K., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 269.
[70] Fadley, C. S., Miner, C. E. and Hollander, J. M., App. Phys. Lett. 15 /1969/ 223.
[71] Fadley, C. S., Healey, R. N., Hollander, J. M. and Miner, C. E., "Electron Spectroscopy". Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif. 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 121.
[72] Al-Joboury, M. I. and Turner, D. W., J. Chem. Soc. /1963/ 5141.
[73] Al-Joboury, M. I. and Turner, D. W., J. Chem. Soc. /1964/ 4434.
[74] Allen Jr., J. D., Wolfe, J. P. and Schweitzer, G. K., Int. J. Mass Spectrom. Ion Phys. 8 /1972/ 81.
[75] Maeda, K., "Electron Spectroscopy". Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif. 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 177.
[76] Bank, W., Barz, A., Kocian, P., Nöller, H. G., Polaschegg, H. D., Schillalalies, H., Spohr, R. and Wischnewski, K., Vacuum 22 /1972/ 497.
[77] Aksela, S., Rev. Sci. Instr. 42 /1971/ 810.
[78] Sar-El, H. Z., Rev. Sci. Instr. 42 /1971/ 1601.
[79] Shapovalov, A. S. and Smirnov, P. F., Zh. Techn. Fiz. 41 /1971/ 157.
[80] Zashkvara, V. V., Korsunsky, M. I., Lavrov, V. L. and Red'kin, V. S., Zh. Techn. Fiz. 41 /1971/ 187.
[81] Zashkvara, V. V., Zh. Techn. Fiz. 41 /1971/ 193.
[82] Aksela, S., REv. Sci. Instr. 43 /1972/ 1350.
[83] Wannberg, B., Nucl. Instr. Meth. 107 /1973/ 549.
[84] Dietz, E., Groeneveld, K. O., Spohr, R. and Staudte, R., Nucl. Instr. Meth. 105 /1972/ 467.
[85] Risley, J. S., Rev. Sci. Instr. 43 /1972/ 95.
[86] Citrin, P. H., Shaw, R. W., Jr. and Thomas, T. D., "Electron Spectroscopy". Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 105.
[87] Bishop, H. E., Coad, J. P. and Riviére, J. C., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 389.
[88] Varga, D., Kövér, Á. and Mórik, J., Inst. of Nucl. Res., Debrecen, Hungary, private communication.
[89] Lee, J. D., Rev. Sci. Instr., 43 /1972/ 1291.
[90] Huchital, D. A. and Ridgen, J. D., "Electron Spectroscopy". Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p.79.
[91] Staib, P., Vacuum 22 /1972/ 481.
[92] Lindau, I., Helmer, J. C. and Uebbing, J., Rev. Sci. Instr. 44 /1973/ 265.
[93] Weiss, M. J., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 179.
[94] Preston, J. A., Hender, M. A. and McConkey, J. W., J. Phys. E. Sci. Instr. 6 /1973/ 661.

[95] Helmer, J. C. and Weichert, N. H., Appl. Phys. Lett. 13 /1968/ 266.
[96] Bordass, W. T. and Linnett, J. W., Nature 222 /1969/ 660.
[97] Weiss, M. J., Lawrence, G. M. and Young, R. A., J. Chem. Phys. 52 /1970/ 2867.
[98] Berkowitz, J., "Electron Spectroscopy". Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A. North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 391.
[99] Siegbahn, H. and Siegbahn, K., UUIP-823. Uppsala University, Institute of Physics, 1973.
[100] Khodeyev, Y. S., Siegbahn, H., Hamrin, K. and Siegbahn, K., UUIP-802, Uppsala University, Inst. of Physics, 1972.
[101] Friedman, R. M., Godel, J., Hudis, J. and Perlman, M. L., J. Electron Spectr. Rel. Phenom., 1 /1972/73/ 300.
[102] Helmer, J. and Weichert, N., Ger. Offen. 2,022,132 /1970/.
[103] Product Information. 11/71. McPherson, Acton, Mass. 01720, USA.
[104] Product Information, No. 3., 2/72. McPherson, Acton, Mass. 01720, USA.
[105] NBS Develops New Tool for Exploring Atomic Structure. NBS Techn. News Bull. 48 /1964/ 64.
[106] Codling, K., Reports on Prog. in Phys. 36 /1973/ 541.
[107] Ratinen, H., Appl. Phys. Letters 17 /1970/ 235.
[108] Yates, K., Barrie, A. and Street, F. J., J. Phys. E., Sci. Instr. 6 /1973/ 130.
[109] Kinsinger, J. A., Stebbings, W. L., Valenzi, R. A. and Taylor, J. M., "Electron Spectroscopy". Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept. 1971. Ed. Shirley, D. A. North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 155.
[110] Kinsinger, J. A., Stebbings, W. L., Valenzi, R. A. and Taylor, J. W., Anal. Chem. 44 /1972/ 773.
[111] Steinhardt, R. G., Hudis, J. and Perlman, M. L., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 557.
[112] Siegbahn, K., Hammond, D., Fellner-Feldegg, H. and Barnett, E.F., Science 176 /1972/ 245.
[113] Egidi, A., Marcomero, R., Pizzelta, G. and Sperli, F., Rev. Sci. Instr. 40 /1969/ 88.
[114] Wolber, W. G., Kletts, B.D. and Lintz, H.K., Rev. Sci. Instr. 40 /1969/ 1364.
[115] Nilsson, O., Jadrny, R. and Siegbahn, K., "Electron Spectroscopy". Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 141.
[116] Allen, J. D., Jr. and Schweitzer, G. K., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 509.
[117] Mularil, W. M. and Peria, W. T., Surface Science 26 /1971/ 125.
[118] Klasson, M., Hedman, J., Berndtsson, A., Nilsson, R., Nordling, C. and Melnik, P., Phys. Scripta 5 /1972/ 93.
[119] Steinhardt, R. G., Hudis, J. and Perlman, M. L., Phys. Rev. B5 /1972/ 1016.

[120] Tarng, M.L., Wehner, G. K., J. Appl. Phys. 43 /1972/ 2268.
[121] Seah, M. P., Surface Sci., 32 /1972/ 703.
[122] Swartz, W. E., Jr., Watts, P. H. Jr., Watts, J. C., Brasch, J. W. and Lippincott, E. R., Anal. Chem. 44 /1972/ 2001.
[123] Lloyd, D. R., J. Phys. E., Sci. Instr. 3 /1970/ 629.
[124] Poole, R. T., Leckey, R. C. G., Liesegang, J. and Jenkin, J. G., J. Phys. E, Sci. Instr. 6 /1973/ 229.
[125] Turner, D. W., Baker, C., Baker, A. D., Brundle, C. R., "Molecular Photoelectron Spectroscopy" Wiley, London, 1970.
[126] Krause, M. O. and Wuilleumier, F., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p.759.
[127] Chu, Y. Y., Perlman, M. L., Dittner, P. F. and Bemis, C. E. Jr., Phys. Rev. 5A /1972/ 67.
[128] Bremser, W. and Linnemann, F., Chem.-Ztg., 96 /1972/ 36.
[129] Finn, P. and Jolly, W. L., J. Am. Chem. Soc. 94 /1972/ 1540.
[130] Hayes, R. G. and Edelstein, N., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p.771.
[131] Hedman, J., Klasson, M., Lindberg, B. J. and Nordling, C., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam--London, 1972. p.681.
[132] Helmer, J. C., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 259.
[133] Frost, D. C., Ishitani, A. and McDowell, C. A., Mol. Phys. 24 /1972/ 851.
[134] Riggs, W. M., "Electron Spectroscopy". Proc. Int. Conf. Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972.
[135] Riggs, W. M., Anal. Chem. 44 /1972/ 830.
[136] Moddeman, W. E., Blackburn, J. R., Kumar, G., Morgan, K. A., Jones, M. M. and Albridge, R. D., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept, 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p.725.
[137] Gelius, U., Hedén, P. F., Hedman, J., Lindberg, B. J., Manne, R., Nordberg, R., Nordling, C. and Siegbahn, K., UUIP 714, Institute of Physics, Uppsala, 1970.
[138] Hedman, J., Hedén, P. F., Nordberg, R., Nordling, C. and Lindberg, D. J., Spectrochim. Acta 26A /1970/ 761.
[139] Ginnard, C. R. and Riggs, W. M., Anal. Chem. 44 /1972/ 1310.
[140] Matescu, Gh. and Riemensschneider, J. L., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif. 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p.661.
[141] Jack, J. J. and Hercules, D. M., Anal. Chem. 43 /1971/ 729.
[142] Cox, L. E. and Hercules, D. M., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 193.
[143] Harker, H. and Sherwood, P.M.A., Phil. Mag. 27 /1973/ 1241.
[144] Kramer, L. N. and Klein, M. P., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p.733.
[145] Matienzo, L.J., Swartz, W. E., Jr. and Grim, S. O., Inorg. Nucl. Chem. Lett. 8 /1972/ 1085.

[146] Matienzo, L. J. and Grim, S. O., Inorg. Nucl. Chem. Lett. 9 /1972/ 731.
[147] Butler, M. A., Russean, D. L. and Buchanan, D. N.E., Phys. Rev. 7 /1973/ 61.
[148] Carlson, T. A., Modderman, W. E. and Krause, M. O., Phys. Rev. A1 /1970/ 1406.
[149] Allan, C. J., Gelius, U., Allison, D. A., Johasson, G., Siegbahn, H. and Siegbahn,K., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 131.
[150] Novakov, T., Phys. Rev. B3 /1971/ 2693.
[151] Rosencwaig, A. and Wertheim, G. K., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 493.
[152] Rosencwaig, A., Wertheim, G. K. and Guggenheim, H. J., Phys. Rev. Lett. 27 /1971/ 479.
[153] Wertheim, G. K., Cohen, R. L., Rosencwaig, A. and Guggenheim, H. J., "Electron Spectroscopy". Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p.813.
[154] Schwartz, M. E., Switalski, J. D. and Strowski, R. E., "Electron Spectroscopy". Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p.605.
[155] Jolly, W. L., "Electron Spectroscopy". Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p.629.
[156] Davis, D. W., Shirley, D. A. and Thomas, T. D., "Electron Spectroscopy". Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam--London, 1972. p.707.
[157] Clark, D. T. and Adams, D. B., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/302.
[158] Barber, M., Baybutt, P., Connor, J. A., Hillier, I. H., Meredith, W. N. E. and Saunders, V. R., "Electron Spectroscopy". Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 753.
[159] Barber, M., Connor, J. A., Hillier, I. H. and Saunders, V. R., "Electron Spectroscopy". Proc. Int. Conf., Atlanta, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 379.
[160] Steley, R., Gora, T. F. Rimstidt, J. D. and Sharma, J., "Electron Spectroscopy". Proc. Int. Conf., Atlanta, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 719.
[161] Gelius, U., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A. North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 311.
[162] Jörgensen, C. K., Chimia 25 /1971/ 213.
[163] Natalis, P., Delwiche, J. and Collin, J. E., Chem. Phys. Letters 9 /1971/ 139.
[164] Samson, J. A. R., "Electron Spectroscopy". Proc. Int. Conf. Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. by Shirley, D. A. North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 441.

[165] Delwiche, J., Natalis, P., Mornigny, J. and Collin, J. E., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 219.
[166] Jonathan, N., Morris, A., Okuda, M., Smith, D. J. and Ross, K. J., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. by Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 345.
[167] Rabelais, J. W., Bergmark, T., Werme, L. O., Karlsson, L., Hussain, M. and Siegbahn, K., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Sirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 425.
[168] Schneider, B. S. and Smith, A. L., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p.335.
[169] Collin, J. E., Delwiche, J. and Natalis, P., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam--London, 1972. p.401.
[170] Streets, D. G., Potts, A. W. and Price, W. C., Int. J. Mass Spectrom. Ion Phys. 10 /1972/73/123.
[171] Baker, A. D., Betteridge, D., Kemp., N. R. and Kirby, R. E., Anal. Chem. 42 /1970/ 1064.
[172] Robin, M. B. and Kuebler, N. A., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 13.
[173] Baker, A. D., Betteridge, D., Kemp., N. R. and Kirby, R. E., Anal. Chem. 43 /1971/ 375.
[174] Murell, J. N. and Suffolk, R. J., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 471.
[175] Bünzli, J. C., Frost, D. C. and McDowell, C. A., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 481.
[176] Chadwick, D., Cornford, A. B., Frost, D. C., Herring, F. G., Katrib, A., McDowell, C. A. and McLean, R. A. N., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 453.
[177] Hall, M. B., Guest, M. F., Hillier, I. H., Lloyd, Orchard, A. F. and Potts, A. W., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 497.
[178] Clark, D. T., Kilcart, D., Adams, D. B. and Scanlan, I., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 153.
[179] Batich, C., Bischof, P. and Heilbronner, E., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 333.
[180] Debies, T. P. and Rabelais, J. W., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 355.
[181] Bieri, G., Brogli, F., Heilbronner, E. and Kloster-Jensen, E., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/67.
[182] Rabelais, J. W. and Colton, R. J., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/83.
[183] Bergmark, T. B., Rabelais, J. W., Werne, L. O., Karlsson, L. and Siegbahn, K., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 413.
[184] Robin, M. B., Kuebler, N. A. and Brundle, C. R., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D.A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 351.

[185] Lloyd, D. R. and Lynaugh, N., "Electron Spectroscopy, Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept. 1971. Ed. Shirley, D. A., NOrth-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 445.
[186] Cradock, S. and Savage, W., Inorg. Nucl. Chem. Lett., 8 /1972/ 753.
[187] Thomas, R. K., Proc. Roy. Soc. Lond. A331 /1972/ 249.
[188] Daintith, J., Maier, J. P., Sweigart, D. A. and Turner, D.W., "Electron Spectroscopy", Proc. Int.Conf. Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 289.
[189] Schaefer, W., Schweig, A., Angew. Chem. Int. Ed. Engl. 11 /1972/ 836.
[190] Salmona, G., Ferre, Y., Vincent, E. J. and Megy, D., J. Chim. Phys. Physicochim. Biol. 69 /1972/ 1292.
[191] Schweig, A., Weider, U. and Manuel, G., Angew. Chem. Int. Ed. Engl. 11 /1972/ 837.
[192] Morishima, I., Yoshikawa, K., Yonezawa, T. and Matsumoto, H., Chem. Phys. Lett. 16 /1972/ 336.
[193] Klasson, M. and Manne, R., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 471.
[194] Hohlmeicher, G., Ecker, F. and Cederbaum, L., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept. 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam--London, 1972. p. 647.
[195] Kosmus, W., Rode, B. M. and Nachbaur, E., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 408.
[196] Leckey, R. C. G., Electrical Eng. Transact. April, 1972. p. 37.
[197] Eastman, D. E., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A. North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 487.
[198] Hagström, S. B. M., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 515.
[199] Poole, R. T., Kemeny, P. C., Licsegang, J., Jenkin, J. G. and Leckey, R. C. G., J. Phys. F. Metal Phys. 3 /1973/ 146.
[200] Kowalczyk, S., Ley, L., Pollak, R. and Shirley, D., Phys. Lett. A41 /1972/ 455.
[201] Ley, L., Pollak, R., Kowalyczk S. and Shirley, D. A., Phys. Lett. A41 /1972/ 429.
[202] Shirley, D. A. Preprint LBL-277, Lawrence Laboratory, University of California,Berkeley, Calif.
[203] Smith, N. V. and Traum, M. M., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed.
[204] Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p.541. Shirley, D. A., "Electron-Spectroscopy", Proc. Int. Conf. Asilomar, Calif., 7-10. 1971. Ed. Shirley, D. A., North--Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 603.
[205] Hedman, J. Klasson, M., Nilsson, R., Nordling, C., Sorokina, M. F., Kljushnikov, O. I., Nemnonov, S. A., Trapeznikov, V. A. and Zyryanov, V. G., Phys. Scripta 4 /1971/ 195.

[206] Rowe, J. E. and Tracy, J. C., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept. 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 551.
[207] Tracy, J. C. and Rowe, J. E., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 587.
[208] Vesely, C. J. and Langer, D. W. and Hengehold, R. L., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., NOrth-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 535.
[209] Powell, R. A., Spicer, W. E. and McMenamin, J. C., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept. 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam--London, 1972. p. 575.
[210] Board, R., Weaver, H. and Honig, J. M., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 595.
[211] Citrin, P. H., Show, R. W., Jr., Packer, A. and Thomas, T. D., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10. Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 691.
[212] Citrin, P. H. and Thomas, T. D., J. Chem. Phys. 57 /1972/ 4446.
[213] Clark, D. T., Kilcast, D. and Musgrave, W. K. R., J. Chem. Soc. /D/, /1971/ 516.
[214] Clark, D. T. and Kilcast, D., J. Chem. Soc. /A/, /1971/ 3286.
[215] Clark, D. T. and Kilcast, D., J. Chem. Soc. /B/, /1971/ 2243.
[216] Clark, D. T., Chambers, R. D., Kilcast, D. and Musgrave, W. K. R., J. Chem. Soc. Faraday II, 68 /1972/ 309.
[217] Clark, D. T., Kilcast, D., Adams, D. B. and Musgrave, W. K.R., J. Electron Spectr. and Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 227.
[218] Barber, M., Connor, J. A., Hillier, I. H., and Meredith, W. N. E., J. Electron. Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 110.
[219] Gora, T., Steley, R., Dimstidt, J. D. and Sharma, J., Phys. Rev. 5B /1972/ 2309.
[220] Bauer, R. S. and Spicer, W. E., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., NOrth-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 569.
[221] Hedman, J., Baer, Y., Berndtsson, A., Klasson, M., Leonhardt, G., Nilsson, R. and Nordling, C., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 101.
[222] Liang, K. S., Bienenstock, A. I., Bates, C. W. und Proctor, W. G., Bull. Am. Phys. Soc. 17 /1972/ 1194.
[223] Willis, R. F., Laude, L. D. and Fitton, B., Phys. Rev. Lett. 29 /1972/ 220.
[224] Wertheim, G. K. and Rosencwaig, A., Phys. Rev. Lett. 26 /1971/ 1179.

[225] Product Information, No. 5, 5/72. McPherson, Acton, Mass. 01720, USA
[226] Schön, G. und Lundin, S. T., J. Electron Spectr. 1 /1972/73/ 105.
[227] Hulett, L., Bacarella, A. L., LiDonnici, L. and Griess, J. C., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 169.
[228] Carlson, T. A. and McGuire, G. E., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 161.
[229] Wertheim, G. K. and Hüfner, S., Phys. Rev. Lett. 28 /1972/ 1028.
[230] Kim, K. S. and Davis, R. E., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 251.
[231] Novakov, T. and Prins, R., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 821.
[232] Brundle, C. R. and Roberts, M. W., Chem. Phys. Lett. 18 /1973/ 380.
[233] Brundle, C.R., Roberts, M. W., Proc. Roy. Soc. London, A331 /1972/ 383.
[234] Brundle, C. R. and Jones, G. R., J. Electron Spectr. 1 /1972/73/ 403.
[235] Millard, M., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 765.
[236] Wagner, C. D., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 861.
[237] Wagner, C. D., Anal. Chem. 44 /1972/ 967.
[238] Schön, G., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/377.
[239] Palmberg, P. W., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf. Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Es. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 835.
[240] Carlson, T. A., Proc. Int. Conf. Inner Shell Ioniz. Phenom. Atlanta, Ga. April 17-22, 1972. Ed. Fink, R. W., Manson, S. T., Palms, J. M. and Rao, P. V. USAEC TEchn. Inf. Center, Oak Ridge, Tenn. 1973. p. 2274.
[241] Chang, C. C., Surface Sci. 25 /1971/ 53.
[242] Dooley, G. J., J. Vacuum Sci. Techn. 9 /1972/ 145.
[243] Pentener, A., Catalysis Rev. 5 /1971/ 199.
[244] Stadler, K., Vacuum 22 /1972/ 553.
[245] Narushava, T., Komiya, S. and Garde, R. N., Vacuum 22 /1972/ 349.
[246] Fahlman, A., Proc. Int. Conf. Inner Shell Phenom. Future Appl., Atlanta, Ga., April 17-22, 1972. Ed. Fink, R. W., Manson, S. T., Palms, J. M. and Rao, P. V. USAEC Techn. Inf. Center, Oak Ridge, Tenn., 1973. p. 757.
[247] Ignatiev, A. and Rhodin, T. N., Am. Laboratory 4 /1972/ No. 11. p.8.
[248] Gerlach, R. L., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10. Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 885.
[249] Küppers, J., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 186.

[250] Van der Wich, M. J. and Brion, C. E., J. Electron Spectr. 1 /1972/73/ 309.
[251] Harshbarger, W. R. and Robin, M. B., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 319.
[252] Prateri., F. and Rovida, G., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 296.
[253] Van der Wiel, M. J. and Brion, C. E., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 443.
[254] Wight, G. R., Brion, C. E. and van der Wiel, M. J., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 457.
[255] Pattinson, E. B. and Harris, P. R., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/500.
[256] Comer, J. and Read, F. H., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 3.
[257] Powell, C. J. and Mandl, A., Phys. Rev. B6 /1972/ 4418.
[258] Van der Wiel, M. J. and Brion, C. E., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 439.
[259] Bauer, E., Vacuum 22 /1972/ 539.
[260] Weigold, E., Hood, S. T. and Teubner, P. J. O., Phys. Rev. Lett. 30 /1973/ 475.
[261] Heinrich, V. E., Phys. Rev. B7 -/1973/ 3512.
[262] Swartz, W. E., Jr. and Hercules, D. M., Anal. Chem. 43 /1971/ 1774.
[263] Brinen, J. S. and McClure, J. E., Anal. Lett. 5 /1972/737.
[264] Wagner, C. D., Anal. Chem. 44 /1972/ 1050.
[265] Eberl, H. and Ebel, M. F., X-Ray Spectr. 2 /1973/ 19.
[266] Hollander, J. M., "Radioactivity in Nucl. Spectr." Proc. Int. Conf., Nashville, Tenn., Aug. 11-15, 1969. Ed. Hamilton, J. H. and Manthuruthil, J. C., Gordon and Breach, New York, 1972. p. 1159.
[267] Fadley, C. S., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed.Shireley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 781.
[268] Sen, S. K. and Gupta, R. P., "Radioactivity in Nuclear Spectr." Proc. Int. Conf. Aug. 11-15, 1969. Ed. Hamilton, J. H. and Manthuruthil, J. C., Gordon and Breach,New York, 1972. p. 1469.
[269] Carver, J. C., Carlson, T. A. and Cain, L. C., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam--London, 1972. p. 803.
[270] Berkowitz, J. and Ehrhardt, H. Phys. Letters 21 /1966/ 531.
[271] Grimm, F. A., "Electron Spectroscopy". Proc. Int. Conf. Asilomar, Calif. 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 199.
[272] Carlson, T. A., McGuire, G. E., Jonas, A. E., Cheng, K. L., Anderson, C. P., Lu C. C. and Pullen, B. P., "Electron Spectroscopy". Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam--London, 1972. p. 207.
[273] Carlson, T. A. and McGuire, G. E., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 209.

[274] Mason, D. C., Kuppermann, A. and Mintz, D.M., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam--London, 1972. p. 269.
[275] Manson, S. T., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 413.
[276] Dill, D., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A. North-Holland, Amsterdam-London, 1973. p. 277.
[277] Gerhardt, U. and Dietz, E., Phys. Rev. Letters 26 /1971/ 1477.
[278] Siegbahn, K., Gelius, U., Siegbahn, H. and Olson, E., Phys. Letters 32A /1970/ 221.
[279] Fadley, C. S. and Berström, S. A. L., Phys. Lett. 35A /1971/ 375.
[28o] Fadley, C. S. and Bergström, S. A. L., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 233.
[281] Poole, R. T., Leckey, R. C. G., Jenkin, J. G. and Liesegang, J., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 371.
[282] Wooten, F., Huen, T. and Winsor, H. V., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A. North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 283.
[283] Shaw, R. W. and Thomas, T. D., Phys. Rev. Lett. 29 /1972/ 689.
[284] Eastman, D. E. and Kuznietz, M., Phys. Rev. Lett. 26 /1971/ 846.
[285] Price, W. C., Potts, A. W. and Streets, D. G., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam--London, 1972. p. 187.
[286] Wuilleumier, F. and Krause, M. O., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A.North Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 259.
[287] Lohr, L. L., Jr., "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., 1971. Ed. Shirley, D. A., North-Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 245.
[288] Kenedy, D. J. and Mason, S. T., Phys. Rev. 5A /1972/227.
[289] Krause, M. O. and Wuilleumier, F., Proc. Int. Conf. on Inner Shell Ioniz. Phenom. and Future Appl., Atlanta, Ga., April 17-21, 1972. Ed. by Fink, R. W. et al., USAEC, Techn. Inf. Center, Oak Ridge, Tenn., 1973. p. 2331.
[290] Krause, M. O. and Wuilleumier, F., Phys. Letters 35A /1971/ 341.
[291] Siegbahn, K., Werme, L., Grennberg, B., Nordgren, J. and Nordling, C., Phys. Lett. 41A /1972/ 111.
[292] Werme, L. O., Grennberg, Nordgren, J., Nordling, C. and Siegbahn, Nature 242 /1973/ 453.
[293] Werme, L. O., Brennberg, B., Nordgren, J., Nordling, C. and Siegbahn, K., Uppsala University, Institute of Physics. November 1972, UUIP-798.

[294] Werme, L. O., Grennberg, B., Nordgren, J., Nordling, C. and Siegbahn, K., Uppsala University, Institute of Physics, Dec. 1972, UUIP-803.
[295] Werme, L. O., Grennberg, B., Nordgren, J., Nordling, C. and Siegbahn, K., Phys. Lett. 41A /1972/ 113.
[296] Allotey, "Electron Spectroscopy", Proc. Int. Conf., Asilomar, Calif., 7-10 Sept., Ed. Shirley, D. A. North--Holland, Amsterdam-London, 1972. p. 581.
[297] Carlson, T. A., McGraw-Hill Yearbook of Sci. and Techn. 1971. p. 400.
[298] Gelius, U., Johansson, G., Siegbahn, H., Allan, C. J., Allison, D. A., Allison, J. and Siegbahn, K., J. Electron Spectr. Rel. Phenom. 1 /1972/73/ 285.
[299] Brock, C. P., Collman, J. P. Dolcetti, G., Farnham, P. H., Ibers, J. A., Lester, J. E. and Reed, C.A., Inorg. Chem. 12 /1973/ 1304.
[300] Novakov, T. and Hollander, J. M., Bull. Am. Phys. Soc. 14 /1969/ 524.
[301] Fadley, C. S., Healey, R. N., Hollander, J. M. and Miner, C. E., J. Appl. Phys. 43 /1972/ 1085.
[302] Hüfner, S. and Wertheim, G. K. Phys. Rev. 7 /1973/ 2333.

ELEKTRONIKUS DENZITOMÉTER "ÉK-SPEKTRUMOK" GYORS OBJEKTIV KIÉRTÉKELÉSÉHEZ

SÁMSONI ZOLTÁN - GÁL JÁNOS - MÓRIK GYULA

BEVEZETÉS

A kémiai emissziós szinképelemzési gyakorlatban a logaritmusos forgótárcsa használatát 1928-ban Scheibe és Neuhäusser vezették be [1]. A logaritmusos forgótárcsa analógiájára a logaritmusos fényszürőt Nagy és Sámsoni 1962-ben fejlesztették ki [2]. Ez utóbbi, vákuumgőzöléssel előállitott egyenletesen változó rétegvastagságu, optikailag közel neutrális spektrális áteresztőképességü fémfilmből kialakitott fényszürő, amely a logaritmusos forgótárcsa előnyeinek megtartása mellett annak elvi hibáit és gyakorlati nehézségeit kiküszöböli [2-7]. A logaritmusos spirálkivágásu forgótárcsa az expozició idejét logaritmusos léptékben csökkenti a spektrográf rése előtt, a logaritmusos fényszürő pedig a beeső fény intenzitását csökkenti hasonlóan a rés előtt. Mindkét eljárás segitségével felvett szinképek a fényképező lemezen különböző hosszuságu "ék alaku" /tüske alaku/ spektrumvonalak alakjában jelennek meg. Az egyes vonalak mentén a feketedés /a vonal erőssége/ folyamatosan csökken, amig eléri a lemez fátyolértékét és az alapfátyolban "eltünik".

Az egyes vonalak hosszusága azok intenzitásának logaritmusaival áll arányban a következő egyenlet szerint:

$$L_1 - L_2 = x \cdot \log \frac{I_1}{I_2}$$

ahol L_1 és L_2 a mért vonalpár hosszuságát, I_1 és I_2 a két szinképvonal intenzitását jelenti, x pedig egy arányossági tényező. A szinképvonalak hosszuságának mérése utján és a képzett vonalhosszuság különbségek alapján tehát a vonalintenzitásokra, és igy a keresett elem koncentrációjára lehet következtetni. Ez az eljárás főképpen nagyszámu analitikai adatra támaszkodó kutató munkánál, pl. geokémiai, agrokémiai, stb. kutatásoknál jelenthet jó segitséget az analitikus vegyésznek.

A szinképvonalak hosszuságának mérése ugy történik, hogy a spektrumot kb. 20x-os nagyitásban fehér vetitőernyőre vetitjük ki és a kérdéses vonalak hosszuságát milliméterskála segitségével mérjük meg. Az ék alaku szinképvonalak tényleges hosz-

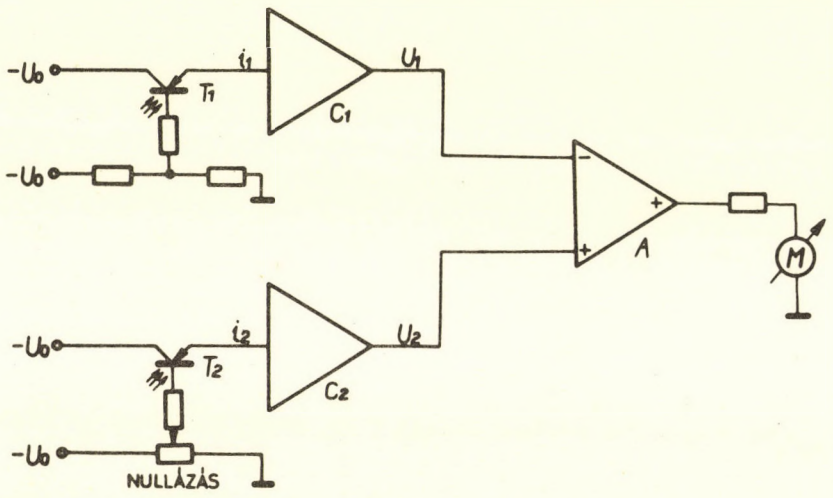
szuságát az előbb elmondottak folytán azonban elég nehéz meghatározni, és igy elkerülhetetlen a mérést végző személy szubjektiv megitéléséből származó hiba. E miatt a vonalhosszuság mérések mérési pontatlansága 15-20 %-ot is elérhet.

AZ OBJEKTIV VONALHOSSZUSÁG MÉRÉSI ELVE

Az Intézetünkben kifejlesztett készülék az "ék alaku" spektrumvonalak hosszuságának objektiv mérését teszi lehetővé és ez által a mérési pontosságot számottevően javitja. A készülék müködési elve a következő: a kinagyitott szinképrészlet mérendő vonalát egy kisméretü kör alaku résrekesz alatt elhelyezkedő fényelektromos érzékelőre vetitjük, majd a vonalat a rés felett a csökkenő feketedés irányába toljuk, és a vonal végpontját a fényérzékelő detektorhoz csatlakoztatott null-müszerrel állapitjuk meg. A vonal igy megállapitott végpontja és talppontja közötti távolságot - tehát a vonal hosszát - egy a vonalra merőlegesen mozgatható mérőszál segitségével mérjük meg.

A MÉRŐKÉSZÜLÉK FELÉPITÉSE ÉS MÜKÖDÉSE

A készülék két főrészből áll: 1/ a spektrumprojektorra szerelhető vetitő-mérő asztalból, amely a fényérzékelő detektorokat és a hosszmérő szerkezetet tartalmazza, 2/ egy elektromos tápegységből és erősitővel egybeépitett null-müszerből. A müszer blokkvázlatát az 1. ábra szemlélteti.

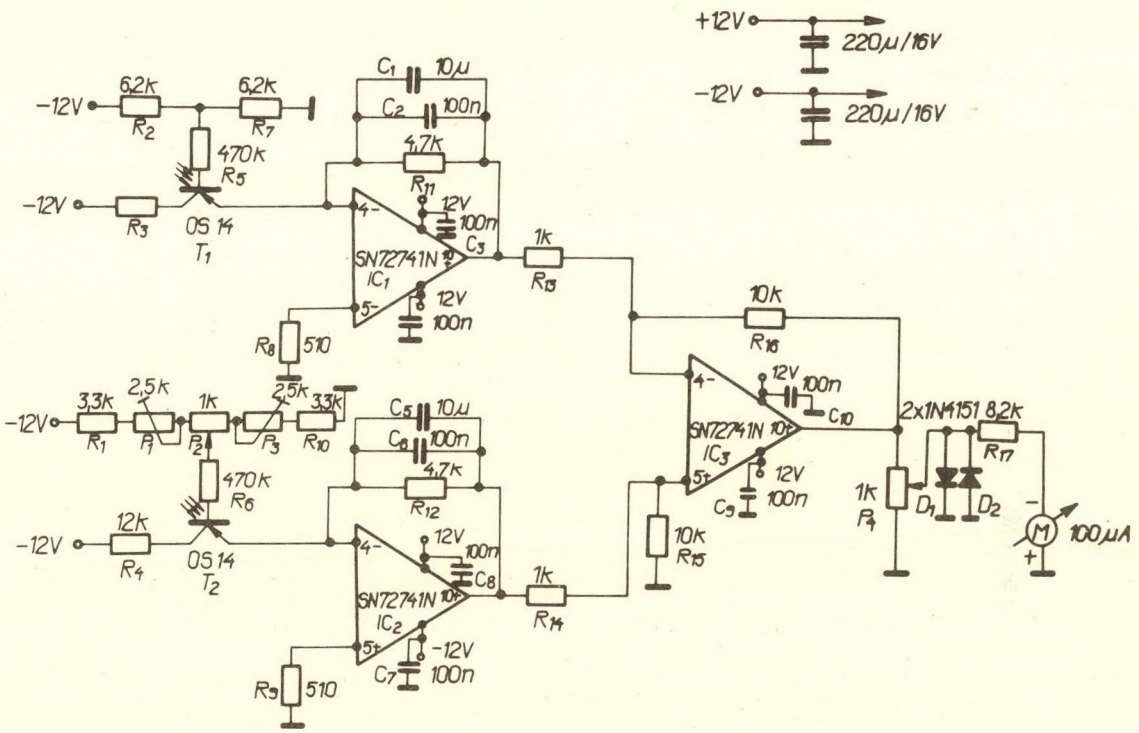


1. ábra. Elektrónikus vonaldenzitométer blokkvázlata.

A fényérzékelő elemeket a T_1, T_2 fototranzisztorok alkotják. A rajtuk átfolyó i_1, i_2 áram a beeső fény intenzitásától függ. Az i_1, i_2 áramot a C_1, C_2 áram-feszültség konverterek U_1, U_2 nagyságu feszültséggé alakitják. A két feszültség különbsé-

gét az A jelü differenciál erősitővel képezzük és az M jelü müszerrel indikáljuk. A nullázást a T_2 tranzisztor nyugalmi bázisáramának változtatásával lehet elvégezni.

A müszer kapcsolási rajza a 2. ábrán látható.



2. ábra. Elektrónikus vonaldenzitométer kapcsolási rajza.

A T_1 tranzisztor nyugalmi bázisáramát az R_2, R_7 ellenállásokból álló feszültségosztó és az R_5 ellenállás állitja be. A tranzisztoron átfolyó áram az IC_1 jelü SN 72741 N tipusu integrált áramkörből kialakitott áram-feszültség konverter bemenetébe folyik. A konverziót az R_{11} visszacsatoló ellenállás határozza meg. Ha a konverterbe i áram folyik, a kimeneti feszültség nagysága $U = iR_{11}$ lesz.

A T_2 tranzisztorból és az IC_2 integrált áramkörből kialakitott kapcsolás az előző áramkörhöz teljesen hasonló felépitésü. A különbség mindössze annyi, hogy a P_2 potenciométer segitségével, amely az R_1, R_{10} ellenállásokból és a P_1, P_3 trimmer potenciométerekből kialakitott osztóláncban helyezkedik el, a T_2 tranzisztor nyugalmi bázisáramát változtatni tudjuk, s igy a két detektor azonos megvilágitása esetén az M müszert nullázhatjuk.

Az R_{11}, R_{12} visszacsatoló ellenállásokkal párhuzamosan kötött C_1, C_2 és C_5, C_6 kapacitások szerepe, hogy a müszer és a tranzisztorok közötti összeköttetést biztositó viszonylag hosszu vezetéken felvehető zavarokat kiszürjük. A visszacsatoló ellenállások és a velük párhuzamosan kötött kapacitások szor-

zata kb. 0,1 s-os integráló időállandót alkot és igy gyakorlatilag a hálózati 50 Hz-es zavarokat is kiküszöböljük.

A két áramfeszültség konverter kimenő jele az IC_3 jelü SN 72741 N tipusu integrált áramkörből kialakitott differenciál erősitő bemeneteire kerül, amely a két jel különbségét képezi. Ezen fokozatnak 10-szeres feszültségerősitése van, amelyet az R_{13}, R_{14}, R_{15}, R_{16} ellenállások határoznak meg. A felerősitett különbségi jel a P_4 potenciométeren jelenik meg, amelynek középkivezetésére a 100 µA-es alapmüszer csatlakozik az R_{17} ellenálláson keresztül. A P_4 potenciométerrel a müszer érzékenységét lehet változtatni. A D_1, D_2 diódák szerepe az M müszer tuláramvédelme.

A készülék mechanikus felépitését a 3. ábra mutatja be.

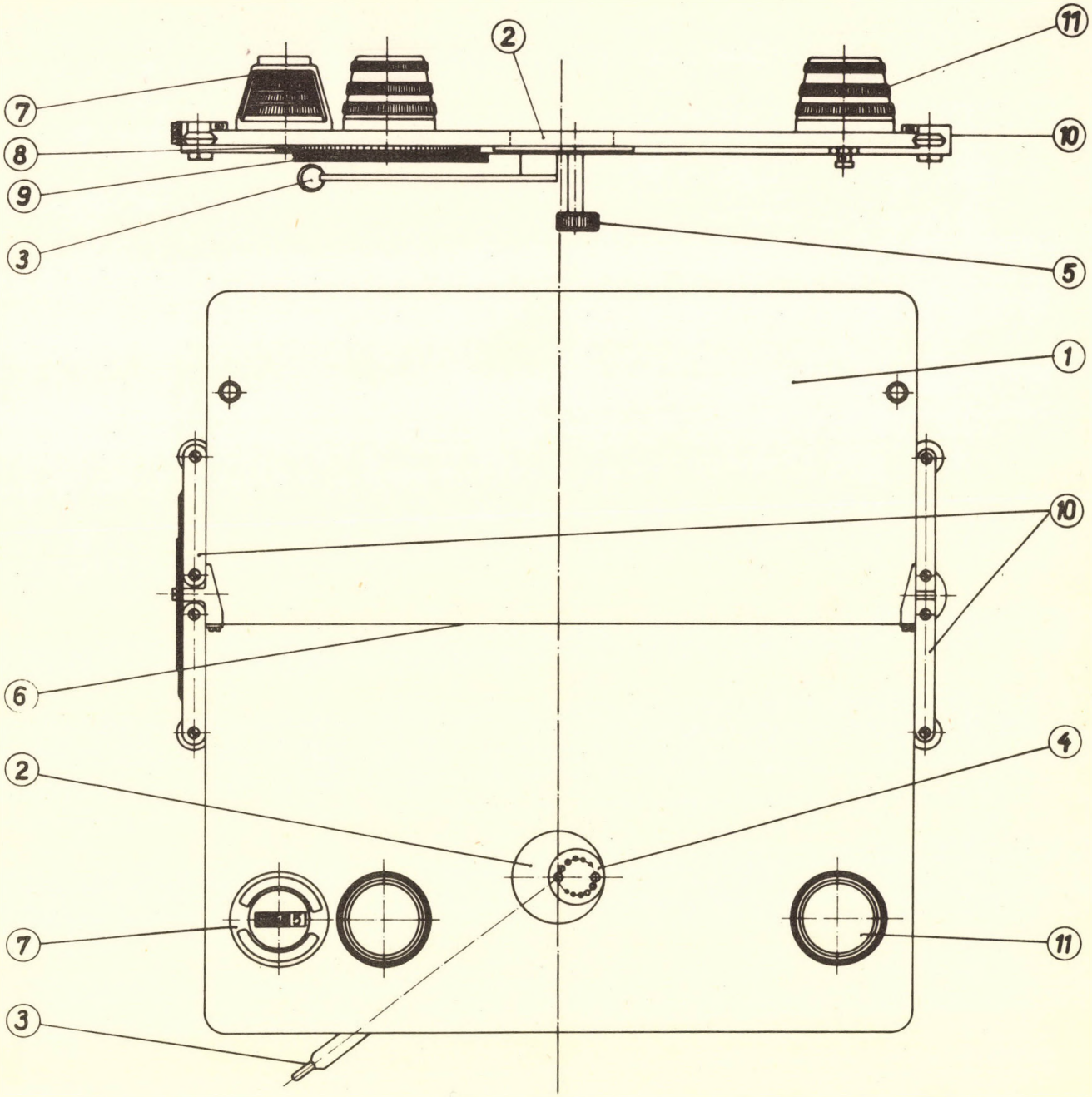
Az ① vetitő-mérőasztal sikjába szerelt ② fényérzékelő betétfej a ③ karral forditható el. A fényérzékelő betétfej tartalmazza a két fototranzisztort, melyek közül az egyiket referencia, a másikat mérőérzékelőként használjuk. A fényérzékelők felett a ④ elforgatható tárcsán különböző átmérőjü furatok helyezkednek el, amivel a fényt rekeszeljük. A szükséges méretü fényrekesz az ⑤ gombbal a mérendő vonalszélességhez állitható be. A spektrumvonal hosszuságát a ⑥ mérőszállal mérjük, amelyet a ⑦ gomb segitségével mozgathatunk. Ebbe a forgatógombba egy digitális értékkijelző van beépitve, amely a mérőszál elmozdulását, tehát a vonal hosszát jelzi. A mérőszálat a ⑦ mozgatógomb a ⑧ , ⑨ , ⑩ mechanizmuson keresztül fel-le irányban mozgathatja. A mérőszál a ⑪ gombbal a beállitott fényrekeszhez nullázható.

Az ismertetett müszert a mérendő feladat alapján LLL denzitométernek /Logarithmic Line Lenght Densitometer/ neveztük el.

VONALHOSSZMÉRÉS AZ LLL DENZITOMÉTERREL

A mérőasztalra kivetitett szinkép vonalszélességének megfelelő fényrekeszt állitjuk be a fényérzékelők előtt. A müszert olyan helyzetben nullázzuk, amikor mindkét detektor a lemez alapfátyolának megfelelő direkt megvilágitást kap. Ezután a fototranzisztorokat befoglaló betétfejet a karral ugy forgatjuk el, hogy a mérődetektor a kivetitett vonal képe alá, a referencia detektor pedig vonalmentes helyre kerüljön.Ezután a mérendő vonal jól definiált sötétebbik végét toljuk a fotodetektorra. A müszer mutatója ekkor kilendül. A vonalat tovább tolva, megállapitjuk azt a helyet, ahol a müszer mutatója null helyzetbe éppen visszatér. A referencia detektor e közben mindig az adott lemezfátyolnak /háttérnek/ megfelelő direkt fényt érzékeli. A vonaleltolás nagyságát, vagyis a vonal hosszuságát ugy határozzuk meg, hogy a digitális értékállitóval a mérőszálat a vonal jól definiált talppontjára állitjuk. A vonalhossz 0,1 mm-es pontossággal olvasható le.

Az ismertetett müszerrel és a hagyományos kiértékelési módon összehasonlitó méréseket végeztünk; összesen 12 szinkép-

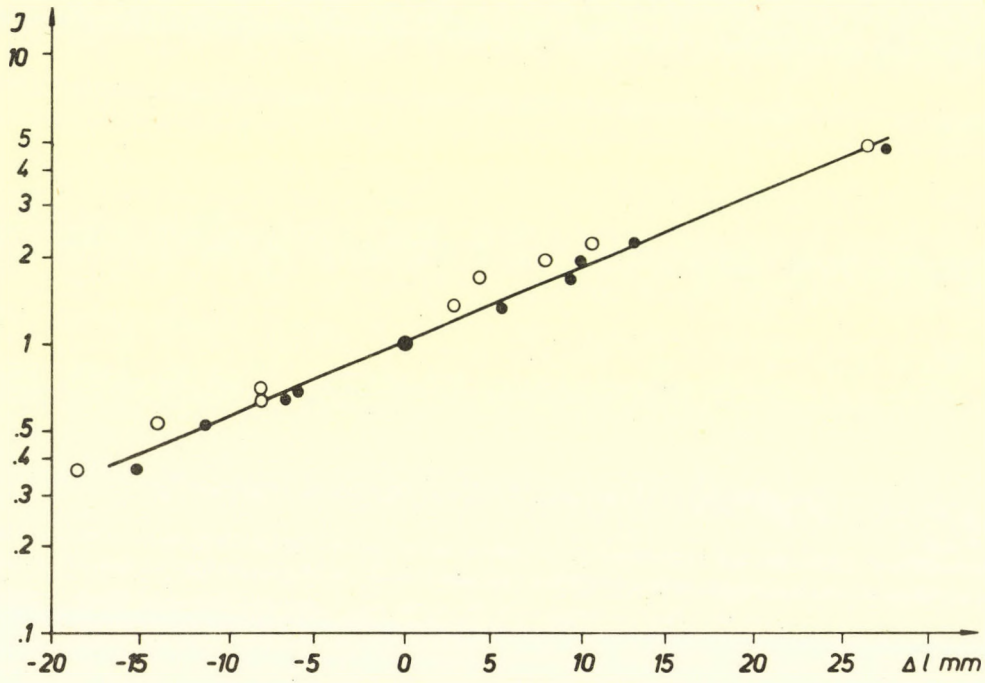


3. ábra. Elektronikus vonaldenzitométer mérőasztalának mechanikai felépitése.

lemezen, 51 spektrumon 510 Fe vonalat mértünk meg. A kétféle módon történt kiértékelések összehasonlitása azt mutatta, hogy az LLL denzitométerrel végzett mérések pontossabbak, és a 15-20 % körüli átlagos szórási értékek 7-9 %-ra csökkenthetők le a müszer használatával. A kétféle módon mért vonalhosszuság-különbség értékeket a relativ vonalintenzitások függvényében a 4. ábrán mutatjuk be.

Az ábrán vastag pontokkal a denzitométerrel, üres körökkel pedig a hagyományos módon, milliméter skálával történt ki-

értékelések összesitett adatait ábrázoltuk. Látható, hogy a müszeres kiértékelés adatai jobban megközelitik az elméleti egyenest, tehát a mérési adatok pontosabbak.



4. ábra. LLL denzitométerrel és milliméter skálával végzett vonalhosszuság különbség értékek a relativ vonalintenzitások függvényében.

ÖSSZEFOGLALÁS

Szerzők az "ék alaku" spektrumvonalak pontos hosszméréséhez egy uj készüléket dolgoztak ki. Az általuk kifejlesztett készülék a logaritmusos szektorral, vagy logaritmusos fényszürővel felvett emissziós szinképvonalak hosszuságának pontosabb, objektiv mérését teszi lehetővé. A készülék két fototranzisztort tartalmaz differenciál kapcsolásban egy mérőasztalba beépitve. A müszer nullázása után az egyik felett a mérendő spektrumvonalat végigtolva, a másik ezalatt az alapfeketedésnek megfelelő fényt érzékeli. A vonal végét a müszer nulla helyzetbe való visszatérése jelzi. Az eltolás mértékét egy digitális számkijelzővel közvetlenül lehet leolvasni 0,1 mm pontossággal. A vonalhosszuságmérés hibája ily módon 15-20 %-ról 7-9 %-ra csökkenthető le.

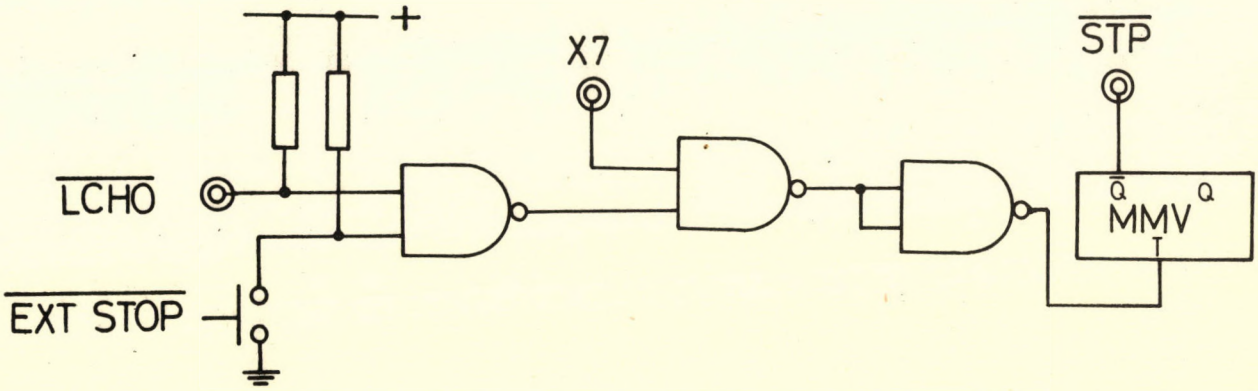
IRODALOM

[1] Scheibe, G., Neuhäusser, A.: Z. angew. Chemie, 41,1218 1928.
[2] Nagy Z., Sámsoni Z., Benkő K.: Magy. Fiz. Folyóirat 10, 333 /1962/.
[3] Nagy, Z., Sámsoni, Z., Benkő, K.: Spectrochim. Acta 19, 2057 /1963/.
[4] Nagy Z., Sámsoni Z., Benkő K.: Magy. Kém. Folyóirat 70, 549 /1964/.
[5] Nagy Z., Sámsoni Z.: Magy. Kémiai Folyóirat 73, 26 /1967/.
[6] Nagy Z., Sámsoni Z.: Magy. Kémiai Folyóirat 74, 239 /1968/.
[7] Nagy Z., Sámsoni Z.: Spectrochim. Acta 24B, 147 /1969/.

ANALIZÁTOR TÁVVEZÉRLŐ EGYSÉG BŐVITÉSE

TÖRÖK ISTVÁN

Az ND 2020 sokcsatornás analizátorhoz korábban kidolgozott távvezérlő egységet [1] bővitettük. Az analizálást leállitó jel /$\overline{\text{LCHO}}$/, amit a "Spectrascaler" nevü Nuclear Data gym. modul kelt, és közvetlenül az analizátorra jut, nincs időbeli összefüggésben az analizátor memóriaciklusával. Igy előfordulhatott, hogy az analizátor a memóriaciklus folyamán kapott leállitó jelet, és ez az egyes csatornákban hamis információt eredményezett. Ennek a hibának a kiküszöbölésére felhasználtuk a távvezérlő egység adottságait. A $\overline{\text{STP}}$ jelet előállitó részt az 1. ábrán látható logikai séma szerint átalakitottuk. A "Spectrascaler"-ből jövő $\overline{\text{LCHO}}$ jelet és a távvezérlő egység kézi kapcsolójának $\overline{\text{EXT STOP}}$ jelét kombináltuk ugy, hogy a leállitást vagylagosan végezhesse bármelyik jel, és a kézi leállitás akkor is lehetséges legyen, ha az $\overline{\text{LCHO}}$ jelet hozó kábel nincs bekötve.



1. ábra. A $\overline{\text{STP}}$ jelet előállitó áramkör logikai sémája.

Az eredő jelet az analizátorból jövő X7 jellel kapuztuk, igy a leállás csak akkor következhet be, ha nincs folyamatban memóriaciklus. Az X7-tel kapuzott jel inverz jel, ezt egy inverternek használt másik kapu forditja vissza. Az igy nyert jel alkalmas a távvezérlő egység $\overline{\text{STP}}$ jelet keltő monostabil multivibrátorá-

nak müködtetésére. A $\overline{STP}$ jel a külső vezérlést lehetővé tevő analizátor csatlakozón keresztül leállitja az analizálást. Az eredeti távvezérlő berendezés "START ANAL", "START SPSC", "EXT START CTB" jeleket előállitó része változatlan maradt. A módositott berendezés mintegy 20000 leállást hajtott végre a memóriatartalom károsodása nélkül.

IRODALOM

[1] Török I., ATOMKI Közl. 15 /1973/ 1, 59-60.

INTÉZETI HIREK

Debrecenben az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Magfizikai és Alkalmazásai Szakcsoportja és az ATOMKI szervezésében került megrendezésre 1973. julius 4-8. között a Magyar Magfizikusok II. Találkozója. A találkozón előadások hangzottak el a magfizikai alap- és alkalmazott kutatások legujabb eredményeiről, a kutatási tervekről és a hazai lehetőségekről. A találkozó programjában az intézet megtekintése is szerepelt.

Az ATOMKI Hideglaboratóriumának felszerelése 1973 év folyamán jelentősen bővült; egy csehszlovák gyártmányu heliumcseppfolyósitó berendezés és egy szovjet automata nitrogén-cseppfolyósitó berendezés üzembehelyezésével.

Az év folyamán négy alkalommal ülésezett az intézet Igazgató Tanácsa. A tanácsülések főbb témái az alábbiak voltak: intézeti müszerállomány jobb kihasználása, 1972 évi beszámolójelentés megvitatása, az ATOMKI publikációs tevékenységének öt évre visszamenően történő felmérése és kiértékelése. Foglalkozott az Igazgató Tanács intézetfejlesztési kérdések megvitatásával is.

A Könyvtári Bizottság 1973 folyamán két alkalommal ült össze. A Bizottság meghatározta a Könyvtár szakkatalógusának reviziójában résztvevő bizottsági tagok feladatait, megvitatta a könyv- és folyóiratrendeléssel kapcsolatos aktuális problémákat.

* * * *

1973. március 7-én meglátogatta az intézetet Sándor József, az MSzMP KB Irodájának vezetője, Karakas László, akkor a Megyei Pártbizottság első titkára, és Szilágyi Gábor, a Városi Pártbizottság első titkára kiséretében.A vendégek tájékozódtak az intézet aktuális problémáiról és megtekintettek néhány kutatólaboratóriumot.

Az intézet pártszervezetének meghivására Páris György, az MTA Természettudományi I. Főosztályának főosztályvezetője május 30-án előadást tartott az intézet nyilvános pártnapján a tudománypolitikai irányelveknek a Főosztály munkájában történő megvalósitásáról és az intézet jövő fejlődésének perspektivájáról.

Páris György főosztályvezető és munkatársai az év folyamán további két alkalommal látogattak az ATOMKI-be.

* * * *

Hazánk felszabadulásának 28. évfordulója alkalmából Dr. Angeli Istvánné kutatási segéderő és Szabó Ferenc szakmunkás jó munkájuk elismeréseként "KIVÁLÓ DOLGOZÓ" kitüntetésben részesültek.

Dr. Kovách Ádám tudományos főmunkatárs, az MSzBT Országos Elnökségének tagja november 7. alkalmából a Magyar Szovjet Baráti Társaság aranykoszorus jelvényét kapta.

Az MTA 1973 évi Közgyülése akadémiai levelező taggá választotta Dr. Berényi Dénest az intézet Magspektroszkópiai Osztályának vezetőjét.

A Kossuth Lajos Tudományegyetem felterjesztésére Dr. Koltayné Gyarmati Borbála tudományos főmunkatársat 1973. szeptember 1-től cimzetes egyetemi docenssé nevezték ki.

1973-ban a dubnai Egyesitett Atomkutató Intézet Tanácsainak és bizottságainak ujraszervezése során a Tudományos Tanács tagjává választották Dr. Berényi Dénes tudományos osztályvezetőt, az MTA levelező tagját; mig a dubnai Alacsonyenergiáju Tudományos Tanács tagjai sorába Dr. Fényes Tibor tudományos főmunkatársat választották be.

Az Alacsonyenergiáju Tudományos Tanács Nehézion, ill. Magszerkezeti Bizottságába az ATOMKI-ből két munkatársat, mig a Nagyenergiáju Tudományos Tanács Emulziós Bizottságába ugyancsak két munkatársat választottak - rendes ill. póttagként - az ATOMKI kutatói közül.

* * * *

1973 év folyamán az ATOMKI több mint ötven külföldi vendéget fogadott. A vendégek közül többen tartottak előadást az intézetben.

Prof. Dr. C. Mayer-Böricke, az Institut für Kernphysik der Kernforschungsanlage /Jülich/ igazgatója 1973. március 15-én előadást tartott a jülichi ciklotronon folytatott kisérletekkel kapcsolatban. Megtekintette az ATOMKI 5 MeV-es Van de Graaff generátorát és megbeszélést folytatott az intézet igazgatójával és néhány vezető munkatársával.

Dr. Kürti Miklós, az MTA tiszteleti tagja, az oxfordi Egyetem Fizikai Tanszékének professzora 1973. április 6-án látogatott Debrecenbe. Megtekintette az intézetet és előadást tartott "Alacsony hőmérsékletek fizikája és alkalmazása" cimmel.

Dr. K. W. Allen az oxfordi Egyetem Magfizikai Laboratóriumának professzora április 8-12. között volt az intézet vendége. Megtekintette az ATOMKI laboratóriumait, április 9-én "Some recent research in nuclear structure at Oxford" cimmel előadást tartott, április 10-én pedig szemináriumon találkozott az intézet munkatársaival.

Dr. Bay Zoltán professzor, a National Bureau of Standards /Washington/ munkatársa debreceni látogatása során október 19-én

előadást tartott a "Fényrezgésszámok mérése és az egyesitett tér-idő mértékrendszere" cimmel.

Dr. P. M. Endt professzor, a Fysisch Laboratorium /Rijksuniversiteit, Utrecht/ vezetője magyarországi tartózkodása során november 12-14-ig tett látogatást az ATOMKI-ben. November 12-én "Gamma-ray strengths in light nuclei" cimmel előadást tartott az intézetben, november 14-én megtekintette az intézet laboratóriumait és szemináriumi előadás keretében számolt be az utrechti intézetben folyó magreakció-kutatásokról.

* * * *

Az ATOMKI-ben jelenleg négy külföldi vendégkutató dolgozik. Samir A. H. Seif el-Nasr aspiráns magyar-EAK kulturális egyezmény keretében 1970 októbertől,

Dan Huy Uyen vietnámi aspiráns 1972 juliusától dolgozik az intézetben.

1973. október 2-től kapcsolódott be a Szilárdtest Nyomdetektor Csoport munkájába Gaber Mohamed Hassib, az Atomic Energy Establishment /Cairo, EAK/ munkatársa, aki UNDP ösztöndijjal egy évig dolgozik az ATOMKI-ben.

Mohamed Ahmed Abbass Naim fizikus, az Alexandria University, Faculty of Physics oktatója 1973 november végén kezdte meg négyéves ösztöndijas aspiránsi tanulmányait az intézetben. Nevezett a magyar-EAK kulturális egyezmény keretében jött Magyarországra, ill. az ATOMKI-be.

* * * *

1973-ban az intézet 34 kutatója utazott hosszabb vagy rövidebb külföldi tanulmányutra vagy tudományos rendezvényre.

Egyéves NAÜ ösztöndijas olaszországi tanulmányutját az év elején fejezte be Lakatos Tamás; ugyancsak NAÜ ösztöndijjal Somorjai Endre 13 hónapig dolgozott Utrechtben az egyetemi Fizikai Laboratóriumban.

Vatai Endre NAS ösztöndijasként hat és fél hónapot töltött Atlantában; Kádár Imre pedig a "Japan Society for the Promotion of Science" meghivására és ösztöndijával egy évig dolgozott Kyotoban.

A Svéd Akadémia és az MTA közötti egyezmény keretében egy hónapot töltött Lund-ban Dr. Koltay Edéné az ottani Institute of Technology vendégkutatójaként.

Dubnai hároméves munkavállalását Hock Gábor 1973 januárjában fejezte be.

Munkavállalóként dolgozik az oxfordi Egyetem Magfizikai Tanszékén Lovas Rezső 1973 április végétől 12 hónapig.

Külföldi tudományos konferencián és nyári iskolán összesen 17 kutató vett részt 22 alkalommal, közülük többen intézeti ill. saját költségen.

Tudományos tanácsüléseken /Dubnában, Kievben, Bécsben és Párisban/ 2 fő vett részt, összesen 5 alkalommal.

Egy hónapnál rövidebb tanulmányutra 13 kutató utazott ki, összesen 14 alkalommal. Dubnai kollaborációs tanulmányutakra 4 fő utazott ki 2-4 hétre Dubnába az év folyamán.

* * * *

Az ATOMKI 1973 év folyamán is együttmüködött néhány külföldi kutatóintézettel ill. azok egyes csoportjaival.

Tovább folytattuk a korábbi években kialakult együttmüködést az ATOMKI Magspektroszkópiai Osztálya és a varsói Atommag Kutató Intézet között. Az együttmüködés keretében az ATOMKI egyik vendégkutatója egy hétig dolgozott a varsói intézetben "Magasabbrendü magbomlási folyamatok vizsgálata" témában.

A zágrábi Ruder Boskovic Intézetben egyik munkatársunk 10 napot töltött "Magstruktura elmélet, gyenge kölcsönhatások" témában közös számitási munkák előkészitése és végzése céljából.

Az ATOMKI és a dubnai Egyesitett Atomkutató Intézet egyes Laboratóriumai között 1973-ban is folytatódott a több területen már kialakult tudományos együttmüködés.

A dubnai "JASZNAPP" program keretében a Magproblémák Laboratóriumával folytatott magspektroszkópiai kollaborációs mérések kiértékelése és közös publikációk előkészitése céljából az ATOMKI három munkatársa töltött kinn 2-4 hetet Dubnában.

A Neutronfizikai Laboratóriummal "Magreakciók vizsgálata dielektrikumok felhasználásával" témában a korábbi években folytatott együttmüködés eredményeit közös publikációban tervezzük összefoglalni, a publikáció előkészitése céljából az ATOMKI egyik tudományos kutatója 10 napra utazott ki Dubnába.

* * * *

A Nukleáris Elektronikai Osztály által kifejlesztett elektronikus müszerek bemutatásra kerültek a Budapesti Nemzetközi Vásáron, és a METRIMPEX szervezésében több külföldi vásáron is; igy a lipcsei, a zágrábi és a brnói, valamint a berlini vásáron, továbbá egy Kairóban rendezett árubemutatón is. Novoszibirszkben müszertájékoztató előadást tartottunk az ATOMKI elektronikus müszereiről.

* * * *

1973 decemberében az ATOMKI kezdeményezésére a Kossuth Lajos Tudományegyetem Természettudományi Karával közösen pályaválasztási tanácsadót szerveztünk 120 középiskolás diák részvételével, Hajdu-Bihar, Szabolcs, Borsod és Szolnok megye középiskolái részére. A fizika iránt érdeklődő középiskolai tanulók előadást hallgattak meg a fizikusi hivatásról, majd a KLTE TTK Dékáni Hivatalától tájékoztatást kaptak a felvételi vizsga követelményeiről és feltételeiről. Ezt követően az ATOMKI laboratóriumain kivül megtekintették a Kisérleti Fizikai és Alkalmazott Fizikai Intézet egyes laboratóriumait valamint a KLTE Számitóközpontját is.

* * * *

1973 év folyamán a következő kandidátusi értekezések munkahelyi vitája történt meg az ATOMKI-ben:

1/ Dr. Szabó Gyula: Aszimmetrikusan táplált kvadrupollencsék aberrációi.

2/ Dr. Somogyi György: Az atomi részecskék nyomainak regisztrációja dielektrikumokban.

3/ Dr. Biró Tamás: /MTA Izotóp Intézete/ Az (n,t) reakció hatáskeresztmetszetének vizsgálata 14 MeV energiánál.

* * * *

1973-ban intézeti referáló délutánok keretében az alábbi előadások hangzottak el:

Dr. Csongor Éva:	Kripton-85 az atomoszférában
Darin Sándorné:	Az egyetemes tizedes osztályozás /ETO/ és a könyvtári szakkatalógus
Dr. Meskó László:	Vizsgálatok 12 MeV-es polarizált deuteronokkal /Beszámoló Birmingham-i tanulmányutról/
Rubecz Mihály:	Fejlesztés alatt álló quadrupol maradékgáz analizátor elektronikus rendszere
Dr. Szalay Sándor:	Az "intuitiv alapkutatás" és "módszeres alapkutatás" viszonylagos szerepe a tudományos ismeretek szerzésében
Székely Géza:	Az MTA központi számológépe /CDC 3300/ és felhasználási lehetőségei intézetünkben
Török István:	Távadat-feldolgozó végállomás az ATOMKI-ben a CDC 3300 számitógéphez /hardware/
Dr. Hunyadi Ilona:	(He^3,α) és (d,α) magreakciók vizsgálata szilárdtest nyomdetektorokkal

Dr. Koltay Ede: Eredmények és tervek az 5 MeV-es Van de Graaff generátornál

Dr. Szentpéteri Imre és Dr. Hrehuss Gyula /KFKI/: Hasadási élettartam mérése kristály blocking módszerrel

A Jülich-i magfizikai kutató intézetről

Dr. C. Mayer-Böricke /Nuclear Research Centre, Jülich, NSZK/: High spin rotational states: Experimental investigation at the Jülich isochronous cyclotron

Dr. Vertse Tamás: Két lépésben végbemenő /szemi-direkt/ folyamatok elméleti vizsgálata a $^{19}F(^{3}He,d)$ reakcióban

Dr. Gyarmati Borbála: Beszámoló a svédországi tanulmányutról

Dr. Koltay Ede: Hirek a Krakkó-Rossendorf szemináriumról /1973. III. 19-23./

Kovács Pál: Rendszámazonositás röntgen-fluoreszcencia módszerrel magspektroszkópiai vizsgálatoknál

Dr. Daróczi Sándor, Dr. Nagy Sándor, Germán Endre, Sailer Kornél és Dr. Raics Péter /KFI/: Tapasztalatok a Ge(Li) gamma-spektrumok kiértékelésével kapcsolatban

Uray István: A ^{198}Pt gyorsneutron reakcióinak kisérleti vizsgálata és az ^{198}Ir izotóp kimutatása

Dr. E. H. S. Burhop /CERN/: Recent developments in inner shell ionisations

Lőkös Sándor: Mérési adatok automatikus feldolgozásának lehetőségei a Nuclear Data 50/50 rendszeren

Dr. Balogh Kadosa: Argonkivonó és tisztitó berendezés K/Ar kormeghatározáshoz

Dr. Bozóky László /Országos Onkológiai Intézet, Budapest/: Beszámoló a III. Nemzetközi Orvosfizikai Kongresszusról

Dr. Medveczky László: A neutronészlelés aktuális problémái a sugárvédelmi, biológiai és orvosi alkalmazásban

Dr. Matts Roos /University of Helsinki/: Hyperon beta-decays and the Cabibbo theory

R. Dzsolosz /EAI, Dubna/: Az atommagok kollektiv modelljei

O. V. Szavcsenko /EAI, Dubna/: ^{3}He és ^{34}He fragmensek kiütése könnyü magokból 665 MeV-es protonokkal

Dr. D. J. Millener /Magfizikai Laboratórium, Oxford/: The Oxford heavy ion programme

Dr. Kerék András /Research Institute for Physics, Stockholm/: A kétszeresen mágikus $_{50}Sn^{132}_{82}$ és a szomszédos atommagok spektroszkópiai vizsgálata

Dr. Vatai Endre: A magmatrix elemek hatása a tiltott elektron befogásra /Atlantai /USA/ tanulmányut eredményei/

A. I. Barisnyikof /Fizikai és Energetikai Intézet Obnyinszk/: Compound magok paramétereinek vizsgálata 10+30 MeV gerjesztési energiánál

E. L. Jadrovszkij /Fizikai és Energetikai Intézet Obnyinszk/: Magállapotok vizsgálata az izobár analóg állapotból kilépő protonok spektrumának és szögeloszlásának tanulmányozása alapján

Dr. Csongor Éva, Dr. Gyarmati Borbála, Dr. Koltay Ede: Beszámoló a müncheni Nemzetközi Magfizikai Konferenciáról

Dr. Medveczky László: Beszámoló a Nemzetközi Sugárvédelmi Társulat /IRPA/ washingtoni kongresszusáról és a kapcsolódó intézetlátogatásokról

Dr. Bay Zoltán /National Bureau of Standards, Washington/: Fényrezgésszámok mérése és az egyesitett tér-idő mértékrendszer

Dr. Kiss Árpád, Dr. Koltay Ede, Dr. Meskó László, Dr. Szabó Gyula, Végh László: Folyamatban lévő vizsgálatok és első eredmények a Van de Graaff generátornál

M. F. Raynal /Saclay/: Spin-pálya kölcsönhatás szerepe a rugalmatlan protonszórásban

Dr. Fényes Tibor: Beszámoló a dubnai Egyesitett Atomkutató Intézet Alacsony Energiáju Fizikai Tudományos Tanácsának XVII. ülésszakáról

Hock Gábor: Beta és müon spektroszkópiai számitások könnyü magoknál (^{8}He, ^{11}Li, ^{12}Be, ^{10}C, ^{19}F)

Dr. Máthé György: Az ATOMKI-ben kifejlesztett elektronikus nukleáris müszerek

Dr. Pócs Lajos /KFKI/: A nagy energiáju magreakciók elmélete

Dr. Lakatos Tamás: Spektrometriai előerősitők problémái

AZ MTA ATOMMAG KUTATÓ INTÉZETÉNEK PUBLIKÁCIÓI 1973-BAN

BEVEZETÉS

E bibliográfia a következő kiadványcsoportokat tartalmazza:

	oldal
TUDOMÁNYOS PUBLIKÁCIÓK	
CIKKEK	96
DISSZERTÁCIÓK	104
DIPLOMAMUNKÁK	105
SZERKESZTETT MUNKÁK ÉS EGYEBEK	105
TUDOMÁNYOS ELŐADÁSOK	106
ISMERETTERJESZTŐ- ÉS EGYÉB ELŐADÁSOK	114
ISMERETTERJESZTŐ- ÉS EGYÉB KÖZLEMÉNYEK	114

A tudományos publikációkat tartalom szerint a következő tárgykörökbe soroltuk:

I. MAGREAKCIÓK VIZSGÁLATA

13, 14, 19, 54, 65, 66, 67, 68, 72

II. MAGSPEKTRÓSZKÓPIA

8, 16, 20, 22, 25, 47, 48, 58, 59, 61, 62, 63, 64

III. MAGFIZIKAI ESZKÖZÖK ÉS MÓDSZEREK FEJLESZTÉSE

1, 7, 9, 10, 18, 21, 23, 24, 26, 27, 28, 30, 31, 33, 34, 35, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 52, 53, 55, 56, 57, 60, 70, 71, 73, 75, 76

IV. MAGFIZIKAI ÉS RADIOAKTIV MÓDSZEREK ALKALMAZÁSA MÁS TUDOMÁNYOKBAN

2, 3, 11, 12, 15, 29, 32, 36, 37, 38, 51, 74

V. MÁS SZAKTERÜLETEK

4, 5, 6, 17, 49, 50, 69, 77

A közleményekből különlenyomatot, vagy egyéb másolatot, a Könyvtárunkhoz, vagy a szerzőkhöz cimzett kérésekre, a lehetőségek szerint, szivesen küldünk.

TUDOMÁNYOS PUBLIKÁCIÓK

CIKKEK

1. BACSÓ J.

Az MTA Atommag Kutató Intézetében kifejlesztett müszerek. Energia-diszperziv Si/Li röntgen-spektrométer.

Müszerügyi- és Méréstechnikai Közlemények, 69-70 /1973/, 15. szám.

2. BACSÓ J.
BERÉNYI D.
SZALAY S.

Uj eredmények a röntgenfluoreszcencia analizisben és alkalmazásában.

ATOMKI Közlemények, 15, 1-15 /1973/.

3. BALOGH K.
KOVÁCH Á.

A battonyai kvarcporfir korának meghatározása a Rb/Sr módszerrel.

ATOMKI Közlemények, 15, 245-249 /1973/.

4. BERECZ I.
BOHÁTKA S.
RUBECZ M.

Lyukkeresés Orbitron tipusu getter-ion szivattyu segitségével. /Mühelyünkből, laboratóriumunkból./

ATOMKI Közlemények, 15, 155-159 /1973/.

5. BERECZ I.
BOHÁTKA S.
RUBECZ M.

Az MTA Atommag Kutató Intézetében kifejlesztett müszerek. Kvadrupol maradékgáz-analizátor, QMS-300 tip.

Müszerügyi- és Méréstechnikai Közlemények, 70-72 /1973/, 15. szám.

6. BERÉNYI D.

An Analysis of Claims and Available Radioactive Data for Safeguards.

Nuclear Data in Science and Technology. Proceedings of the Symposium on Applications of Nuclear Data in Science and Technology, Paris, 12-16 March, 1973. Vol. 1. Vienna, 1973, International Atomic Energy Agency. /Proceedings Series/ pp. 269-283.

7. BERÉNYI D.
Elementary Calculations on the Optimum Size of the Detector and the Sample at Radioisotope Excited X-Ray Emission Analysis.
ATOMKI Közlemények, 15, 251-257 /1973/.

8. BERÉNYI D.
Inner Shell Ionization in Positron Annihilation.
Proceedings of the International Conference on Inner Shell Ionization Phenomena and Future Application, Apr. 17-22, 1972, Atlanta, Ga. Vol. 3. Oak Ridge, Tenn., 1973, USAEC, Techn. Inform. Center. pp. 2175-2187.

9. BIBÓK GY.
Egycsatornás amplitudó analizátor.
ATOMKI Közlemények, 15, 41-48 /1973/.

10. BIBÓK Gy.
KERTÉSZ Zs.
MÁTHÉ Gy.
PAÁL A.
Univerzális számlálóberendezés magfizikai mérésekhez.
ATOMKI Közlemények, 15, 49-57 /1973/.

11. BORNEMISZA-PAUSPERTL, P.
Determination of Magnesium in Plant Materials.
Journal of Radioanalytical Chemistry, 14, 189-192 /1973/.

12. BORNEMISZA-PAUSPERTL, P.
SZILÁGYI M.
Determination of Titanium by 14 MeV INAA in the Ash of Humic Preparations.
Radiochemical and Radioanalytical Letters, 12, 271-276 /1972/.

13. BRENTANO, P. v.
GYARMATI B.
ZIMÁNYI J.
Prediction of a New Type of Threshold Effects.
Proceeding of the International Conference on Nuclear Physics, Münich, Aug. 27,- Sept. 1., 1973.
Vol. 1. Amsterdam, London, New York, 1973, North-Holland Publ. Co., American Elsevier Publ. Co. p.414.
Physics Letters, B46, 177-179 /1973/.

14. BROWN, R. C.
GRIFFITH, J. A. R.
KARBAN, O.
MESKÓ L.
NELSON, J. M.
ROMAN, S.

Elastic Scattering of 11.6 MeV Vector Polarized Deuterons by ^{14}N, ^{16}O, ^{20}Ne and ^{22}Ne.

Nuclear Physics, A207, 456-464 /1973/.

15. CSONGOR É.

Mérések a légkör radiokripton-tartalmának növekedésére vonatkozóan.

Izotóptechnika, 16, 96-104 /1973/.

16. ДЖОЛОС, Р. В.
MAHUNKA I.
MÁTÉ Z.
FÉNYES T.

Систематика возбужденных уровней нечётных изотопов ртути.

Тезисы докладов XIII совещания по ядерной спектроскопии и теории ядра, Дубна, 19-23 июня 1973 г. Дубна, 1973, ОИЯИ /д6-7094/. стр. 51.

17. FINTA A.

Elektronikus időmérő integrált áramkörökkel.

Fizikai Szemle, 23, 87-89 /1973/.

18. GÁL J.

Lineáris erősitő magfizikai detektorokhoz.

ATOMKI Közlemények, 15, 277-298 /1973/.

19. GYARMATI B.

A Gamow-állapotokról.

Magyar Fizikai Folyóirat, 21, 465-500 /1973/.

20. HOCK G.
OZIEWICZ, Z.

Gamma Neutrino Correlation in Muon Capture in ^{19}F.

Acta Physica Polonica, B4, 43-48 /1973/ No. 1.

21. HORVÁTH L.
KISS I.
KOLTAY E.

Immerziós lencsével kombinált ablakos kvadrupollencse elektronoptikai leirása.

ATOMKI Közlemények, 15, 23-39 /1973/.

22. ILLÉS F.
BERÉNYI D.
SCHADEK J.

A Permanent Magnet Beta-Ray Band--Spectrograph with 75 cm Maximum Radius.

Nuclear Instruments and Methods, 107, 93-97 /1973/.

23. KISS I.
KOLTAY E.
SZALAY, A./S./
SHPAK, E. V.

Line Focused Beam for High Voltage Accelerators.

Nuclear Instruments and Methods, 107, 401-403 /1973/.

24. KOLTAY E.
KISS Á.

Electrostatic Design and Acceleration Tubes in the 5 MV Van de Graaff Generator of the ATOMKI.

Proceedings, International Conference on the Technology of Electrostatic Accelerators, Daresbury, 4-7 May, 1973. Ed. by T. W. Aitken, N. R. S. Tait. Daresbury, 1973, Daresbury Nuclear Physics Laboratory. pp. 200-207.

25. KÖVÉR Á.
BERÉNYI D.
CSONGOR J.

L-Subshell, M- and N-Shell Internal Conversion Ratios of the 391.7 MeV Isomeric Transition of ^{113}In.

Proceedings of the International Conference on Inner Shell Ionization Phenomena and Future Applications, April 17-22, 1972, Atlanta. Vol. 3. Oak Ridge, Tenn., 1973, USAEC. pp. 1868-1875.

26. LŐKÖS S.

Analóg plotter illesztése Nuclear Data gyártmányu, 50/50 tipusu nukleáris adatgyüjtő és feldolgozó rendszerhez.

ATOMKI Közlemények, 15, 95-105 /1973/.

27. LŐKÖS S.
MISKOLCZI J.
TÖRÖK I.

Félautomatikus digitális koordinátamérő mikroszkóp tárolós számlálója.

ATOMKI Közlemények, 15, 125-137 /1973/.

28. LŐKÖS S.
ZOLNAI L.

Rajzolóprogramok többparaméteres függvények ábrázolására. /Az ND 50/50 rendszer programkönyvtárának bővitése. I./

ATOMKI Közlemények, 15, 107-119 /1973/.

29. MEDVECZKY L.

Neutronradiográfia.

Izotóptechnika, 16, 5-15 /1973/.

30. MEDVECZKY L.
NAGY M.
SOMOGYI, G. /Gy./

Some Educational Experiments with Dielectric Track Detectors.

Isotopenpraxis, 9, 224-227 /1973/.

31. MESKÓ L.
VALEK A.

Gáztarget cella magreakciók hatáskeresztmetszetének méréséhez. /Mühelyünkből, laboratóriumunkból./

ATOMKI Közlemények, 15, 61-63 /1973/.

32. MILTÉNYI L.
DÉZSI Z.
VARGHA Gy.
BORNEMISZA-
PAUSPERTL P.
MEDVECZKY L.

Neutronbesugárzás hatása a fehérjék antigenitás-módosulására.

Kisérleti- és klinikai radiológia ujabb eredményei. Szerk. Vargha Gy. Debrecen, 1973, Debreceni Orvostudományi Egyetem Radiológiai Klinika. Jubileumi könyv. pp. 199-201.

33. MÓRIK Gy.
SCHLENK B.
VALEK A.

Elektrongyorsitási tapasztalatok az ATOMKI kaszkádgenerátorán. /Mühelyünkből, laboratóriumunkból./

ATOMKI Közlemények, 15, 323-328 /1973/.

34. NAGY M.

Tapasztalataim a szilárdtest nyomdetektorok középiskolai alkalmazásában.

Debrecen, 1973, Hajdu-Bihar megyei Pedagógus Továbbképző Központ. 47 p. 29 cm. /Hajdu-Bihar megyei Tanács VB Müvelődésügyi Osztálya Pedagógus Továbbképző Intézete. Ujszerü tanulókisérletek és demonstrációk a radioaktivitás és a maghasadás köréből.
Pedagógiai Ujitások, 16. szám/

35. PAUL, D.
SOMOGYI, G. /Gy./
HAUFE, G.

Strahlungsnachweis durch Festkörperspurdetektoren im Rasterelektronenmikroskop.

Isotopenpraxis, 9,133-134 /1973/.

36. SÁMSONI Z.

Növények mintavételével és feldolgozásával kapcsolatos néhány analitikai probléma vizsgálata. I. Mintavétel.

Növénytermelés, 22, 25-34 /1973/.

37. SÁMSONI Z.

Növények mintavételével és feldolgozásával kapcsolatos néhány analitikai probléma vizsgálata. II. A minta apritása.

Növénytermelés, 22, 121-124 /1973/.

38. SÁMSONI Z.
NAGY Z.

A New Method of Evaluating Spectrum Lines Gained with Logarithmic Wedge Sector and Logarithmic Filter.

Proceedings of the Colloquium Spectroscopicum Internationale XVII, Firenze, Sept. 16-22, 1973. Vol. 1. Firenze, 1973, Associazione Italiana di Metallurgia, con il Patrocinio del Consiglio Nationale delle Richerche. pp. 45-50.

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

39. SOMOGYI, G. /Gy./ Effect of Ozone Atmosphere on the Detecting Properties of Plastic Track Recorders.
Radiation Effects, 16, 233-243 /1972/.

40. SOMOGYI, G./Gy./ Influence of Thermal Effects on the Track Registration Characteristics of Plastics.
Radiation Effects, 16, 245-251 /1972/.

41. SOMOGYI,G. /Gy./ NAGY M. Remarks on Fission-Track Dating in Dielectric Solids.
Radiation Effects, 16, 223-231 /1972/.

42. SOMOGYI, G. /Gy./ SZALAY, S. A. Track-Diameter Kinetics in Dielectric Track Detectors.
Nuclear Instruments and Methods, 109, 211-232 /1973/.

43. SZABÓ Gy. Ortogonális ionoptikai rendszerek elsődleges aberrációjának számitása.
ATOMKI Közlemények, 15, 183-193 /1973/.

44. SZABÓ Gy. Paraxial Chromatic Aberration of Asymmetrized Quadrupole Lenses.
Nuclear Instruments and Methods, 106, 61-64 /1973/.

45. SZALAY S . JOST K. Gyors pneumatikus csőposta neutron-aktivációhoz. /Mühelyünkből, laboratóriumunkból./
ATOMKI Közlemények, 15, 317-319 /1973/.

46. SZALAY S. JOST K. Nagytisztaságu oxigénmentes Zn-preparátum előállitása ZnO-ból. /Mühelyünkből, laboratóriumunkból./
ATOMKI Közlemények, 15, 321-322 /1973/.

47. SZALAY, A. /S./ JOST K. Radiochemical Identification of ^{70}Cu.
Radiochemical and Radioanalytical Letters, 15, 57-63 /1973/.

48. SZALAY, A. /S./ URAY I. Evidence for the Existence of ^{198}Ir.
Radiochemical and Radioanalytical Letters, 14, 135-143 /1973/.

49. SZÉKELY G.
The Computer Programme ALGAMMA for the Analysis of γ-Ray Spectra from Ge(Li) Spectrometers.
ATOMKI Közlemények, 15, 259-272 /1973/.

50. SZÉKELY G.
Spektrumrajzoló programok.
ATOMKI Közlemények, 15,195-207 /1973/.

51. SZILÁGYI M.
The Redox Properties and the Determination of the Normal Potential of the Peat-Water System.
Soil Science, 115, 434-437 /1973/.

52. TÖRÖK I.
Félautomata digitális koordinátamérő mikroszkóp rendszer és vezérlőegysége.
ATOMKI Közlemények, 15, 299-315 /1973/.

53. TÖRÖK I.
Távvezérlő egység a ND-2020 sokcsatornás analizátorhoz. /Mühelyünkből, laboratóriumunkból./
ATOMKI Közlemények, 15, 59-60 /1973/.

54. URAY I.
The New Isotope ^{198}Ir and other Products of the Fast Neutron Reactions of ^{198}Pt.
ATOMKI Közlemények, 15, 161-182 /1973/.

55. URAY I.
Önhordó platina céltárgy készitése gamma-spektroszkópiai vizsgálatokhoz.
ATOMKI Közlemények, 15, 215-216 /1973/.

56. URAY I.
KOVÁCS P.
Relativ hatáskeresztmetszet meghatározás periodikus aktiválás esetén.
ATOMKI Közlemények, 15, 209-213 /1973/.

57. VALEK A.
Mágneses térerősség mérése mag mágneses rezonancia alapján.
Mérés és Automatika, 21, 236-238 /1973/.

58. ВАНДЛИН, Я.
ВАНДЛИН, Т. Б.
ЗАЙЦЕВА, Н. Г.
MAHUNKA I.
MAHUNKA M.
MÁTÉ Z.
ТЫРРОФФ, Х.
FÉNYES T.
ФОМИНЫХ, В. И.
Схема распада ^{195}Tl.
Тезисы докладов XXIII совещания по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра, Тбилиси, 1973 г. Ленинград, 1973, Изд. Наука. стр. 116.
Известия Академии Наук СССР, Серия Физическая, 37, 1804-1812 /1973/.

59. ВАНДЛИК, Я.
ВАНДЛИК, Т. Б.
ЗАЙЦЕВА, Н. Г.
MAHUNKA I.
MAHUNKA M.
MÁTÉ Z.
ТЫРРОФФ, Х.
FÉNYES T.
ФОМИНЫХ, В. И.

Схема распада ^{197}Tl.

Тезисы докладов XXIII совещания по ядерной спектроскопии и структуре атомного ядра, Тбилиси, 1973 г. Ленинград, 1973, Изд. Наука. стр. 117.

Известия Академии Наук СССР, Серия Физическая, 37, 1796-1803 /1973/.

60. VARGA D.

Пропорциональный счетчик чувствительный к месту попадания частиц.

ATOMKI Közlemények, 15, 17-21 /1973/.

61. VATAI E.

Note on the Approximations in the Calculation of the Exchange and Overlap Corrections in Electron Capture.

ATOMKI Közlemények, 15, 225-227 /1973/.

62. VATAI E.

Exchange-Overlap Calculations in Orbital Electron Capture.

Proceedings of the International Conference on Inner Shell Ionization Phenomena and Future Applications, April 17-22, 1972, Atlanta. Vol. 3. Oak Ridge, Tenn., 1973, USAEC. pp. 1957-1964.

63. VATAI E.

On the Role of Nuclear Matrix Elements in Non-Unique Forbidden Electron Capture Ratios.

Nuclear Physics, A212, 413-423 /1973/.

64. VATAI E.
UJHELYI Cs.

Halflife of ^{7}Be in $Be_2P_2O_7$ and in the Solution of $BeCl_2$.

Proceedings of the International Conference on Inner Shell Ionization Phenomena and Future Applications, April 17-22, 1972, Atlanta. Vol. 3. Oak Ridge, Tenn., 1973, USAEC. pp. 2030-2034.

65. VERTSE T.

A Computer Program for the Calculation of the Complex Energy Eigenvalues and the Non-Normalised Wave Functions of a Resonant States in an Optical Potential.

Oxford, 1973, Oxford University, Nuclear Physics Theoretical Group. Report No. 45. 10/5/ p.

66. VERTSE T. A Computer Program for Solving the Complex Energy Eigenproblem in an Optical Potential.
Oxford, 1973, Oxford University, Nuclear Physics Theoretical Group. Report No. 47 /New Version./ 15/2/p.

67. VERTSE T. Rugalmatlan folyamatok részecske átadó reakciókban. /Összefoglaló közlemény./
ATOMKI Közlemények, 15, 139-154 /1973/.

68. VÉGH L. Az R-mátrix elmélet alkalmazása rezonancia reakciók kiértékelésére.
ATOMKI Közlemények, 15, 229-244 /1973/.

69. ZOLNAI L. Programozható ferrit háttérmemória felhasználása a FOCAL'69 programnyelvben. /Az ND 50/50 rendszer Programkönyvtárának bővitése II./
ATOMKI Közlemények, 15, 273-276 /1973/.

DISSZERTÁCIÓK

Akadémiai doktori disszertáció

70. KOLTAY E. Vizsgálatok elektrosztatikus gyorsitóberendezések néhány fizikai problémájával kapcsolatban.
Akadémiai doktori disszertáció. Debrecen, 1972, MTA Atommag Kutató Intézete, 155 p. 30 cm.

Kandidátusi disszertáció

71. SZABÓ Gy. Aszimmetrikusan táplált kvadrupollencsék aberrációja.
Kandidátusi disszertáció. Debrecen, 1973, MTA Atommag Kutató Intézete, 171 p. 30 cm.

Egyetemi doktori disszertáció

72. LOVAS R.

Rezonáns végállapotok leirása stripping reakciókban.

Egyetemi doktori disszertáció. Debrecen, 1973,MTA Atommag Kutató Intézete. 145 p. 30 cm.

DIPLOMAMUNKÁK

73. DO BAN AN

Belső fékezési sugárzás tanulmányozására tervezett mágneses eltéritő rendszer bemérése.

Diplomamunka. Témavezető: Berényi D.

Debrecen, 1973, MTA Atommag Kutató Intézete. 32 p. 30 cm.

74. GÁLOSI L.

A röntgenfluoreszcencia analizis alkalmazása uránkoncentráció meghatározására.

Diplomamunka. Témavezető: Bacsó J.

Debrecen, 1972/73, MTA Atommag Kutató Intézete. 61 p. 30 cm.

75. LY THI LAN

Tömegspektrométerek ionáramának mérése.

Diplomamunka. Témavezető: Kovách Á.

Debrecen, 1973, MTA Atommag Kutató Intézete. 56 p. 30 cm.

76. TRUONG THI AN

Fékezési sugárzás mérések Van de Graaff generátor gyorsitócsövében lezajló folyamatok tanulmányozására.

Diplomamunka. Témavezető: Koltay E.

Debrecen, 1973, MTA Atommag Kutató Intézete. 59 p. 30 cm.

SZERKESZTETT MUNKÁK ÉS EGYEBEK

77. DARÓCZY S.
PÁZSIT Á.
PETŐ G.
SOMOGYI Gy.

Fizikai gyakorlatok.

/Debrecen/, 1973, Kossuth Lajos Tudományegyetem Természettudományi Kar, Kisérleti Fizikai Tanszék. 76 p. 20 cm.

TUDOMÁNYOS ELŐADÁSOK

1. BACSÓ J.

Si/Li röntgen-spektrométer és alkalmazásai REA-i és magfizikai méréseknél.

II. Magyar Magfizikus Találkozó. ATOMKI rendezésében. Kossuth Lajos Tudományegyetem, Debrecen, 1973, jun. 6.

2. BACSÓ J.
BALOGH K.
KIRÁLY J.

Kőzetek rubidium és stroncium tartalmának meghatározása rádioizotóp röntgenemissziós analitikai módszerrel.

MTA Ráadioanalitikai Munkabizottság ülése, Budapest, 1973. ápr. 5.

3. BACSÓ J.
BERÉNYI D.

Uj fejlődési irányok a röntgen-emissziós analizisben.

MTA Radioanalitikai Munkabizottsága és a Magyar Kémikusok Egyesülete Radioanalitikai Szakcsoportja rendezésében, munkaértekezlet. Vegyipari Egyetem Radiokémia Tanszék, Veszprém, 1973. okt.4.

4. BERECZ I.

Tapasztalatok az ATOMKI-ben készitett Orbitron-tipusu getter-ion szivattyuval.

Eötvös Loránd Fizikai Társulat, Vákuum- és Vékonyrétegfizikai Szakcsoportja, Budapest, 1973. márc. 19.

5. BERÉNYI D.

An Analysis of Claims and Available Radioactive Data for Safeguards.

International Atomic Energy Agency, Symposium on Applications of Nuclear Data in Science and Technology, Paris, 12-16 March, 1973.
/Konferencia anyag: IAEA/SM-170/

6. BERÉNYI D.

Az elektronspektroszkópia alkalmazása a fémfizikában.

Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Debreceni Csoportja rendezésében. Kossuth Lajos Tudományegyetem Alkalmazott Fizikai Tanszék, Debrecen, 1973. nov. 13.

7. BERÉNYI D. — Elemi megfontolások az optimális elrendezésről radioizotóp gerjesztéses röntgen-emissziós analizisnél.

MTA Radioanalitikai Munkabizottsága és a Magyar Kémikusok Egyesülete, Radioanalitikai Szakcsoportja rendezésében, munkaértekezlet. Vegyipari Egyetem Radiokémiai Tanszék, Veszprém, 1973. okt. 4. /Megtartotta: Kis Varga M./

8. BERÉNYI D. — Eredmények és lehetőségek a kémiai szerkezet és felületanalizisben az ESCA segitségével.

MTA Izotóp Intézete, Szeminárium. Budapest, 1973. nov. 20.

9. BERÉNYI D. — Az ESCA alkalmazása a biológiai tudományokban.

A Debreceni Orvostudományi Egyetem Biofizikai Intézetében, Debrecen, 1973. dec. 17.

10. BERÉNYI D. — Magadatok az atomsorompó ellenőrző szolgálatban. /Safeguards/

MTA Izotóp Intézete, Budapest, 1973. ápr. 17.

11. BERÉNYI D. — Távlatok és tendenciák a magfizikai kutatásban.

Eötvös Loránd Fizikai Társulat vándorgyülése, Szeged, 1973. aug. 23.

12. BIBÓK Gy. — Ядерные приборы, разработанные в Институте Ядерных Исследований Венгерской Академии Наук.

ДНИ Венгерской Экономики и Техники в СССР, Новосибирск, 1973 окт. 10.

13. BOHÁTKA S. — Az ATOMKI-ben készitett kvadrupol maradékgáz-analizátor ismertetése.

Eötvös Loránd Fizikai Társulat, Vákuum- és Vékonyrétegfizikai Szakcsoportjának rendezésében. Budapest, 1973. márc. 19.

14. DARÓCZY S.
GERMÁN E.
NAGY S.
RAICS P.
KÖVÉR L. — Ge(Li) detektor alkalmazása a hasadási termékek tömeg- és töltéseloszlásának vizsgálatára.

II. Magyar Magfizikus Találkozó. ATOMKI rendezésében. Kossuth Lajos Tudományegyetem, Debrecen, 1973. jun. 5.

15. ДЖОЛОС, Р. В.
MAHUNKA I.
MÁTÉ Z.
FÉNYES T.

Систематика возбужденных уровней нечётных изотопов ртути.

Доклад на XIII совещании по ядерной спектроскопии и теории ядра, Дубна, 1973 г. 19-23 июня.

16. FÉNYES T.

"On-line" magspektroszkópia.

II. Magyar Magfizikus Találkozó. ATOMKI rendezésében. Kossuth Lajos Tudományegyetem, Debrecen, 1973. jun. 6.

17. FÉNYES T.

Javaslatok a magyarországi magfizikai kutatások fejlesztésére.

II. Magyar Magfizikus Találkozó. ATOMKI rendezésében. Kossuth Lajos Tudományegyetem, Debrecen, 1973. jun. 8.

18. FÉNYES T.

Выступления на I-ой сессии комитета по структуре ядра учённого совета по физике низких энергий ОИЯИ. Дубна, ОИЯИ, 1973 г., апрель 17-19.

19. FÉNYES T.

Выступления на XVII. сессии учённого совета по физике низких энергий, Дубна, ОИЯИ, 1973 г., октябрь 23-26.

20. FÉNYES T.

Выступления на XVI. сессии учённого совета по физике низких энергий, Дубна, ОИЯИ, 1973 г. апрель 25-27.

21. FÉNYES T.
MAHUNKA I.
MÁTÉ Z.

Investigation of Nuclei far from the Stability Region. Properties of the Light Hg Isotopes.

Proceedings of Finnish Summer School in Nuclear Physics, Liperi, June 11-16, 1973.

22. GYARMATI B.

Use of Gamow Functions for the Description of Resonant States. Seminar.

Forskningsinstitutet för Atomfysik. Roslagsvägen Stochkolm, 1973. 12 Febr.

23. HUNYADI I.

The Use of Solid State Track Detectors for Angular Distribution Measurements of Alpha-Particles Emitted from (d,α) and (^{3}He,α) Nuclear Reactions.

Cracow-Rossendorf Seminar, Zentralinstitut für Kernforschung, Rossendorf, /NDK/, 1973. márc. 22.

24. HUNYADI I.
VALEK A.

$^{14}N(d,p)$ és $^{14}N(d,\alpha)$ magreakciók vizsgálata kaszkád generátorral.

II. Magyar Magfizikus Találkozó. ATOMKI rendezésében. Kossuth Lajos Tudományegyetem, Debrecen, 1973. jun. 6.

25. KÁDÁR I.

The Production of High Centrifugal Fields. Seminar.

University of Kyoto, Radioisotope Research Center, Institute for Chemical Research, Shimizu Laboratory, Kyoto, 1973. okt. 20.

26. KISS Á.

Van de Graaff generátorok alkalmazása mikroanalitikai feladatokban.

II. Magyar Magfizikus Találkozó. ATOMKI rendezésében. Kossuth Lajos Tudományegyetem, Debrecen, 1973. jun. 4.

27. KIS VARGA M.
BACSÓ J.

Sok-komponensü minták összetevőinek meghatározása félvezető detektoros röntgenemissziós analizissel.

MTA Radioanalitikai Munkabizottsága és a Magyar Kémikusok Egyesülete Radioanalitikai Szakcsoportja rendezésében, munkaértekezlet. Vegyipari Egyetem Radiokémiai Tanszék, Veszprém, 1973. okt. 4.

28. KOLTAY E.

Report on the Present Status of the Accelerator Laboratory in the ATOMKI.

Cracow-Rossendorf Seminar. Zentralinstitut für Kernforschung, Rossendorf, /NDK/ 1973. márc. 22.

29. KOLTAY E.
KISS Á.

Electrostatic Design and Acceleration Tubes in the 5 MV Van de Graaff Generator of the ATOMKI.

International Conference on the Technology of Electrostatic Accelerators, Daresbury, 4-7 May, 1973.

30. KÖVÉR Á.

Interdiszciplináris magspektroszkópiai kutatások.

II. Magyar Magfizikus Találkozó. ATOMKI rendezésében. Kossuth Lajos Tudományegyetem, Debrecen, 1973. jun. 6.

31. LOVAS I.
VÉGH L.

Three-Body Approach to the Effective Nucleon-Nucleon Interaction.

Conference on the Correlations in Nuclei. Org. by Eötvös Loránd Fizikai Társulat. Balatonfüred. 1973. szept. 3-8.

32. LOVAS R.

(p,n) Reactions to the Isobaric Analogue State. Seminar.

Oxford University, Nuclear Physics Laboratory, Oxford, 1973. aug. 8.

33. MATHÉ Gy.

Energiamérési problémák a magspektroszkópiában.

II. Magyar Magfizikus Találkozó. ATOMKI rendezésében. Kossuth Lajos Tudományegyetem, Debrecen, 1973. jun. 6.

34. MATHÉ Gy.

Speciális magspektroszkópiai elektronikus müszerek az ATOMKI-ben.

MTA Központi Fizikai Kutató Intézete, Budapest, 1973, ápr. 25.

35. MEDVECZKY L.

Az ATOMKI kutatási területei és főbb eredményei.

Ujitó és Kisérletező Pedagógusok Országos Ankétja. ATOMKI, Debrecen, 1973. máj. 22.

36. MEDVECZKY L.

Beszámoló a Nemzetközi Sugárvédelmi Társulat /IRPA/ washingtoni kongresszusáról és a kapcsolódó intézeti látogatásokról.

Eötvös Loránd Fizikai Társulat Debreceni Csoportjának rendezésében. Debrecen, 1973. okt. 18.

37. MEDVECZKY L.

Neutron észlelés aktuális problémái a sugárvédelmi, biológiai és orvosi alkalmazásban.

Eötvös Loránd Fizikai Társulat Debreceni Csoportjának rendezésében. Debrecen, 1973. máj. 24.

38. MEDVECZKY L.
PREDMERSZKY T.

Beszámoló az IRPA III. Nemzetközi Sugárvédelmi Kongresszusáról /Washington, D.C., 1973. szept. 9-14./.

Eötvös Loránd Fizikai Társulat Sugárvédelmi Szakcsoportja és Méréstechnikai

és Automatizálási Tudományos Egyesület Kórháztechnikai Szakosztály Radiológiai Szakcsoportja rendezésében. Budapest, 1973. nov. 19.

39. NAGY M.

Szilárdtest nyomdetektorok radioaktiv sugárzások kimutatására.

Eötvös Loránd Fizikai Társulat rendezésében. Zalaegerszeg, 1973. ápr. 28.

40. NAGY M.

Szilárdtest nyomdetektorok alkalmazása a radioaktivitás és a maghasadás kimutatására.
/Az ATOMKI-ben kidolgozott oktatási kisérletek bemutatása./

Ujitó és Kisérletező Pedagógusok Országos Ankétja, ATOMKI, Debrecen, 1973. máj. 22..

41. NAGY M.

Ujszerü tanulókisérletek és demonstrációk a radioaktivitás és a maghasadás köréből.

IV-V. éves tanárszakos hallgatók speciálkollégiuma. Kossuth Lajos Tudományegyetem Kisérleti Fizikai Intézete, Debrecen, 1973. márc. 1.

42. PÁZSIT Á.
PETŐ G.
JÓZSA I.
CSIKAI Gy.
BACSÓ J.

Измерение сечения реакций $Rh^{103}(nn')$ Rh^{103m} при энергии нейтронов 14.8 MeV и 2.7 MeV и источников Pn-Be и Cf.

II. Всесоюзная конференция по нейтронной физике, Киев, 28 Мая - 1 июня 1973 г.

43. SÁMSONI Z.
NAGY Z.

A New Method of Evaluating of Spectrum Lines Gained with Logarithmic Wedge Sector and Logarithmic Filter.

XVII. Colloquium Spectroscopicum Internationale, Firenze, 1973. Szept. 16-22.

44. SCHLENK B.
SOMOGYI Gy.

Elektronbesugárzás hatása plasztik nyomdetektorokra.

II. Magyar Magfizikus Találkozó. ATOMKI rendezésében. Kossuth Lajos Tudományegyetem, Debrecen, 1973. jun. 6.

45. SOMORJAI E.

Present State of the $^{24}Mg(\alpha,\gamma)^{28}Si$ Work. Seminar.
Fysisch Laboratorium Rijksuniversiteit, Utrecht, 1973. febr. 5.

46. SZALAY, A. /S./

Retention of Micronutrient Cations by Humic Acids and Deficiency of Plants on Peat Soils.

6th International Meeting on Organic Geochemistry, Sept 18-21, 1973, Rueil-Malmaison /Paris/, The Geochemical Society, Organic Geochemistry Division, European Branch.

47. SZALAY S.

Az urán dusulástól a környezet kutatásáig.

II. Magyar Magfizikus Találkozó. ATOMKI rendezésében. Kossuth Lajos Tudományegyetem,Debrecen, 1973. jun. 4.

48. ВАНДЛИК, Я.
ВАНДЛИК, Т. Б.
ЗАЙЦЕВА, Н. Г.
MAHUNKA I.
MAHUNKA M.
MÁTÉ Z.
ТЫРРОФФ, Х.
FÉNYES T.
ФОМИНЫХ, В. И.

Возбужденные состояния ^{195}Hg при распаде ^{195}Tl.

Доклад на семинаре ОЯС и РХ, ЛЯП, ОИЯИ. Дубна, 1973 г. Март. 7.

49. ВАНДЛИК, Я.
ЗАЙЦЕВА, Н. Г.
MAHUNKA I.
MÁTÉ Z.
ТЫРРОФФ, Х.
FÉNYES T.

Исследование распада протонов ^{193}Tl и ^{191}Tl.

Доклад на семинаре ОЯС и РХ, ЛЯП, ОИЯИ, Дубна, 1973 г. ноябрь 15.

50. VARGA D.

Instrumentális kutatások és ipari alkalmazások a magspektroszkópiában.

II. Magyar Magfizikus Találkozó. ATOMKI rendezésében. Kossuth Lajos Tudományegyetem,Debrecen, 1973. jun. 6.

51. VATAI E.

Decay of ^{85}Sr.

School of Chemistry, Georgia Institute of Technology, Atlanta, 1973. jun. 27.

52. VATAI E.

Determination of Nuclear Matrix Elements from Electron Capture Ratios. Seminar.

Georgia Institute of Technology Chemistry Department, Atlanta, Georgia, USA. 1973. márc. 21.

Emory University, Physics Department, Atlanta, Georgia, USA, 1973. máj. 4.

Georgia State University, Physics Department, Atlanta, Georgia, USA. 1973. máj. 7.

University of Oregon, Physics Department, Eugene, Oregon, USA. 1973. máj. 29.

53. VATAI E.

Physics in Hungary.

Physics Department, University of Oregon, Eugene, Oregon, USA. 1973. máj. 29.

54. VATAI E.

Recent Investigations in Nuclear Physics in the Institute of Nuclear Research, Debrecen, Hungary.

Georgia Institute of Technology, School of Chemistry, Atlanta, Georgia, USA. 1973.jan. 25.

55. VATAI E.

The Role of Nuclear Matrix Elements in Electron Capture Ratios.

University of Oregon, Physics Department, Eugene, Oregon, USA. 1973. máj. 29.

56. VERTSE T.

Rugalmatlan folyamatok vizsgálata a $^{19}F(^{3}He,d)^{20}Ne$ és $^{20}Ne(d,^{3}He)^{19}F$ reakciókban.

MTA Központi Fizikai Kutató Intézete, Részecske- és Magfizikai Kutatási Területén /RÉMKUT/, Budapest, 1973. dec. 12.

57. VERTSE T.

Direkt és féldirekt reakciók elméleti vizsgálata.

II. Magyar Magfizikus Találkozó. ATOMKI rendezésében. Kossuth Lajos Tudományegyetem,Debrecen, 1973. jun. 4.

58. VÉGH L.

Magreakciós vizsgálatok az ATOMKI Van de Graaff generátorain.

II. Magyar Magfizikus Találkozó. ATOMKI rendezésében. Kossuth Lajos Tudományegyetem,Debrecen, 1973. jun. 4.

59. ZIMÁNYI J.
GYARMATI B.

Very Extended /Puffy/ States.

Conference on the Correlations in Nuclei. Org. by Eötvös Loránd Fizikai Társulat. Balatonfüred, 1973. szept. 3-8.

ISMERETTERJESZTŐ- ÉS EGYÉB ELŐADÁSOK

1. BERÉNYI D. — Atomfizikai információk a magfizikában.
   Kossuth Lajos Tudományegyetem Kísérleti Fizikai Intézete, hallgatók részére, Debrecen, 1973. febr. 15.

2. BERÉNYI D. — Nukleáris jelenünk és jövőnk.
   Eötvös Loránd Fizikai Társulat rendezésében, Budapest, 1973. máj. 28.

3. BERÉNYI D. — Quo vadis magfizika?
   KFKI, ATOMKI közös szemináriuma keretében. MTA Központi Fizikai Kutató Intézete, Budapest,1973. febr. 21.

4. SZALAY S. — "Életünk minősége" c. rádiósorozat debreceni hangfelvételén, kerekasztal beszélgetés.
   A Természettudományi Ismeretterjesztő Társulat és a Magyar Rádió Televízió rendezésében. Debrecen, 1973. jan. 22.

5. SZALAY S. — "Megnyitó beszéd" a "Nuclear Interactions" c. nemzetközi konferencián, Balatonfüred, 1973. szept. 3-8.

ISMERETTERJESZTŐ- ÉS EGYÉB KÖZLEMÉNYEK

1. BERÉNYI D. — "S. Deme: Semiconductor Detectors for Nuclear Radiation Measurement. Budapest, 1971, Akadémiai K." Könyvismertetés.
   Fizikai Szemle, 23, 96 /1973/.

2. BERÉNYI D. — Drága-e a magfizikai kutatás?
   Fizikai Szemle, 23, 224-226 /1973/.

3. BERÉNYI D. — "Koch F. és Heinrich L.: Hogyan oldjuk meg a fizika-feladatokat? Editura Didactica si Pedagogica, Bucaresti, 1972." Könyvismertetés.
   Fizikai Szemle, 23, 320 /1973/.

4. BERÉNYI D. Konferencia a magfizika és a nukleáris tudományok távlatairól és alkalmazásairól.
Fizikai Szemle, 23, 190-192 /1973/.

5. BERÉNYI D. Kvázi-molekulák és kvázi-atomok.
Fizikai Szemle, 23, 127-128 /1973/.

6. BERÉNYI D. Kvázi-molekulák és kvázi-atomok.
Természet Világa, 104, 107 /1973/.

7. BERÉNYI D. II. Magyar magfizikus találkozó. Debrecen, 1973. jun. 4-8.
Fizikai Szemle, 23, 255 /1973/.

8. BERÉNYI D. Szerződjünk - ne szerződjünk? /Megjegyzések a kutatási szerződésekkel kapcsolatban./
Fizikai Szemle, 23, 194 /1973/.

9. BERÉNYI D. Több évszázados differenciálódási folyamat után a természettudományokban bizonyos integrálódási tendenciák jelentkeznek.
Magyar Tudomány, 18, 734-736 /1973/.

10. BERÉNYI D. "Tulkutatott"-e a magfizika?
Fizikai Szemle, 23, 64-66 /1973/.

11. MÁTHÉ Gy. Sima golyó az atom közepén? "Öntési hibák" az atommagban.
Delta, 7, 21-23 /1973/.

NEM INTÉZETI SZERZŐK

BRENTANO, P. v.	Institut für Kernphysik der Universität zu Köln, Germany.
BROWN, R. C.	Department of Physics, University of Birmingham, England.
CSIKAI Gy.	Kossuth Lajos Tudományegyetem Kisérleti Fizikai Intézete, Debrecen.
CSONGOR J.	Debreceni Orvostudományi Egyetem Központi Kutató Laboratóriuma, Debrecen.
DARÓCZY S.	Kossuth Lajos Tudományegyetem Kisérleti Fizikai Intézete, Debrecen.
DÉZSI Z.	Debreceni Orvostudományi Egyetem Radiológiai Klinika, Debrecen.
DZSOLOSZ, R. V. ДЖОЛОС, Р. В.	Объединенный Институт Ядерных Исследований, Дубна.
FINTA A.	Kaffka Margit Gimnázium, Budapest.
FOMINÜH, V. I. ФОМИНЫХ, В. И.	Объединенный Институт Ядерных Исследований, Дубна.
GERMÁN E.	Magyar Tudományos Akadémia Izotóp Intézete, Budapest.
GRIFFITH, J. A. R.	Department of Physics, University of Birmingham, England.
HAUFE, G.	Bereich Experimentalphysik, Technische Universität, Dresden /DDR/.
HORVÁTH L.	Kossuth Gimnázium, Sátoraljaujhely.
ILLÉS F.	Kossuth Lajos Tudományegyetem Kisérleti Fizikai Intézete, Debrecen.
JÓZSA I.	Borsodi Vegyi Kombinát, Kazincbarcika.
KARBAN, O.	Department of Physics, University of Birmingham, England.
KIRÁLY J.	VIDEOTON Fejlesztési Intézet, Budapest.
LOVAS I.	Institut für Kernphysik, Kernforschungsanlage, Jülich, /BRD/.
MAHUNKA M.	Debreceni Orvostudományi Egyetem Központi Kutató Laboratóriuma, Debrecen.
MILTÉNYI L.	Debreceni Orvostudományi Egyetem Radiológiai Klinika, Debrecen.

MISKOLCZY J.	Magyar Tudományos Akadémia Központi Fizikai Kutató Intézete, Budapest.
NAGY M.	Református Gimnázium, Debrecen.
NAGY S.	Kossuth Lajos Tudományegyetem Kisérleti Fizikai Intézete, Debrecen.
NAGY Z.	Debreceni Orvostudományi Egyetem Központi Kutató Laboratóriuma, Debrecen.
NELSON, J. M.	Department of Physics, University of Birmingham, England.
OZIEWICZ, Z.	Instytut Fizyki Teoreticznej Uniwersytet Wrocławski, Wrocław, Poland.
PAUL, D.	Institut für Polymerenchemie der Deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Teltow-Seehof, /DDR/.
PÁZSIT Á.	Kossuth Lajos Tudományegyetem, Kisérleti Fizikai Intézete, Debrecen.
PETŐ G.	Kossuth Lajos Tudományegyetem, Kisérleti Fizikai Intézete, Debrecen.
PREDMERSZKY T.	Országos "Frederic Joliot Curie" Sugárbiológiai és Sugáregészségügyi Kutató Intézet, Budapest.
RAICS P.	Kossuth Lajos Tudományegyetem Kisérleti Fizikai Intézete, Debrecen.
ROMAN, S.	Department of Physics, University of Birmingham, England.
SHPAK, E. V.	A. F. Ioffe Physics-Technical Institute, U.S.S.R. Academy of Sciences, Leningrad, U.S.S.R.
SZALAY S. A.	Eötvös Loránd Tudományegyetem Atomfizikai Intézete, Budapest.
TÜRROFF, H. ТИРРОФФ, Х.	Объединенный Институт Ядерных Исследований, Дубна
VANDLIK J.	Magyar Tudományos Akadémia Központi Fizikai Kutató Intézete, Budapest.
VANDLIK, T. B. ВАНДЛИК, Т. Б.	Magyar Tudományos Akadémia Központi Fizikai Kutató Intézete, Budapest.
VARGHA Gy.	Debreceni Orvostudományi Egyetem Radiológiai Klinika, Debrecen.
ZAJCEVA, N. G. ЗАЙЦЕВА, Н. Г.	Объединенный Институт Ядерных Исследований, Дубна.
ZIMÁNYI J.	Magyar Tudományos Akadémia Központi Fizikai Kutató Intézete, Budapest.

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

Az ATOMKI KÖZLEMÉNYEK évenként több számban jelenik meg. Tudományos intézeteknek cserepéldányképpen vagy kérésükre dijtalanul megküldjük, kötelezettség nélkül. Magánszemélyeknek esetenkénti kérésére 1-1 számot vagy különlenyomatot szivesen küldünk. Ilyen irányu kéréseket az intézet könyvtárszolgálatához kell irányitani. /ATOMKI, 4001 Debrecen, Postafiók: 51./

Szerkesztő Bizottság: Szalay Sándor elnök, Gyarmati Borbála titkár, Berényi Dénes, Csikai Gyula, Medveczky László.

Kiadja a
Magyar Tudományos Akadémia
Atommag Kutató Intézete
D e b r e c e n

A kiadásért és szerkesztésért felelős
Szalay Sándor az Intézet igazgatója

Példányszám: 500
1974/1.

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

ATOMKI

СООБЩЕНИЯ

ТОМ 16 №1

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ стр.

Т. Старичкаи, Счетчики импульсов для ядерно-физических измерений 1

Л. Золнаи, Язык программирования FOCAL'69 ориентированный на периферию /Расширение библиотеки-программ системы ND 50/50 III./ 13

Д. Берени, Современное состояние метода ESCA /Обзорная статья/ 27

ПО МАСТЕРСКИМ И ЛАБОРАТОРИЯМ

З. Шамшони, И. Гал, Дь. Морик, Электронный прибор для быстрого и объективного анализа плотности "клиновых спектров" 77

И. Терек, Усовершенствование блока дистанционного управления многоканального анализатора 85

ИНСТИТУТСКИЕ ИЗВЕСТИЯ 87

БИБЛИОГРАФИЯ СООБЩЕНИЙ ИЗДАННЫХ ИНСТИТУТОМ В 1973 ГОДУ 95

ATOMKI

BULLETIN

Volume 16 Number 1

CONTENTS

SCIENTIFIC PAPERS Page

T. Sztaricskai, Pulse counters for nuclear physical measurements 1

L. Zolnai, Peripheral oriented FOCAL'69 /Extension of the program library of ND 50/50 system, III./ 13

D. Berényi, The present state of the ESCA method /Review/ 27

FROM OUR WORKSHOP AND LABORATORY

Z. Sámsoni, J. Gál, Gy. Mórik, Electronic densitometer for the rapid evaluation of "wedge-spectra" 77

I. Török, Further development of a remote control unit for multichannel analyser 85

NEWS OF THE INSTITUTE 87

BIBLIOGRAPHY OF REPORTS PUBLISHED BY THIS INSTITUTE IN 1973 95

310.565

2

ATOMKI KÖZLEMÉNYEK

16. kötet 2 szám

MTA
ATOMMAG KUTATÓ INTÉZETE
DEBRECEN

1974.

539 HU ISSN 0004-7155

ATOMKI KÖZLEMÉNYEK

16. kötet 2 szám.

TARTALOMJEGYZÉK

TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK	Oldal
Szalay S.: 20 éves az ATOMKI 1954-1974	119
M.H.S.Bakr, Hunyadi I., Schlenk B., Somogyi G., Valek A.: A $^{14}N(d,\alpha)^{12}C$ magreakció vizsgálata az E_d=640-310KeV energiatartományban	123
Mahunka I., Máté Z., Tárkányi F.: EC/β^+ elágazási tényezők a $^{191,193,195,197}Tl$ izotópok bomlásánál	133
M.R.El-Aasser, Z. Awwad: ^{152}Gd első gerjesztett állapotának felezési ideje	141
Szabó Gy.: Aszimmetrikusan táplált kvadrupóllencsék negyedrendü perturbációs karakterisztikus függvénye és a geometriai aberrációs együtthatók "vékonylencse" közelitésben	147
Szabó Gy.: Aszimmetrikusan táplált pszeudosztigmatikus kvadrupól dublettek geometriai aberrációja	165
MÜHELYÜNKBŐL, LABORATÓRIUMUNKBÓL	
Berecz I., Papp I.: 2000 l/s szivóteljesitményü frakcionáló olajdiffuziós szivattyu	175

ATOMKI Közlemények 16 (1974) 119-121.

20 ÉVES AZ ATOMKI
1954 - 1974

SZALAY SÁNDOR

Husz év jelentős idő egy tudományos intézet életében. Átestünk a kutatóképzés és müszaki fejlesztés kezdeti nehézségein, sikerült jelentős felszerelést kapnunk, ha nem is annyit, amennyit szerettünk volna. Az Intézet a szerény indulási létszámról 170 főre nőtt fel és ebben a létszámban 60 kutató és mérnök szerepel. Jelentős részük nem kezdő már, kiállták a következetes, ha nem is kiméletlen tehetségszelekciót, szakemberré értek, és részben a legmagasabb tudományos fokozatokat is elérték.

Ha visszatekintek erre a nagyon fárasztó, feszültségekkel teljes, harcos husz évre, nem tudom elválasztani saját életemtől, amely szorosan egybeforrott az Intézet fejlődésével. Vissza kell tekintenem e husz évet megelőző további tizennyolc évre, amikor mint lelkes fiatal fizikus, már debreceni tanársegéd, egy fél évre ösztöndijat kaptam a Cavendish Laboratóriumba Lord Rutherford mellé, ahol első magfizikusi kiképzésemet nyertem. A Rutherford-iskola tradiciói és szelleme nagyon nagy hatással voltak rám és ez a hatás az ATOMKI fejlődésében és jelen szellemében is erősen visszatükröződik. Amit ott láttam, abból a legfontosabb talán az volt, hogy az intézmény kimagasló erőssége nem a viszonylag egyszerü, nagyrészt házilag készitett felszerelés, hanem a ragyogó szellemi kapacitás volt. Öt élő Nobel-dijas dolgozott akkor egyidejüleg az intézetben, akik örökre beirták nevüket a fizika történetébe (E.Rutherford, J.J. Thomson, F.W.Aston, C.T.R.Wilson, J.D.Cockroft). Nemrég hagyta el akkor a Laboratóriumot a Nobel-dijas J.Chadwick is. Később Cockrofttal egyidejüleg Walton is Nobel-dijat kapott. Talán nem egyedülálló, de rendkivül jellemző volt az intézet szellemére az, hogy a tehetségszelekcióban nem ismertek kompromisszumot. Nem volt helye a középszerüségnek az intézetben. Jellemző volt az intézetre a természet kisérletes megismerésének vágyától áthatott intuitiv kisérletezés szelleme.

A kutatás első számu fegyvere a lelkes és tehetséges agyvelő, amihez persze jó felszerelés is kell, de nem az a legfontosabb. Fontos még, hogy a kutató érezze, hogy egyrészt az a

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

szükebb társadalom, az intézet, amelyben él és a szélesebb társadalom, a nemzet és az emberiség is várja tőle az eredményeket, és szükség esetén számithat a támogatásra. Más szóval: van kinek, kiért dolgoznia.

Hogy a huszas évek után a legkiválóbb hazai fizikusok közül sokan (pl. Wigner Jenő, Szilárd Leó, Teller Ede, Neumann János, Hevesi György, stb.) elhagyták az országot és jelentős részük az Egyesült Államokban kötött ki, az talán nem elsősorban csak anyagi okokra vezethető vissza, hanem a tudományt megbecsülő társadalom és inspirativ légkör keresésére is.

Kicsit nagyzolásnak tünik fel talán, hogy én akkor, mint 26 éves fiatal kutató elhatároztam, hogy rászánom az életem munkáját egy jó kisérletes iskola megalapozására, ahol tehetséges fiatal kutatók olyan légkört és kutatási lehetőségeket találnak, hogy jól érzik magukat és nem kényszerülnek rá a külföldre távozásra. Tulajdonképpen ennek a kissé merész vágyálomnak a beteljesülése az ATOMKI, melyből fennállása óta egyetlen kutató sem távozott véglegesen külföldre.

Amikor hálával gondolok arra a nagy kutatóiskolára, amelyiktől rövid idő alatt nagyon sokat tanultam, - mint összekötő láncszem - most az utánam következő generációval, tanitványaimmal szeretnék foglalkozni, akik jelenleg az ATOMKI gerincét, tudományos vezető gárdáját alkotják és akiknek e tradiciót átadni élethivatásomnak éreztem.

Önkéntelenül egy régi, monarchia korabeli anekdota jut eszembe egy öreg cigányprimásról, akinek semmije sem volt, csak a hegedüje és négy fia. A négy fia között örökségképpen a világot osztotta fel. A legnagyobbnak Budapestet adta, odament cigányprimásnak muzsikálni; a következő Bécset, a harmadik Pozsonyt kapta, majd a primás részvéttel fordult a legkisebb fiához: "te vagy a legkisebb, te már csak a maradékot kapod."

Amikor az Intézet indulását tervezgettem a Kossuth Egyetem Fizikai Tanszékén, az ötvenes évek elején, akkor sem felszerelés, sem pénz, sem lehetőségek nem nagyon voltak, amit fiatal tanitványaim között szétoszthattam volna, igy a magfizikát osztottam ki közöttük mint müvelendő területet. Csikai Gyula a neutronfizikát, a ködkamra fejlesztést és a He-6-os bomlásában keletkező neutrino visszalökő hatásának a fényképezését kapta megkisérlendő feladatul. Berényi Dénesnek a magspektroszkópia jutott és a toroid szektor tipusu betaspektrométer kifejlesztése, melynek ötlete itt született meg. Koltay Ede a gyorsitófejlesztést kapta: a Van de Graaff-tipusu elektrosztatikus gyorsitó látszott Magyarországon megvalósithatónak. Ahogy az Intézet bővült, mások is kaptak feladatokat, de attól félek, hogy egy kicsit önzőbb voltam, mint az anekdotabeli cigányprimás, mert ami ezek után még a természettudományból kimaradt, azt magamnak tartottam meg. A szétosztott területeken munkatársaim kitünően beváltak és lényegében többé-kevésbé teljesen magukra hagytam őket már hosszu évek óta. Hogy munkájuk és az egész Intézet munkája milyen eredményes, az abból látszik, hogy az ATOMKI-ból a husz év alatt mintegy ezer tudományos közlemény jelent meg,

ebből 356 nemzetközi folyóiratokban. Az Intézetben készült 39 egyetemi doktori disszertáció; 19 kutató szerezte meg a kandidátusi és 4 a tudományok doktora fokozatot. Az utóbbiak közül kettőt, Berényi Dénest és Csikai Gyulát a Magyar Tudományos Akadémia levelező tagjai sorába választotta. A neutronfizikai osztály Csikai professzorral átment a Kossuth Egyetemre, és ott folytatja értékes munkáját.

Ha visszatekintek most erre a husz plusz tizennyolc esztendőre, akkor azt kell mondanom, hogy a közös munkánkkal megteremtett, objektiven is felmérhető eredményeken kivül sikerült a tudományos alkotás számára annyira elengedhetelen igazi tudományos légkört kialakitani, amelyben kölcsönösen örülni tudunk egymás sikereinek és eredményeinek, és mint egy nagy család vagy baráti kör tagjai egyesült erővel dolgozunk a további sikerekért.

Munkánk eleinte, különösen a megindulás éveiben, nagyon nehéz és mostoha körülmények között folyt, de később egyre több segitséget kaptunk, és ugy érzem, köszönetet kell mondanom annak a társadalomnak, amelyik a tudományt maximálisan megbecsüli, megsegiti, és felismerte a tudomány döntő jelentőségét a civilizáció, az emberi életszinvonal és a termelőerő fejlődésében.

ATOMKI Közlemények 16 (1974) 123-132.

INVESTIGATION OF THE $^{14}N(d,\alpha)^{12}C$ REACTION AT E_d=640-310 keV DEUTERON ENERGIES

M.H.S. BAKR*, I. HUNYADI, B. SCHLENK, G. SOMOGYI and A. VALEK

Angular distributions of the α_0, α_1, α_2 and α_3 groups from the $^{14}N(d,\alpha)^{12}C$ reaction have been measured at deuteron energies 640, 510 and 350 keV using solid state track detectors. Semiconductor detector was used to measure the excitation functions of the α_0 and α_1 groups from the same reaction in the energy range 640-310 keV at Θ_{lab}=90°. The absolute cross-section values are given for the alpha groups investigated. The experimentally obtained angular distributions have been analysed in terms of Legendre polynomials. The measured relative intensity ratios of the α_0, α_1 and α_3 groups could be reproduced by a simple calculation assuming statistical compound reaction mechanism.

A $^{14}N(d,\alpha)^{12}C$ MAGREAKCIÓ VIZSGÁLATA AZ E_d=640-310 keV ENERGIATARTOMÁNYBAN. Szilárdtest nyomdetektor alkalmazásával meghatároztuk a $^{14}N(d,\alpha)^{12}C$ magreakcióból származó α_0, α_1, α_2 és α_3 csoportok szögeloszlását 640, 510 és 350 keV bombázó energiáknál. Az α_0 és α_1 csoportok gerjesztési függvényét 640-310 keV energiatartományban Θ_{lab}=90°-nál félvezető detektorral mértük. A vizsgált α csoportoknál megadtuk az abszolut differenciális hatáskeresztmetszet értékeket. A kisérletileg mért szögeloszlásokra meghatároztuk a Legendre polinomok szerinti sorfejtés együtthatóit. Az α_0, α_1 és α_3 csoportok mért relativ intenzitás arányait statisztikus compound reakció-mechanizmust feltételező egyszerü számolással reprodukálni tudtuk.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕАКЦИИ $^{14}N(d,\alpha)^{12}C$ В ДИАПАЗОНЕ ЭНЕРГИИ E_d=640-310 кэв. Определено угловые распределения и абсолютные сечения групп частиц α_0, α_1, α_2 и α_3 из ядерной реакции $^{14}N(d,\alpha)^{12}C$ с использованием диэлектрических детекторов при бомбардирующих энергиях 640, 510 и 350 кэв. Функции возбуждения групп α_0 и α_1 измерено с помощью полупроводникового детектора в диапазоне энергии 640-310 кэв,

*Permanent address: Atomic Energy Establishment, Cairo, Egypt.

под углом $\theta_{лаб}=90^{\circ}$. Экспериментальные угловые распределения анализировались по полиномам Лежандра. Измеренные отношения интенсивностей групп α_0, α_1 и α_3 воспроизводились простым статистическим расчетом по механизму составного ядра.

1. INTRODUCTION

The angular distributions and excitation functions of different alpha groups from the $^{14}N(d,\alpha)^{12}C$ reaction below 5 MeV deuteron energy have been studied by many authors [1-14]. Most of these authors interpreted their results by compound nucleus mechanism [5, 6, 9-14], but a few of them stressed the importance of the direct contribution in the explanation of the α_0 and α_1 angular distributions [7, 8, 14]. No data are available for the α_0 and α_1 groups below 0,5 MeV, as well as for α_2 and α_3 groups below 1 MeV due to the fact that the reaction cross-sections at these energies are rather low. The extension of these studies towards lower energies could be interesting for the better understanding of this reaction.

By using the solid state track detector /SSTD/ technique the angular distribution studies have been extended to the range of very low bombarding energies compared with the Coulomb barrier. The SSTD technique for the detection of alpha particles produced by nuclear reactions has been elaborated in this laboratory. This method proved to be very suitable for angular distribution measurements of low yield because a complete angular distribution can be obtained with a single irradiation. The technical details and the first applications have been reported in Refs. [15-18].

2. EXPERIMENTAL PROCEDURE

Deuterons were accelerated by the cascade generator of the Institute of Nuclear Research, Debrecen. After passing a 90° magnetic analyser and collimating system the ion beam hit the target placed in the center of the reaction chamber described previously [19] and was collected in a Faraday cup connected to a current integrator. Proton magnetic resonance system was used to measure the energy of the deuteron beam having an energy spread less than 1,5 keV.

For the relative angular distribution measurements a solid adenine ($C_5H_5N_5$) target of sandwich type was used. A thin adenine layer was evaporated onto a nickel backing /$\sim$100 $\mu g/cm^2$/, then it was covered by a copper layer /$\sim$100 $\mu g/cm^2$/ to prevent the escape of adenine during the bombardment. The thickness of adenine was varried from 20 to 80 $\mu g/cm^2$. For absolute excitation function measurements a gas cell filled with air of 20 mmHg pressure was used [20]. Al_2O_3 foil of about 65 $\mu g/cm^2$ thickness

served as an entrance window. In this case the two most energetic alpha groups were detected with semiconductor detector mounted in the vacuum chamber at an angle of 90°. The same detector was used as a monitor for angular distribution measurements performed by SSTD technique.

The method of irradiation and evaluation of the plastic track detectors was similar to that reported in Refs. [17, 18] with the difference that in the present case 200 μm thick polycarbonate /Makrofol-E/ plates were used instead of cellulose acetate to detect the alpha particles. It was shown earlier that besides cellulose nitrate and cellulose acetate polycarbonate is also suitable for the detection of alpha particles [21], but the 30 % KOH etching solution generally used did not result in satisfactory conditions for the track evaluation. By adding C_2H_5OH to a basic solution a significant improvement could be achieved in the track revealing process. Using an etchant of composition 15 g KOH + 45 g H_2O + 40 g C_2H_5OH, excellent properties of the polycarbonate film in the alpha particle detection were obtained [22].

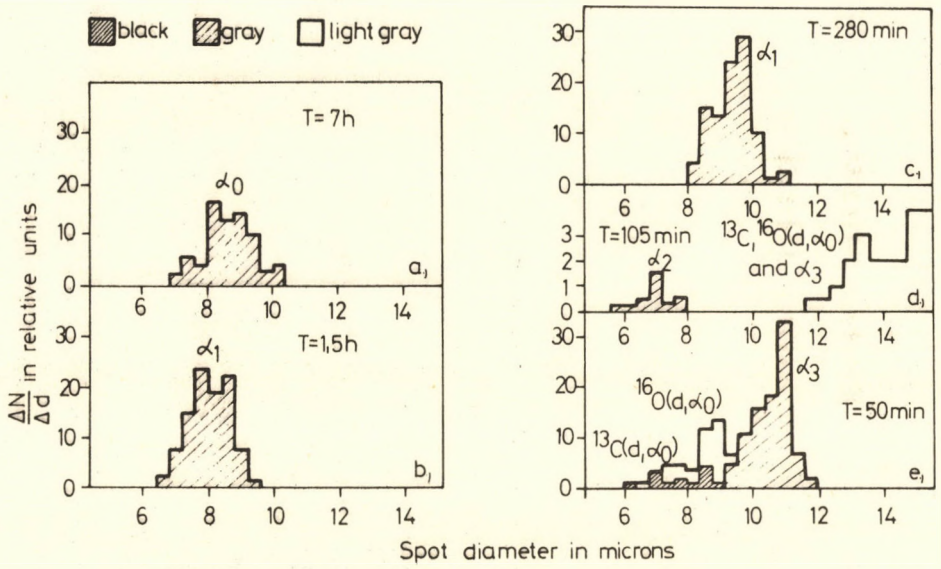


Fig. 1. Diameter distributions of the track holes measured for the four α groups from the $^{14}N(d,\alpha)^{12}C$ reaction at E_d=640 keV and at Θ_{lab}=30°. a/ and b/ were obtained in the first c/, d/ and e/ in the second irradiation.

1.ábra. A $^{14}N(d,\alpha)^{12}C$ magreakció négy α csoportjának mért nyomátmérő eloszlása /E_d=640 keV, Θ_{lab}=30°/. Az a/-t és b/-t az első mérési sorozatnál, a c/, d/ és e/-t a második mérési sorozatnál határoztuk meg.

Рис. 1. Измеренные распределения диаметров треков для четерех групп α частиц из реакции $^{14}N(d,\alpha)^{12}C$ /E_d=640 кэв, $\Theta_{лаб}$=30°/ a/ и b/ определено в первой, c/, d/ и e/ в второй серии измерения.

The round-bent polycarbonate sheets, covering the angular ranges of 20°-90° and 105°-165°, were irradiated in a reaction chamber. Due to the large difference in the ranges of particles belonging to the α_0 and α_3 groups /about 80 μm/ relative to the detector thickness, angular distributions were determined in two independent irradiations at every bombarding energy. Using suitable Al absorbers before the track detector films in the first irradiation the α_0 and α_1 and in the second one the α_1, α_2 and α_3 groups were detected. The energy dependence of the emitted alpha groups on laboratory angles was eliminated within an accuracy of ±0,1 MeV by using additional Al degrading foils. On etching the detectors from both sides the tracks of alpha groups from the $^{14}N(d,\alpha)^{12}C$ reaction appeared in succession on the surface of the films. Fig. 1 shows the track-diameter distributions of the alpha groups investigated at E_d=640 keV and at θ_{lab}=30°. The respective etching times are also given. It can be seen that the different alpha groups can be distinguished from one another owing to the difference in their appearance time and track-diameter. The relative yields can be obtained by simple scanning the irradiated areas using an optical microscope. In the case of the α_3 group some difficulties arose from the disturbing background reactions due to ^{16}O and ^{13}C contamination of the target. Nevertheless, a reliable selection of the α_3 tracks could be achieved on the basis of differences in the diameter and darkness of the tracks /Fig. 1/e/.

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

Fig. 2 presents the absolute differential cross-sections of the α_0, α_1, α_2 and α_3 groups from the $^{14}N(d,\alpha)^{12}C$ nuclear reaction in the center of mass system at E_d=640, 510 and 350 keV bombarding energies. The indicated error represents the error of the relative angular distributions which is less than 5 % for α_0, α_1 and less than 10 % for α_2 and α_3. The solid lines are the least square fits of the experimental points to a series of Legendre polynomials. The A_ℓ coefficients obtained and the integrated cross sections $/\sigma_{total}/$ as well as the calculated χ^2 values are given in Table 1.

The differential cross-section values were determined by normalization to the absolute excitation functions of the α_0 and α_1 groups measured at a laboratory angle 90° with semiconductor detector. The intensity ratios of the groups α_2 and α_3 relative to α_1 were determined from the angular distribution measurements. The α_0 and α_1 excitation functions are given in Fig. 3. The errors indicated represent the error of the absolute values.

The shape and energy dependence of the angular distributions suggest that the compound mechanism presumably plays a dominant role in the $^{14}N(d,\alpha)^{12}C$ reaction at energies used

in this experiment. This is in accordance with the general experiences that the compound mechanism is characteristic of (d,α) reactions at low bombarding energies.

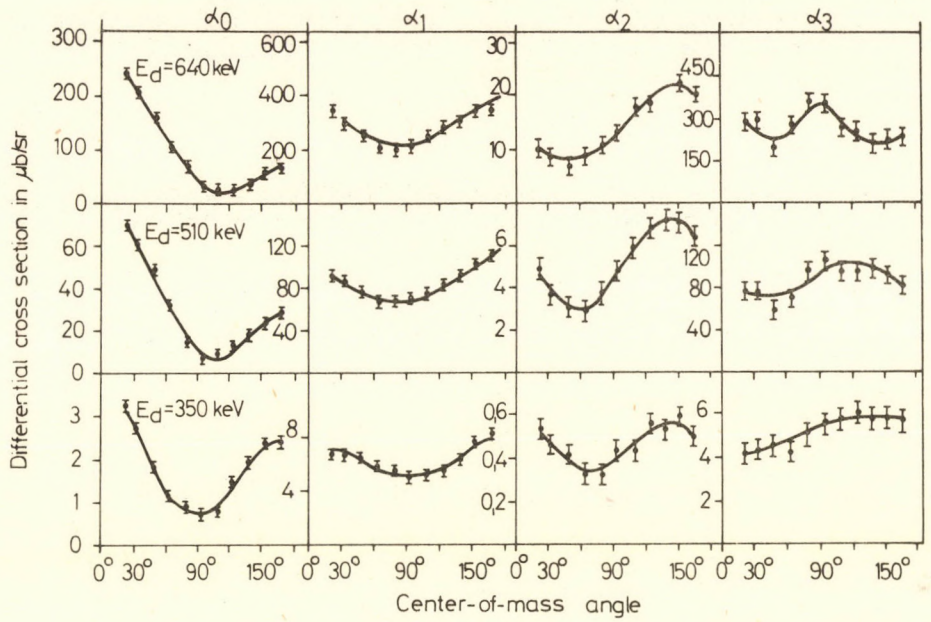


Fig. 2. Angular distributions of the α_0, α_1, α_2 and α_3 groups from the $^{14}N(d,\alpha)^{12}C$ reaction measured with polycarbonate plastic track detector.

2.ábra. A $^{14}N(d,\alpha)^{12}C$ magreakcióból származó α_0, α_1, α_2 és α_3 csoportok polikarbonát nyomdetektorral mért szögeloszlásai.

Рис. 2. Угловые распределения групп частиц α_0, α_1, α_2 и α_3 из реакции $^{14}N(d,\alpha)^{12}C$ измеренные диэлектрическим детектором из поликарбоната.

The α_0 and α_1 excitation functions show a rapid and smooth rise with energy and are roughly proportional with the increase of the deuteron absorption cross-section on the target nuclei calculated by the optical model. The result of this calculation is also presented in Fig.3. The optical parameters used are given in Table 2. The smooth variation of the excitation functions means that there must be a number of levels in the compound nucleus which participate in the reaction. However, the angular distributions are not symmetrical about 90° and show only a moderate change with energy, the assumptions of the compound statistical theory are not rigorously fulfilled. Nevertheless, certain statistical features are presumably present also in the case when the distribution of levels are completely random. With the aim of studying the statistical

Table 1.

Coefficients of the Legendre polynomials

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \sum_{\ell=0}^{n} A_\ell P_\ell (\cos\theta)$$

α groups	E_d (keV)	σ_{total} (μb)	A_1/A_0	A_2/A_0	A_3/A_0	A_4/A_0	χ^2
α_0	640	1030 ± 75	1.15±0.02	1.02±0.02			0.2
	510	310 ± 23	0.88±0.04	1.20±0.06			1.2
	350	19 ± 2.5	0.11±0.03	1.02±0.04	0.26±0.04		0.8
α_1	640	3300 ±230	-0.09±0.01	0.37±0.02			1.5
	510	1000 ± 70	-0.11±0.01	0.30±0.02			0.3
	350	75 ± 5.5	-0.04±0.01	0.31±0.02			1.5
α_2	640	180 ± 22	-0.60±0.04	0.16±0.05	0.24±0.06		0.5
	510	63 ± 7.5	-0.46±0.02	0.19±0.03	0.34±0.03		0.2
	350	5.7± 0.7	-0.18±0.03	0.26±0.04	0.27±0.06		0.6
α_3	640	3600 ±440	0.07±0.05	-0.22±0.07	0.08±0.08	0.31±0.09	0.9
	510	1100 ±130	-0.18±0.04	-0.11±0.05	0.16±0.07		0.9
	350	67 ± 8.5	-0.18±0.02	-0.07±0.02			0.3

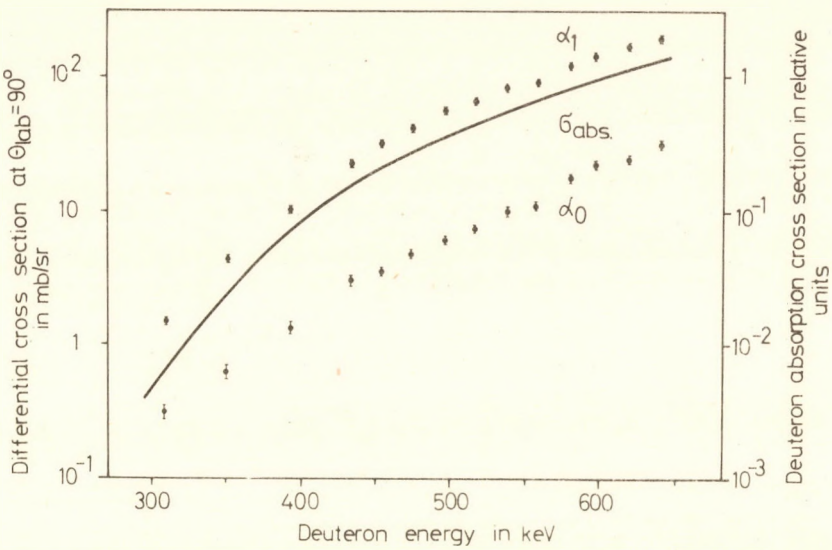


Fig. 3. Absolute excitation functions of the α_0 and α_1 groups measured with semiconductor detector at $\Theta_{lab}=90^\circ$. The solid line represents in relative units the deuteron absorption cross-section, calculated by the optical model.

3.ábra. Az α_0 és α_1 csoportok félvezető detektorral $\Theta_{lab}=90^\circ$-nál mért abszolut gerjesztési függvénye. A folytonos vonal az optikai modell számolásból kapott deuteron abszorpciós hatáskeresztmetszetet ábrázolja relativ egységekben.

Рис. 3. Абсолютные функции возбуждения групп α_0 и α_1 измеренные применением полупроводниковых детекторов под углом $\Theta_{лаб}=90^\circ$. Сплошная кривая изображает сечение абсорбции дейтрона в относительных единицах полученное из расчетов основанных на оптической модели.

character of this reaction the measured intensity ratios of the alpha transitions have been compared with the predictions of the compound statistical theory.

The (2I+1) rule cannot be applied directly because of the very low bombarding energy. However, with the simplifying condition introduced by the low energy it is possible to follow in detail the formation of the statistical weight factors for the measured alpha transitions. First the transmission coefficients for the $^{14}N+d$ and $^{12}C+\alpha$ systems were calculated by a modified version of the optical model program written by D. Wilmore [23]. From this calculation it appeared that it is sufficient to take into account the $\ell=0$ and $\ell=1$ partial waves in the incoming channel. Knowing the initial and final spins and considering the rules of angular momentum coupling and parity conservation, the number of formation and decay modes of the $J=0^+$, 1^+, 1^-, 2^+, 2^- and 3^- compound levels participating

in the process can be determined. From these numbers and the calculated transmission coefficients the intensity ratios of the investigated alpha groups can be obtained [9, 18]. It is to be noted that the effect of the spin dependence of the level density was neglected.

Table 2.

The measured and calculated intensity ratios of the groups α_0, α_1, α_2 and α_3 relative to α_0.

α groups	α_0	α_1	α_2	α_3
J^π in ^{12}C	0^+	2^+	0^+	3^-
E_d = 640 keV	1	3.23	0.18	3.50
E_d = 510 keV	1	3.25	0.20	3.60
E_d = 350 keV	1	3.89	0.29	3.45
Mean	1	3.46	0.22	3.52
Calculated at E_d = 500 keV [a/7]	1	3.65	1.03	3.51

a/ The parameters below were used to calculate the transmission coefficients and absorption cross-sections:

$^{14}N+d$ U=74 MeV, W=7 MeV, $r_u=r_w=1.4$ fm, $a_u=a_w=0.7$ fm [14]

$^{12}C+\alpha$ U=100 MeV, W=4 MeV, $r_u=r_w=1.7$ fm, $a_u=a_w=0.6$ fm [24]

U denotes the depth of the potential well and W is the strength of the absorption of surface type.

The experimentally obtained and calculated intensity ratios of the four alpha groups relative to α_0 are collected in Table 2. From this table it can be seen that the above mentioned simple statistical calculation reproduces, relatively well, the measured intensity ratios as far as α_1/α_0 and α_3/α_0 are concerned. The experimental and calculated values of α_2/α_0 ratio, however, differ significantly from each other. It is remarkable that the ground and second excited states of the

^{12}C residual nucleus populated by the α_0 and α_2 transitions have the same spin and parity /0^+/, and the energy difference between them cannot account for the small value of the α_2/α_0 obtained experimentally. At higher bombarding energies it was also observed that while the α_1/α_0 ratio tends to the value predicted by the /2I+1/ rule, the α_2/α_0 ratio was smaller by a factor of two than it could be expected from the statistical assumptions [12, 14]. On the other hand, it can be noted that the second excited 0^+ state in ^{12}C which is near to the three alpha-particle threshold has been known as a peculiar state and it has been discussed to be likely a "linear chain" of 3α particles [25, 26], or at least it contains a non-negligible component of linear chain structure of 3α [27].

As a summary one can say that the compound statistical theory appears to be statisfactory to account for the relative intensities of the α_0, α_1 and α_3 groups.

It may be concluded that the compound mechanism is predominant in the $^{14}N(d,\alpha)^{12}C$ reaction at these bombarding energies. The α_0, α_1 and α_3 transitions exhibit statistical features. The peculiarly low value of the α_2/α_0 ratio may refer to the above-mentioned correlation in the second excited 0^+ state of ^{12}C.

Many helpful discussions have taken place with B.Gyarmati and T. Vertse. We are indebted to T. Vertse for making available the optical model program.

REFERENCES

[1] Cartwright, D., Green, L. L. and Willmott, J. C.: Phil. Mag. 45 /1954/ 742.
[2] Booth, D. L, Price, F. V., Roaf, D. and Salmon, G. L.: Proc. Phys. Soc. /London/ A71 /1958/ 325.
[3] Sjögren, B. and Sawa, Z.: Arkiv Fysik 19 /1961/ 417.
[4] Kawai, N.: J. Phys. Soc. Japan,15 /1960/ 930.
[5] Ishmatsu, T.: J. Phys. Soc. Japan,16 /1961/ 1529.
[6] Ishmatsu, T., Nakashima, T., Kato, N. and Morita, S.: J. Phys. Soc. Japan, 17 /1962/ 1189.
[7] Mansour, N. A., Saad, H. R., Saleh, Z. A., Sayed, E. M., Zaloubovsky, I. I. and Gontchar, V. J.: Nucl. Phys. 59 /1964/ 241.
[8] Stanojevic, D. M., Berovic, N. R. and Boreli, F.M.: Nucl. Phys. 61 /1965/ 235.
[9] Williamson, J. H.: Nucl. Phys. 69 /1965/ 481.
[10] Schier, W. A. and Browne, C. P.: Phys. Rev. 138B /1965/ 857.
[11] Euringen, H., Neuert, H. und Schölermann, H.: Z. Naturforschung 21A /1966/ 977.
[12] Lambert, M., Beaumevieille, H., Amokrane, A. et Yaker, M.: Nuovo Cim. 50 B /1967/ 1.

[13] Boehle, K., Leifson, J., Mayer V. und Müller, H. H.: Helv. Phys. Acta 40 /1967/ 973.
[14] Gomes Porto, V., Ueta, N., Douglas, R. A., Sala, O., Wilmore, D., Robson, B. A. and Hodgson, P. E.: Nucl. Phys. A136 /1969/ 385.
[15] Somogyi, G., Várnagy, M. and Pető, G.: Nucl. Instr. Methods 59 /1968/ 299.
[16] Somogyi, G., Schlenk, B., Várnagy, M., Meskó L. and Valek A.: Nucl. Instr. Methods 63 /1968/ 189.
[17] Meskó, L., Schlenk B., Somogyi, G. and Valek, A.: Nucl. Phys. A130 /1969/ 449.
[18] Hunyadi, I., Schlenk, B., Somogyi, G. and Srivastava, D.S.: Acta Phys. Hung. 30 /1971/ 73.
[19] Schlenk, B., Papp I. and Meskó, L.: ATOMKI Közl. 8 /1966/ 232.
[20] Meskó, L. and Valek, A.: ATOMKI Közl. 14 /1973/ 61.
[21] Tuyn, J. W.: Nucl. Appl. 3 /1967/ 372.
[22] Somogyi, G. and Gulyás, J.: Radioisotopy 13 /1972/ 549.
[23] Wilmore, D.: Optical Model Programme with Automatic Parameter Search /unpublished/
[24] Carter, E. B., Mitchell, G. E. and Davis, R. H.: Phys. Rew. 133B /1964/ 1421.
[25] Morigana, H.: Phys. Letters 21 /1966/ 78.
[26] Hebach, H. and Henneberg, P.: Z. Physik 216 /1968/ 204.
[27] Suzuki, Y., Horiuchi, H. and Ikeda, K.: Prog. Theor. Phys. 47 /1972/ 1517.

ATOMKI Közlemények 16 (1974) 133-139.

EC/β^+ ELÁGAZÁSI TÉNYEZŐK A ^{191,193,195,197}Tl IZOTÓPOK BOMLÁSÁNÁL

MAHUNKA IMRE, MÁTÉ ZOLTÁN, TÁRKÁNYI FERENC

Gamma-detektálási technikával /Ge(Li); KX, 511_{ann}/ mértük az EC/β^+ elágazási tényezőket könnyü Tl izotópok alapállapotának bomlásánál. A bomlásséma ismeretében a ^{195,197}Tl izotópoknál meghatároztuk az alapállapotok közötti $\underline{1/2}^+ \rightarrow \underline{1/2}^-$ átmenet $(EC/\beta^+)_g$ minimális értékét. A kisérletileg kapott határérték ^{195}Tl-nál 6-szor nagyobb a megengedett átmenetre számolt $(EC/\beta^+)_{og}$ aránynál.

EC/β^+ RATIOS IN THE DECAY OF ISOTOPES ^{191,193,195,197}Tl. Using gamma-detection technique /Ge(Li); KX, 511_{ann}/ the EC/β^+ ratios were measured in the ground state decay of light Tl isotopes. In the cases of ^{195,197}Tl, where the decay schemes had been known, the minimum values of the $(EC/\beta^+)_g$ ratio were determined for the transition $\underline{1/2}^+ \rightarrow \underline{1/2}^-$ between ground states. This experimental value for ^{195}Tl, is 6 times higher than the theoretically calculated $(EC/\beta^+)_{og}$, for allowed transition.

ОТНОШЕНИЯ EC/β^+ ПРИ РАСПАДЕ ИЗОТОПОВ ^{191,193,195,197}Tl. С использованием методики гамма-детектации /Ge(Li); KX, $511_{анн}$/ измерялись отношения EC/β^+ при распаде основных состояний легких изотопов Tl. На основе известных схем распада ^{195,197}Tl определены минимальные значения $(EC/\beta^+)_g$ между основными состояниями $\underline{1/2}^+ \rightarrow \underline{1/2}^-$. При распаде ^{195}Tl это значение в 6 раз больше теоретического $(EC/\beta^+)_{og}$, рассчитанного для разрешенного перехода.

1. BEVEZETÉS

A rádioaktiv izotópok bomlásánál mért EC/β^+ elágazási tényezők már az eddigiekben is nagyon sok lényeges információt nyujtottak a β-bomlás elméletének kidolgozásához és fejlesztéséhez [1, 2]. A kisérleti adatok elméleti értelmezése legegyszerübb a megengedett átmeneteknél, ezért az itt nyert adatok összehasonlitása alapján dönteni lehet a leirás helyességéről.

Fitzpatrick és munkatársai 1973-ban megjelent munkájukban [2] összegyüjtötték az összes elérhető K/β^+ és EC/β^+ kisérleti értékeket megengedett átmenetekre, és kritikai összehasonlitást végeztek a legujabb elméleti adatokkal. Annak ellenére, hogy csupán néhány százalékos eltérést tapasztaltak, jogosnak érzik a kérdés további fenntartását: egyezik-e az elmélet a kisérlettel? A kérdés fenntartásának helyességét igazolták Firestone és munkatársai [3], akik anomális EC/β^+ elágazási tényezőket észleltek megengedett átmeneteknél.

Elsőrendben nem egyértelmüen tiltott átmenetekre EC/β^+ pontos értékét számitani - a mag-mátrixelemek pontos ismeretének hiánya miatt - nem lehet. A kisérleti adatok [4, 5] azonban azt mutatják, hogy nincs lényeges eltérés ($\lesssim 25$ %) a megengedett átmenetekre számitott értékektől.

Jelen dolgozat célja a már általunk korábban vizsgált ^{197}Tl [6], ^{195}Tl [7], ^{193}Tl [8] és ^{191}Tl [9] izotópok EC/β^+ elágazási arányaival kapcsolatos kisérleti adatok pontosabb feldolgozása és összefoglaló közlése, valamint az eredmények összehasonlitása elméleti adatokkal.

2. KISÉRLETI BERENDEZÉS ÉS MÉRÉSMÓDSZER

A rádioaktiv izotópok előállitását és vizsgálatát Dubnában, a JASZNAPP program keretében végeztük. A szinkrociklotron kihozott 660 MeV-es proton nyalábjával PbF_2 céltárgyat bombáztunk.A spallációs reakciótermékként keletkező Tl izotópokat "on-line" gáztermokromatográfiai módszerrel választottuk ki. A hordozómentes Tl frakciót ezután tömegszeparáltuk, és az igy nyert gyakorlatilag monoizotóp forrásokat félvezető detektoros spektrométerekkel (γ, e^-,γ-γ) vizsgáltuk. A forrás előállitás és a mérés részletes leirása [6] munkánkban található.

Rádióaktiv izotópok EC/β^+elágazási tényezőjének meghatározására különböző közvetlen és közvetett módszerek ismeretesek [10]. Az általunk használt gamma-detektálási módszer a KX és az 511 keV-es megsemmisülési sugárzás Ge(Li) detektorral való mérésén alapszik.

A mérések geometriájának megválasztásánál nem volt módunk az EC/β^+ mérés szempontjából legjobb feltételek megvalósitására, mivel a mérések elsődleges célja az izotópok vizsgálatához szükséges teljes γ és e^--spektrumok felvétele volt. E cél megvalósitása és a gyorsitó-idők optimális kihasználása érdekében olyan mérésgeometriát állitottunk be minden izotóp vizsgálatánál, amely egyidejü és nagy térszögü γ és e^--detektálást tett lehetővé [11].

Adott geometriánál végzett mérések kisérleti adatai alapján az EC/β^+ elágazási arányok meghatározásának módszere a következő:

Legyen egy rádioaktiv forrás "A" sugárzásának időegységre vonatkoztatott abszolut intenzitása I(A). Ezen sugárzásnak a forrás egy kiválasztott standard γ-sugárzására (S_γ) vonatkoz-

tatott relativ intenzitását definiáljuk a szokásos módon:

$$I_r(A,S_\gamma) \equiv 100\,\frac{I(A)}{I(S_\gamma)}\,. \qquad (1)$$

Az (1) összefüggést EC és β^+ bomlásra alkalmazva kapjuk:

$$EC/\beta^+ = \frac{I(EC)}{I(\beta^+)} = \frac{I_r(EC,S_\gamma)}{I_r(\beta^+,S_\gamma)}\,. \qquad (2)$$

Az elágazási tényező tehát kisérletileg meghatározható, ha az EC és β^+ bomlás relativ intenzitásait mérhető mennyiségekkel fejezzük ki.

Ge(Li) detektálás esetén egy tetszőleges izotróp γ-sugárzás (E_γ) időegység alatt fotocsucsban mért intenzitása:

$$I_m(E_\gamma) = \frac{\Omega_\gamma}{4\pi}\,\varepsilon(E_\gamma)\,I(E_\gamma), \qquad (3)$$

ahol Ω_γ a γ detektálás térszöge,

$\varepsilon(E_\gamma)$ a detektor abszolut fotoeffektivitása.

Nálunk csak a detektor relativ fotoeffektivitása ismert, (1) és (3) alapján azonban ez is elegendő γ-sugárzások relativ intenzitásának meghatározásához.

Az EC bomlást követő KX röntgensugárzás mért fotointenzitásának, valamint az (1) és (3) összefüggéseknek felhasználásával $I_r(EC,S_\gamma)$ gamma-detektálási technikával mérhető mennyiségként adódik:

$$\begin{aligned} I_r(EC,S_\gamma) &= \frac{EC}{KC}\left[I_r(KX,S_\gamma)\,\frac{1}{\omega_K} - \sum_i I_{ri}(e_K^-,S_\gamma)\right] = \\ &= \frac{EC}{KC}\left[\frac{I_m(KX)}{I_m(S_\gamma)}\,\frac{\varepsilon(S_\gamma)}{\varepsilon(KX)}\,\frac{100}{\omega_K} - \sum_i I_{ri}(e_K^-,S_\gamma)\right], \end{aligned} \qquad (4)$$

ahol $\frac{EC}{KC}$ az e^- és K befogás aránya /megengedett átmeneteknél csak Z-től függő irodalomból ismert konstans [4]/,

ω_K K fluoreszcencia hozam /Z-től függő konstans [12]/,

$\sum_i I_{ri}(e_K^-,S_\gamma)$ a konverziós spektrumokból meghatározott K-vonalak relativ intenzitásának összege.

A β^+ bomlás relativ intenzitását $I(\beta^+) = \frac{1}{2}I(511)$, valamint (1) és (3) összefüggések felhasználásával mérhető mennyiségek

kifejezéseként kapjuk:

$$I_r(\beta^+,S_\gamma) = \frac{1}{2}I_r(511,S_\gamma) = \frac{100}{2}\frac{I(511)}{I(S_\gamma)} = \frac{100}{g}\frac{I_m(511)}{I_m(S_\gamma)}\frac{\varepsilon(S_\gamma)}{\varepsilon(511)}, \quad (5)$$

ahol $g = \frac{2\Omega_{511}}{\Omega_\gamma}$.

A g faktorban szereplő Ω_{511} a megsemmisülési γ részek effektiv detektálási térszöge, ami függ a mérés geometriai elrendezésétől, a környezet anyagi állandóitól /abszorpció, szórás/ és a β^+ részek energiájától.

Az általunk használt mérésgeometriára g számitás utján történő meghatározása nagyon bonyolult. Ismert EC/β^+elágazási tényezőjü $^{140}Nd \xrightarrow{EC} {}^{140}Pr \xrightarrow{EC,\beta^+} {}^{140}Ce$ forrással [12] való hitelesitésnél nagy hibát okozott a méréseknél használt Ge(Li) detektor fotoérzékenységének alacsony értéke a Pr, Ce röntgentartományában. Korábbi munkáinkban ezért csak határt adtunk a Tl izotópok β^+ bomlásának % értékére. Jelen feldolgozásban g faktor értékét ugy határoztuk meg, hogy ugyanazon Ω_γ mellett hitelesitő mérést végeztünk egyszerüsitett geometriánál is. Igy a két geometriára vonatkozó g/g_e arány kisérletileg meghatározható, az egyszerüsitett geometriához pedig g_e már kielégitő pontossággal számolható. Fenti módszerrel a Tl-mérések geometriájára kapott g faktor értéke:

$$g = 1,8 \pm 0,6 \qquad E_{\beta^+max} \leq 4 \text{ MeV tartományban g energiafüggetlen.}$$

(2), (4) és (5) összefüggések felhasználásával az EC/β^+ elágazási tényezőt irodalomból ismert és kisérletileg meghatározható értékek függvényeként kapjuk:

$$EC/\beta^+ = g\frac{EC}{KC}\left[\frac{I_m(KX)}{I_m(511)}\frac{\varepsilon(511)}{\varepsilon(KX)}\frac{1}{\omega_K} - \frac{I_m(S_\gamma)}{I_m(511)}\frac{\varepsilon(511)}{\varepsilon(S_\gamma)}\frac{\sum_i I_{ri}(e_K^-,S_\gamma)}{100}\right]. \quad (6)$$

Az $I_m(511)$-ről feltételeztük, hogy teljes egészében β^+ megsemmisüléséből származik, mivel a Tl izotópok bomlássémáiban nem találtunk 511 keV-es energiának megfelelő nivókülönbséget.

3. KISÉRLETI EREDMÉNYEK ÉS ÉRTELMEZÉSÜK

Az egyes Tl izotópok bomlásának vizsgálatából nyert kisérleti értékeket az I. táblázatban tüntettük fel.

1. Táblázat

Könnyü Tl izotópok EC/β^+ elágazási tényezőinek vizsgálatánál nyert eredmények

Results of the investigation of the EC/β^+ ratios in the decay of light Tl isotopes

Полученные результаты при исследовании отношений EC/β^+ легких изотопов Tl

^{A}Tl Q_{β^+}, MeV	S_γ, keV $I(S_\gamma)\equiv 100$	$I_r(EC, S_\gamma)$	EC/β^+	β^+, %	$(EC)_g$, %	$(EC/\beta^+)^{g}_{exp.}$ $J^\pi_{Tl} \rightarrow J^\pi_{Hg}$	$(EC/\beta^+)_{og}$ theor. [5]
197 2,2 (syst)	425,7	770±230	205±92	$0,5^{+0,4}_{-0,2}$	54^{+12}_{-23}	≥ 34 $\underline{1/2}^+ \rightarrow \underline{1/2}^-$	50
195 3,2 (syst)	563,53	2800±700	140±70	$0,7^{+0,7}_{-0,3}$	73^{+9}_{-15}	≥ 41 $\underline{1/2}^+ \rightarrow \underline{1/2}^-$	7
193 4,2 (syst)	324,37	1150±380	55±27	$1,8^{+1,8}_{-0,6}$		$(1/2^+) \rightarrow \underline{3/2}^-$	2,2
191 5,0 (syst)	215,71	950±190	56±28	$1,8^{+1,7}_{-0,6}$		$(1/2^+) \rightarrow (3/2^-)$	1,1

S_γ az egyes izotópoknál kiválasztott standard γ-átmenetek energiái, korábbi méréseinknek megfelelően [6, 7, 8, 9].

$I_r(EC,S_\gamma)$ az EC bomlás (4) szerint meghatározott relativ intenzitása.

EC/β^+ elágazási tényező a Tl alapállapotának bomlásánál, (6) szerint meghatározva.

$\beta^+(\%) = \frac{100}{EC/\beta^+ + 1}(\%)$ a Tl izotópok alapállapotából történő β^+ bomlás %-os értéke.

$$(EC)_g(\%) = \frac{I_r(EC,S_\gamma)-[I_r(EC,S_\gamma)_e+I_r(\beta^+,S_\gamma)_e]}{I_r(EC,S_\gamma)}\ 100\ (\%)$$

a Tl és Hg alapállapotok közötti EC bomlás %-os értéke.

$[I_r(EC,S_\gamma)_e+I_r(\beta^+,S_\gamma)_e]$ a Hg gerjesztett állapotokra való direkt bomlás relativ értéke, amely a bomlásséma I_{tr} mérlegéből határozható meg.

$(EC/\beta^+)_g$ az alapállapotok közötti átmenetek elágazási tényezője. Kisérleti határérték: $(EC)_{gmin}/\beta^+_{max}$.

$(EC/\beta^+)_{og}$ megengedett átmenetekre számolt elágazási tényező az alapállapotok közötti energiánál.

^{197}Tl. Korábbi publikációnkhoz képest [6] több mérés feldolgozásával jelen munkánkban pontositottuk $I_r(EC,S_\gamma)$ és ezen keresztül $(EC)_g$ értékét. Az uj adat hibahatáron belül egyezik korábbi eredményünkkel. Az $(EC/\beta^+)_g$ kisérleti és elméleti értékei között határértékben nincs ellentmondás.

^{195}Tl. Jelen munkánkban meghatározott $(EC)_g$ pontosabb korábbi eredményünknél [7]. A kisérletileg mért $(EC/\beta^+)_g$ még határértékben is lényegesen eltér a megengedett esetre számitott értéktől. Annak lehetőségét, hogy az eltérést a szisztematikából kapott 3,2 MeV-nél lényegesen kisebb $Q_{\beta+}$ feltételezésével magyarázzuk, kizárja a $Q_{\beta+} > 3{,}017$ MeV [7] kisérleti érték. Az elsőrendben nem egyértelmüen tiltott átmeneteknél eddig tapasztalt kisebb eltérések ($\lesssim$25 %) a β-bomlás V-A reprezentációjában szereplő mag-mátrixelemek B_{ij} tagjával magyarázhatók [5]. Tekintve, hogy az átmenet $1/2^+ \rightarrow 1/2^-$, igy a mag-mátrixelemek B_{ij} tagja itt nem szerepelhet. Ez azt jelenti, hogy az EC/β^+ arány anomális megnövekedésének más, valószinüleg magszerkezeti oka van.

^{193}Tl. Mivel az izotóp bomlássémája nem teljes [8], igy az alapállapotok közötti átmenet $(EC/\beta^+)_g$ elágazási tényezője kvantitative nem vizsgálható. Figyelembe véve azonban a β^+ bomlás alacsony %-os értékét, ha EC $\geq$ 10 % bomlás vezet az alapra, vagy az alacsonyan fekvő $(1/2^-)$ nivóra, ami feltételezhető, ugy adott $Q_{\beta+}$ -nál anomális elágazási tényezőt kapunk ezen izotópnál is.

^{191}Tl. A bomlásséma ismerete nélkül, β^+ kis intenzitása alapján csak hasonló feltételezéseket tehetünk, mint a ^{193}Tl-nál.

Köszönetet mondunk dr. Fényes Tibornak a probléma felvetéséért és a munka támogatásáért, valamint dr. Vatai Endrének a kisérleti eredmények elméleti értelmezésében nyujtott segitségéért.

IRODALOM

[1] E. Vatai, A béta-bomlás tipusainak relativ valószinüségeiről. Kandidátusi értekezés. Debrecen, ATOMKI, 1970.

[2] M. L. Fitzpatrick, K. W. D. Ledingham, J. Y. Gourlay, J. G. Lynch, J. Phys., A6 /1973/ 713.

[3] R. B. Firestone, Wm. C. McHarris, W. H. Kelly, R. A. Warner, Proc. of the Int. Conf. on Nucl. Phys. Aug. 27-Sept.1, 1973. Munich. North-Holland Publ., Amsterdam, 1973. Vol. 1, p. 698.

[4] A. H. Wapstra, G. J. Nijgh, R. Van Lieshout, Nucl. Spectr. Tables, North-Holland Publ., Amsterdam, 1959.

[5] Б. С. Джелепов, Л. Н. Зырянова, Ю. П. Суслов, Бета-процессы. Изд. "Наука", Ленинград, 1972.

[6] Т. Б. Вандлик, Я. Вандлик, Н. Г. Зайцева, И. Махунка, М. Махунка, З. Матэ, Х. Тыррофф, Т. Фенеш, В. И. Фоминых, Изв. АН. СССР. Сер. Физ., 37 /1973/ 1796.

[7] Т. Б. Вандлик, Я. Вандлик, Н. Г. Зайцева, И. Махунка, М. Махунка, З. Матэ, Х. Тыррофф, Т. Фенеш, В. И. Фоминых, Изв. АН СССР. Сер. Физ., 37 /1973/ 1804.

[8] Т. Б. Вандлик, Я. Вандлик, Н. Г. Зайцева, И. Махунка, М. Махунка, З. Матэ, Х. Тыррофф, Т. Фенеш, В. И. Фоминых, Препринт ОИЯИ, Р6-7582, Дубна /1973/.

[9] Я. Вандлик, Н. Г. Зайцева, З. Матэ, И. Махунка, Х. Тыррофф, Т. Фенеш, Препринт ОИЯИ, Р6-7581, Дубна /1973/.

[10] L. Trón, ATOMKI Közl., 12 /1970/ 195.

[11] А. Т. Василенко, И. Махунка, З. Матэ, Й. Надь, В. М. Сороко, Н. С. Станчева, С. М. Станчев, В. А. Уткин, Т. Фенеш, Препринт ОИЯИ, Р6-5888, Дубна /1971/.

[12] C. M. Lederer, J. M. Hollander, I. Perlman, Table of Isotopes. VI. Ed., John Wiley Publ., New York, 1968.

ATOMKI Közlemények 16 (1974) 141-146.

HALF-LIFE OF THE FIRST EXCITED STATE IN ^{152}Gd

M. R. EL-AASSER and Z. AWWAD*

The half-live of the 344.24 keV level in ^{152}Gd was measured by comparison method in a delayed coincidence technique. A value of (37±7) ps was found, reduced transition probability and nuclear deformation parameters were deduced.

^{152}Gd ELSŐ GERJESZTETT ÁLLAPOTÁNAK FELEZÉSI IDEJE. A ^{152}Gd 344,24 keV energiáju állapotának felezési idejét mértük összehasonlitó módszerrel, késleltetett koincidencia technikával. A nyert (37±7) ps értékből redukált átmeneti valószinüséget és magdeformációs paramétereket határoztunk meg.

ПЕРИОД ПОЛУРАСПАДА ПЕРВОГО ВОЗБУЖДЕННОГО СОСТОЯНИЯ ^{152}Gd. Был измерен период полураспада состояния 344,24 кэв изотопа ^{152}Gd применением техники запаздывающих совпадений и метода сравнения. Из полученного результата (37±7) ps были определены приведенная вероятность перехода и параметры деформации ядра.

1. INTRODUCTION

The ^{152}Eu nucleus has a particular position between the group of vibrational nuclei with neutron numbers $N \leq 88$ and the group of strongly deformed nuclei with $N \geq 90$. We found it interesting to remeasure the lifetime of the first 2^+ excited state of the nucleus ^{152}Gd. It has been measured before, but with different methods and different results.

In our earlier work we studied the first excited state in ^{152}Sm nucleus with $N = 90$. We tried to compare the values of half-lives and other nuclear parameters of the first excited states in ^{152}Gd and ^{152}Sm nuclei being spherical and deformed nuclei respectively, just on the border of the deformed region.

* Nuclear Physics Department, Atomic Energy Establishment, Cairo, A. R. E.

2. EXPERIMENTAL ARRANGEMENT

2.1. Source preparation

The source was prepared by evaporating natural Eu-oxide on to an aluminium foil and subsequently irradiating the foil in a neutron flux of 2×10^{14} neutrons/cm^2 sec. for 28 days. ^{152}Eu was produced together with ^{154}Eu isotope. The ^{154}Eu decays by beta emission to ^{154}Gd, while the ^{152}Eu decays by beta emission and (β^+ + electron capture) to ^{152}Gd and ^{152}Sm respectively.

2.2. Apparatus

A magnetic electron-electron coincidence spectrometer of long lens type, especially equipped for lifetime measurements [1], with a resolution ≈3 % in both channels was used. The time analysis was performed with a start-stop time-to-pulse height converter coupled to fast-slow coincidence circuit and 400--channel analyzer. The method employed for the lifetime measurements has been described in details by Lindskog et al. [2]. As electron detector Naton-136 plastic scintillator was applied /see ref. 3./ coupled to a 56-AVP photomultiplier.

3. MEASUREMENTS AND RESULTS

Fig. 1 shows the decay scheme of ^{152}Eu (12 y) to the excited states of ^{152}Sm and ^{152}Gd nuclei [4]. The first excited state of ^{152}Gd occurs at 344 keV, coincidences were measured between a part of the beta branch feeding this level and the k-conversion electrons of the 344 keV transition.

No contributions have been found from other transitions in ^{152}Sm and from the decay of ^{154}Eu to ^{154}Gd [4], neither any other admixtures could be expected in our measurements because of the good selection of the beta part and the careful keeping the position of the conversion line.

Fig. 2 shows the k-conversion line of the 344 keV transition taken by one of the two channels in the lens spectrometer. The measurements were performed according to the comparison method in which two time resolution curves were measured. One curve was taken with the k-conversion electrons of the 344 keV transition focused by lens I, while a part of the beta continuum of energy 329 keV was focused by lens II. The time resolution curve is shown in Fig. 3. The second time resolution curve was obtained with ^{198}Au source, in which lens I was focused on the beta continuum of energy equal to the k-conversion electrons of

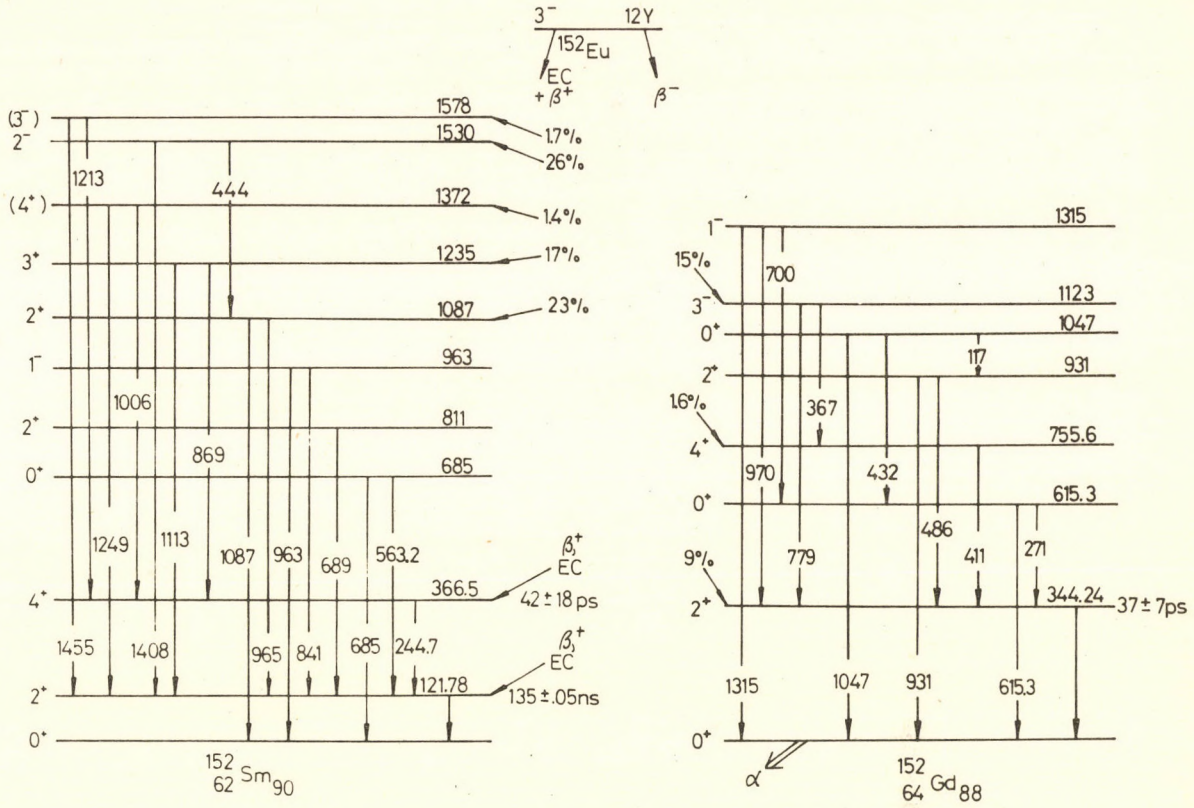


Fig. 1. Decay scheme of ^{152}Eu /12 y/.
1.ábra. Az ^{152}Eu /12 év/ bomlási sémája.
Рис. 1. Схема распада ^{152}Eu /12 г./.

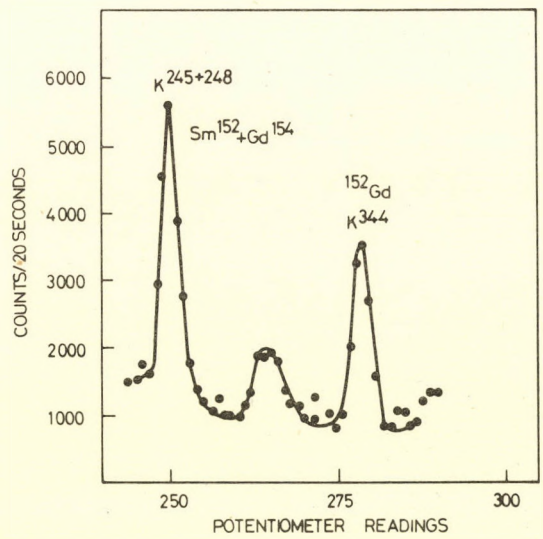


Fig. 2.

The conversion electron spectrum of the 344 keV transition in ^{152}Gd.

2. ábra.

A ^{152}Gd 344 keV energiáju átmenetének konverziós elektron spektruma

Рис. 2.

Спектр конверсионных электронов перехода 344 кэв изотопа ^{152} Gd.

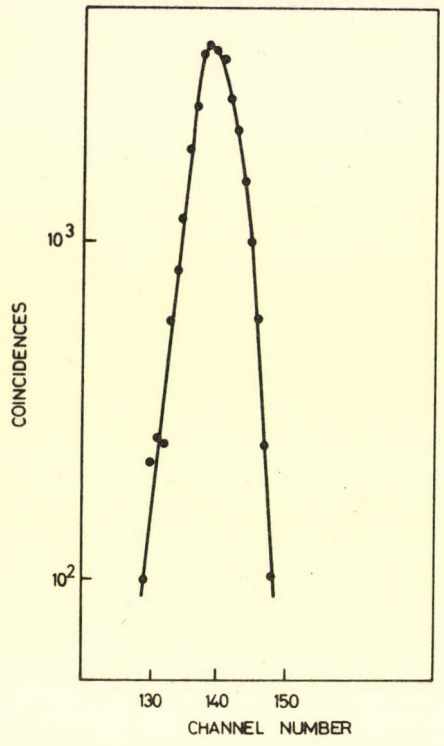


Fig. 3.

The coincidence resolution curve of the first excited state in ^{152}Gd.

3. ábra.

A ^{152}Gd első gerjesztett állapotának koincidencia felbontási görbéje.

Рис. 3.

Кривая совпадений для первого возбужденного состояния ^{152}Gd.

the 344 keV transition, and lens II was focused on the k-conversion electrons of the 412 keV transition in ^{198}Hg. The time resolution curve with simple decay scheme for ^{198}Au source is shown in Fig. 4.

If C is the centroid of the coincidence resolution curve under investigation /Fig. 3/, and C_o is the centroid of the comparison resolution curve for the 412 keV level in ^{198}Hg /Fig. 4/, τ is the mean lifetime of the 344 keV transition, and τ_o is the mean lifetime of the 412 keV transition in ^{198}Hg, then

$$C-C_o = \tau-\tau_o.$$

The half-life of the 412 keV level in ^{198}Hg taken from ref. 5, is 22±1 ps.

No instrumental time delays could be expected in these measurements, since the two resolution curves were recorded under identical conditions. We get a value of (53±10) ps for τ, and this result gives a value of (37±7) ps for the half-life $T_{\frac{1}{2}}$.

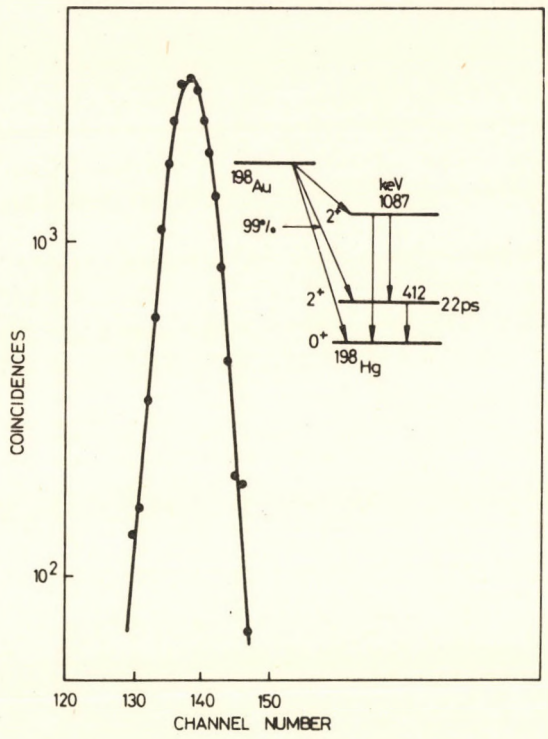


Fig. 4. The comparison resolution curve of ^{198}Hg.
4.ábra. Az összehasonlitásul használt ^{198}Hg felbontási görbe.
Рис. 4. Калибровочная кривая совпадений в случае перехода ^{198}Hg.

DISCUSSION

The two reported values for the half-life of the 344 keV level gave a value of (53±9) ps in self-comparison technique [6], the other value [7] is 28 ps /the experimental error was not reported/, in comparison method, the coincidences were taken between a part of the beta continuum and a part of the gamma-spectrum of the 344 keV transition. As a source of comparison Co^{60} was used.

In our measurements we get the value (37±7) ps for the half-life of the 344 keV level, which agrees with the value reported by ref. 6. in the limits of experimental error.

We used the experimental value of $T_{\frac{1}{2}}$ and the theoretical values for the total internal conversion coefficient [8] α_{tot} for the 344 keV transition, to deduce the reduced transition probability from the formula [9],

$$B(E2;\ 2^+ \rightarrow 0^+) = \frac{81.4E_{keV}^{-5}}{\tau(1+\alpha_{tot})} = 0.304\pm0.056\ e^2cm^4\cdot10^{-48}$$

Table 1.

Nucleus	State	Transition Energy keV	$T_{\frac{1}{2}}$	B(E2) $e^2 \cdot 10^{-48}$ cm^4	Q_o 10^{-24} cm^2	β
^{152}Gd	2^+	344.24	(37±7) ps	0.304 ± 0.056	3.91	0.19
^{152}Sm	2^+	121.78	(1.35±.05) ns	0.737 ± 0.027	6.084	0.318

Table 1. summarizes the experimental values for the quadrupole moment, nuclear deformation parameter β, and the enhancement of the reduced transition probability together with the corresponding values of ^{152}Sm nucleus [10].

It can be seen that the reduced transition probability in ^{152}Sm is 3 times larger than in ^{152}Gd, according to our expectation.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors have pleasure in expressing their sincere gratitude to Prof. M. El-Nadi, the Professor of Nuclear Physics at Cairo University, for his encouragement, and for the stimulating discussions during this work. They are also indebted to Dr. O. E. Badawy for his kind interest in the work.

REFERENCES

[1] J. Lindskog and T. Sundstrom, Ark. Fys., 24 /1963/ 171.
[2] J. Lindskog and T. Sundstrom, Ark. Fys., 24 /1963/ 199.
[3] P. Sparman, J. Lindskog and A. Marelius, Nucl. Instrum. Meth., 41 /1966/ 299.
[4] C. Lederer, M. Tack, Michael, Hollander, and Perlman, Isadore, Table of Isotopes /John Wiley and Sons, Inc., New York 1967/.
[5] Nuclear Data Sheets, Compiled by Nuclear Data Group, /National Academy of Sciences, National Research Council, Washington, D.C./.
[6] J. Burde, M. Rakavy and S. Ofer, Phys. Rev. 124 /1961/ 1911.
[7] H. Abou-Leila, R. Foucher and N. Perrin, J. De Physique 24 /1963/ 859.
[8] R. S. Hager and E. C. Seltzer, Internal Conversion Tables, Calt. 63-60 AEC Research and Development Report.
[9] A. Bohr and B. R. Mattelson, K. Danske Vidensk. Selsk., Skr., 27 /No. 16/ /1953/.
[10] M. R. El-Aasser, O. E. Badawy, Z. Awwad and A. H. El-Farrash, Z. Naturforschung, 27 /1972/ 1229.

ATOMKI Közlemények 16 (1974) 147-164.

ASZIMMETRIKUSAN TÁPLÁLT KVADRUPÓLLENCSÉK NEGYEDRENDÜ PERTURBÁCIÓS KARAKTERISZTIKUS FÜGGVÉNYE ÉS A GEOMETRIAI ABERRÁCIÓS EGYÜTTHATÓK "VÉKONYLENCSE" KÖZELITÉSBEN

SZABÓ GYULA

A közleményben az aszimmetrikusan táplált elektrosztatikus és mágneses kvadrupóllencsék geometriai aberrációjának néhány kérdésével foglalkoztunk. A számitásokat a perturbációs karakterisztikus függvények módszerével végeztük. Az elsődleges /negyedrendü/ perturbációs karakterisztikus függvény együtthatóit az A függelékben általános formában adtuk meg; sem az egyes térkomponensek z-szerinti lefutására, sem a paraxiális megoldásokra nem tettünk kikötéseket. Igy ezek a formulák különböző esetekre vonatkozó geometriai aberrációs számitások kiinduló pontjai lehetnek. A geometriai aberrációs együtthatókat "vékonylencse" közelitésben határoztuk meg; az igy kapott egyszerü formulák alapján becslések nyerhetők az emlitett rendszerek geometriai aberrációjára.

FOURTH-ORDER PERTURBATION CHARACTERISTIC FUNCTION OF QUADRUPOLE LENSES FED ASYMMETRICALLY AND GEOMETRICAL ABERRATION COEFFICIENTS IN "WEAK LENS" APPROXIMATION. The paper describes some results of the investigation on geometrical aberration of electrostatic and magnetic quadrupole lenses fed asymmetrically. The calculations were made on the basis of the perturbation characteristic functions. The coefficients of the primary /fourth-order/ perturbation characteristic function in a general form are given in the appendix A. No restrictions were made either for the z-dependence of the field components or the paraxial solution. As a result of the calculations, these formulae can be the starting point of geometrical aberration investigations for different cases. The geometrical aberration coefficients are given in "weak lens" approximation. On the basis of the resulting formulae one can get predictions for the geometrical aberration of the systems mentioned above.

ПЕРТУРБАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКАЯ ФУНКЦИЯ В ЧЕТВЕРТОМ ПОРЯДКЕ КВАДРУПОЛЬНЫХ ЛИНЗ С НЕСИММЕТРИЧНЫМ ПИТАНИЕМ И КОЭФФИЦИЕНТЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ АБЕРРАЦИИ В ПРИБЛИЖЕНИИ "ТОНКИХ ЛИНЗ". В статье разработаны некоторые вопросы геометрической аберрации электростатических и магнитных квадрупольных линз с несимметричным питанием. Расчеты

получены методом пертурбационных характеристических функций. Коэффициенты первичной /четвертого порядка/ характеристической функции в универсальной форме даны в дополнении А; без ограничений в зависимости отдельных компонентов поля от z и в специальных параксиальных решениях. Так эти формулы могут стать основой разных расчетов геометрических аберраций. Коэффициенты геометрической аберрации определены в приближении "тонких линз". Эти простые формулы сделают возможной оценку геометрической аберрации выщеуказанных систем.

BEVEZETÉS

Az [1] közleményben részletesen foglakoztunk az ortogonális ionoptikai rendszerek aberrációs együtthatóinak számitásával; az aberrációs együtthatókat a perturbációs karakterisztikus függvénnyel fejeztük ki. A paraxiális pályák parametrizálását a pályának valamely kezdősikon felvett koordinátájának és meredekségének segitségével rögzitettük. Ebben a közleményben szintén ezt a módszert és ezt a parametrizálást alkalmazzuk, és meghatározzuk az aszimmetrikusan táplált elektrosztatikus és mágneses kvadrupóllencsék negyedrendü perturbációs karakterisztikus függvényét általános formában, valamint ennek a felhasználásával kiszámitjuk mindkét lencsetipusra a geometriai aberrációs együtthatókat "vékonylencse" közelitésben.

VARIÁCIÓS FÜGGVÉNY ELŐÁLLITÁSA

Mint ismeretes, az aszimmetrikusan táplált elektrosztatikus és mágneses kvadrupóllencsék skalárpotenciálja [2, 3]

$$\begin{aligned}\phi(x,y,z) = -2VK\Big\{&\frac{1}{2r_e^2}f_e(z)(x^2-y^2)+\frac{1}{r_e}f_{e1}(z)(p_1x-q_1y)\\&+\frac{1}{3r_e^3}f_{e3}(z)[p_3x(x^2-3y^2)-q_3y(3x^2-y^2)]\\&-\frac{1}{6r_e}f''_{e1}(z)(p_1x^3-q_1y^3)-\frac{1}{24r_e^2}f''_e(z)(x^4-y^4)\Big\},\end{aligned}\qquad (1)$$

illetve

$$\psi(x,y,z) = -2WN\left\{\frac{1}{r_m^2}f_m(z)xy + \frac{1}{r_m}f_{m1}(z)(s_1x+t_1y)\right.$$
$$+\frac{1}{3r_m^3}f_{m3}(z)[s_3y(3x^2-y^2)+t_3x(3y^2-x^2)]$$
$$-\frac{1}{12r_m}f''_{m1}(z)[s_1x(x^2+3y^2)+t_1y(y^2+3x^2)] \qquad (2)$$
$$\left.+\frac{1}{12r_m^2}f''_m(z)xy(x^2+y^2)\right\}.$$

alakban adható meg. V ill. W az elektródák feszültsége ill. a póluserősség, K és N az elektródák ill. pólusok alakjától függő állandók, $f_{ei}(z)$ ill. $f_{mi}(z)$ az elektrosztatikus ill. mágneses térkomponensek z-függését leiró normált függvények, p_i, q_i, t_i és s_i pedig az elektrosztatikus ill. mágneses dipól és hexapól komponensek erősségét adják meg, amelyek az aszimmetrizálással arányosak [2, 4]. A ' z-szerinti deriválást jelöl.

Az ionoptikai probléma variációs függvényét a Descartes-rendszer használatánál nem-relativisztikus közelitésben megkapjuk, ha a potenciálfüggvényeket az

$$m(x,x',y,y'z) = \sqrt{\phi(1+x'^2+y'^2)} - \sqrt{\frac{e}{2m}}(A_x x' + A_y y' + A_z) \qquad (3)$$

kifejezésbe helyettesitjük [5], ahol e és m a részecske töltése és tömege. A_x, A_y és A_z a vektorpotenciál komponenseit jelentik, amelyek a ψ skalárpotenciálból állithatók elő /lásd pl. [6]/.

Az (1) és (2) potenciálfüggvényeknek megfelelő terek ionoptikai sajátságait megkapjuk, ha a (3) alaku variációs függvényt az Euler-Lagrange egyenletekbe helyettesitjük. Ezek az egyenletek általában nemlineáris másodrendü közönséges differenciálegyenlet-rendszerre vezetnek, amelyek megoldása analitikusan nem lehetséges. Ezért ugy szokás eljárni, hogy a variációs függvényt x, x',y és y' szerinti haladó sorba fejtjük, azaz

$$m = m^{(0)} + m^{(1)} + m^{(2)} + m^{(3)} + m^{(4)} + \ldots,$$

ahol $m^{(i)}$ x, y, x' és y'-ben homogén polinomot jelentenek, ha a z-tengely valós pálya. Az $m^{(0)}$ tag az ionoptikai problémában nem játszik szerepet, az $m^{(1)}$ pedig eltünik, ha a z-tengely valós pálya /alappálya/ [5] . Esetünkben ez nem teljesül, mivel eltéritő sajátságokkal is biró rendszerről van szó, de feltételezzük, hogy az eltéritést okozó p_i, q_i, s_i és t_i paraméterek x, y, x', y'-vel azonos nagyságrendüek; igy $m^{(1)}$ $m^{(2)}$-be foglalható. Az

$m^{(2)}$ függvénynek az Euler-Lagrange egyenletekbe való behelyettesitése adja az un. paraxiális pálya egyenleteket, amelyek ortogonális rendszerek esetében - igy esetünkben is - szeparált lineáris másodrendü differenciálegyenletekké esnek szét. Ezeknek az általános megoldásai az általunk választott parametrizálás esetén

$$x = x_o x_\alpha + x'_o x_\beta + x_\gamma$$
$$y = y_o y_\alpha + y'_o y_\beta + y_\gamma \qquad (4)$$

alakuak.

A fentebb emlitett, p_i, q_i, s_i és t_i paraméterekre vonatkozó feltevésekből következik, hogy az $m^{(3)}$ tag szintén negyedrendü, igy az aszimmetrikusan táplált kvadrupóllencsék elsődleges geometriai aberrációját az $m^{(4)}$ tag adja meg, azaz az aberrációk harmadrendüek lesznek. A variációs függvényt a számitások elvégzése szempontjából egyszerübb alakra hozhatjuk; szorozhatjuk állandókkal, hozzáadhatjuk az $m^{(2)}$ tag állandóval való szorzatát és felhasználhatjuk az un. parciális integrálási szabályt [5]. Ekkor a negyedrendü variációs függvényre

$$\begin{aligned} m^{(4)} = & -\beta_e^2\left[\frac{1}{2}\beta_e^2 f_{e1}^2 (p_1x-q_1y)^2 + \frac{1}{2}f'_{e1}(p_1x^2x'-q_1y^2y')\right. \\ & - f_{e3}xy(p_3y+q_3x) + \frac{1}{3}f_{e3}(p_3x^3+q_3y^3) \\ & + \frac{1}{2}\beta_e^2 f_e f_{e1}(p_1x-q_1y)(x^2-y^2) \\ & + \frac{1}{2}f_{e1}(p_1x-q_1y)(x'^2+y'^2) + \frac{1}{6}f'_e(x^3x'-y^3y') \\ & + \frac{1}{8}\beta_e^2 f_e^2(x^2-y^2)^2 \\ & \left. + \frac{1}{4}f_e(x'^2+y'^2)(x^2-y^2)\right] + \beta_m^2\left[f_{m3}xy(s_3y-t_3x)\right. \\ & + \frac{1}{3}f_{m3}(t_3y^3-s_3x^3) + \frac{1}{4}f'_{m1}(x^2+y^2)(s_1y'-t_1x') \\ & + \frac{1}{2}f'_{m1}xy(t_1y'-s_1x') - \frac{1}{12}f'_m xx'(x^2+3y^2) \\ & \left. + \frac{1}{12}f'_m yy'(y^2+3x^2)\right]. \end{aligned} \qquad (5)$$

alakot kapjuk. Itt bevezettük a későbbiekben is használt

$$p_1 \to p_1 r_e, \quad q_1 \to q_1 r_e, \quad p_3 \to \frac{p_3}{r_e}, \quad q_3 \to \frac{q_3}{r_e}, \qquad (6)$$

$$t_1 \to t_1 r_m, \quad s_1 \to s_1 r_m, \quad t_3 \to \frac{t_3}{r_m}, \quad s_3 \to \frac{s_3}{r_m}$$

jelöléseket. Ha az $m^{(2)} + m^{(4)}$ függvényt helyettesitjük az Euler-Lagrange egyenletekbe akkor az un. harmadrendü pályaegyenleteket kapjuk [2, 3], amelyekből az un. trajektória-módszerrel szintén előállithatjuk az aberrációs együtthatókat [7].

A NEGYEDRENDÜ PERTURBÁCIÓS KARAKTERISZTIKUS FÜGGVÉNY ELŐÁLLITÁSA

A perturbációs karakterisztikus függvények általános elméletéből következik [8, 1], hogy a variációs függvényből

$$U^{(4)} = \int_{z_o}^{z_1} m^{(4)} dz \qquad (7)$$

alakban állitható elő. Az integrálás utja a perturbálatlan pálya; ami azt jelenti, hogy az $m^{(4)}$-ben szereplő x, x', y, és y' változók helyére a (4) paraxiális pályaegyenleteket ill. azok z-szerinti deriváltjait kell behelyettesiteni. Az integrálást a megoldandó ionoptikai probléma által rögzitett sikok, azaz z_o, z_1 határok között kell elvégezni.

Az $m^{(4)}$ kifejezésében látható, hogy a tér z-irányu lefutását leiró függvények z-szerinti deriváltjai is szerepelnek. Ezek kiküszöbölése az $U^{(4)}$ függvényből számitástechnikai okokból általában előnyös; ez parciális integrálással végezhető el.

Az emlitett eljárással a perturbációs karakterisztikus függvény a paraxiális pálya z_o tetszőleges sikon felvett értéke és meredeksége, azaz x_o, x_o', y_o és y_o' szerinti polinom alakjában adódik:

$$U^{(4)} = \sum_{m=0}^{4} [ijk\ell] x_o^i x_o'^j y_o^k y_o'^\ell \qquad (8)$$

ahol $m = i+j+k+\ell$. A közleményhez tartozó A függelékben az $[ijk\ell]$ együtthatókat adtuk meg teljesen általános alakban, külön elektrosztatikus /$\beta_m=0$/ és külön mágneses /$\beta_e=0$/ esetre. Meghatározásuk-

nál sem a paraxiális megoldásokra, sem az $f_i(z)$ függvényekre nem tettünk semmilyen kikötést. Általánosságuknál fogva ezek a kifejezések speciális potenciál-modellek, vagy kisérletileg meghatározott $f_i(z)$ függvények esetén akár analitikus, akár numerikus aberráció számitások kiinduló pontja lehet.

Megemlitjük, hogy más parametrizálásra /pl. tárgysik, aperturasik/ a paraxiális megoldások egyszerü módositásával térhetünk át.

ABERRÁCIÓS EGYÜTTHATÓK "VÉKONYLENCSE" KÖZELITÉSBEN

A jelenleg használatos parametrizálás esetén az aberrációs együtthatók a perturbációs karakterisztikus függvényből a pálya (x,z) sikra vett vetületére az

$$x^{(3)} = \frac{1}{W_x\sqrt{\phi}} \left[x_\beta \frac{\partial U^{(4)}}{\partial x_o} - x_\alpha \frac{\partial U^{(4)}}{\partial x'_o} + x_\beta \left[\frac{d}{dz} \frac{\partial U^{(4)}}{\partial x'_o} \right] \right]_{z=z_o} \qquad (9)$$

összefüggés alapján származtathatók [1], ahol ϕ a részecskék energiája és $W_x = x_\alpha x'_\beta - x_\beta x'_\alpha$. Az (y,z) sikra vonatkozó egyenlet egyszerü átjelöléssel kapható.

A "vékonylencse" közelités alkalmazásánál a szokásos feltevéseket tettük [9]; azaz feltételeztük, hogy

$$\beta^2 L^2 << 1, \quad \frac{T}{L} >> 1, \quad \frac{T}{L} \geq \frac{1}{\beta^2 L^2} \qquad (10)$$

ahol β a lencseerősség, L a lencse hossza, T a tárgytávolság. Ekkor a paraxiális megoldások az (x,z) sikra a tárgysikon, a tárgysik és a lencse között, a lencse terében, a lencse és a képsik között, valamint a képsikon rendre:

x_α =	1	1	1	$1-x^2(z-T_c)$	G_c
x_β =	0	z	T_c	$T_c-(1-T_c x^2)(z-T_c)$	0
x_γ =	0	0	0	$-x^2 p_1 (z-T_c)$	$-x^2 p_1 K_c$
x'_α =	0	0	$-x^2$	$-x^2$	$-x^2$
x'_β =	1	1	$1-T_c x^2$	$1-T_c x^2$	$\frac{1}{G_c}$
x'_γ =	0	0	$-x^2 p_1$	$-x^2 p_1$	$-x^2 p_1$

Itt bevezettük a $\beta L = x$ jelölést, és minden hosszmennyiséget L egységekben mérünk.

Ezekkel a függvényekkel kiszámitva az [ijkℓ] együtthatókat, és alkalmazva a (9) formulát, az (ijkℓ) aberrációs együtthatókat kapjuk. A B függelékben ezek az együtthatók szerepelnek elektrosztatikus és mágneses lencsékre. Hangsulyozzuk, hogy ezek a formulák a fókuszáló sikban fellépő aberrációkat adják meg és a hozzátartozó képsikra vonatkoznak. Ebből a D-sik együtthatóit egyszerüen kiszámithatjuk az

$$x_o \leftrightarrow y_o \qquad x_o' \leftrightarrow y_o' \qquad \beta \rightarrow i\beta$$

$$p_1 \leftrightarrow q_1 \qquad p_3 \leftrightarrow -q_3 \qquad t_1 \leftrightarrow s_1 \qquad t_3 \leftrightarrow s_3$$

$$T_C \leftrightarrow T_D \qquad G_C \leftrightarrow G_D$$

átjelölésekkel. Ezek az együtthatók a D-sik képsikjára vonatkoznak.

Ha azonban egy lencse aberrációs görbéit vizsgáljuk, ismernünk kell a D-sik aberrációinak értékét is a C-sik képsikján /vagy forditva/. Ismernünk kell továbbá összetett rendszerek számitásához a harmadrendü pályák deriváltjait is. Szerencsére ezeknek a kifejezései nagyon egyszerüen meghatározhatók. A "vékonylencse" közelités ugyanis azt jelenti, hogy a lencsét a centrumában elhelyezkedő "törőfelülettel" helyettesitjük, vagyis a pályáknak csak a meredeksége változik ezen a sikon. Ennek igaznak kell lennie az aberrációknál is. Ezért $x^{(3)}$ kifejezésében bármelyik (ijkℓ) együtthatóból az (ijkℓ)' együtthatót az

$$(ijk\ell)' = \frac{(ijk\ell)}{K}$$

összefüggés alapján határozhatjuk meg. Vagyis a D-sik képsikjára vonatkozó együtthatókban a $-G_d T_d$ tényezőt egyszerüen $-G_c T_c$-vel helyettesitjük /mivel $K_d = -G_d T_d$ és $K_c = -G_c T_c$/, és igy a D-sik aberrációit kapjuk a C-sik képsikján.

A "vékonylencse" közelités nyilvánvalóan gyenge lencséknél ad kielégitő pontosságu eredményeket, ugyanakkor meg kell jegyeznünk, hogy jól használhatók a "vastag" lencsék sajátságainak becslésére, viselkedésük jellegének leirására.

Megjegyezzük, hogy a B függelékben szereplő szimmetrikus esetre vonatkozó tagok megegyeznek a korábbi eredményekkel /pl. [9]/, ugyanakkor a [10] közleményben szereplő, aszimmetrizálástól függő szférikus jellegü tagok nem helyesek.

A. FÜGGELÉK

Aszimmetrikusan táplált kvadrupóllencsék perturbációs karakterisztikus függvényének együtthatói

Ebben a függelékben megadjuk az aszimmetrikusan táplált elektrosztatikus és mágneses kvadrupóllencsék harmadrendü geometriai aberrációinak számitásához szükséges perturbációs karakterisztikus függvény együtthatóit. Mivel a két esetet külön-külön tárgyaljuk, az egyszerüség kedvéért elhagyjuk az elektrosztatikus ill. mágneses mennyiségek jelölésére használt e ill. m indexeket, nem jelöljük az integrálás határait /kivételt képeznek a parciálisan kiintegrált tagok/. A terjedelem felesleges növelésének elkerülése céljából pedig nem közöljük azokat az együtthatókat, amelyek valamilyen egyszerü átjelöléssel más együtthatókból előállithatók.

Ezek az átjelölési müveletek a következők:

$$[ijk\ell] \rightarrow [jik\ell] \qquad x_\alpha \leftrightarrow x_\beta$$

$$[ijk\ell] \rightarrow [ij\ell k] \qquad y_\alpha \leftrightarrow y_\beta$$

$$[ijk\ell] \rightarrow [k\ell ij]$$

Elektrosztatikus esetben

$$x_\alpha \leftrightarrow y_\alpha \qquad x_\beta \leftrightarrow y_\beta \qquad x_\gamma \leftrightarrow y_\gamma$$
$$p_1 \leftrightarrow q_1 \qquad p_3 \leftrightarrow -q_3 \qquad \beta \rightarrow i\beta$$

Mágneses esetben

$$x_\alpha \leftrightarrow y_\alpha \qquad x_\beta \leftrightarrow y_\beta \qquad x_\gamma \leftrightarrow y_\gamma$$
$$t_1 \leftrightarrow s_1 \qquad t_3 \leftrightarrow s_3 \qquad \beta \rightarrow i\beta$$

Elektrosztatikus eset

$$\begin{aligned}
[1000] = &- \beta^4 p_1 \int f_1^2 x_\alpha (p_1 x_\gamma - q_1 y_\gamma)\,dz - \tfrac{1}{2}\beta^4 \int f^2 x_\alpha x_\gamma (\tfrac{7}{3}x_\gamma^2 - y_\gamma^2)\,dz \\
&+ \tfrac{1}{2}\beta^4 \int f f_1 x_\alpha [2q_1 x_\gamma y_\gamma + p_1 (y_\gamma^2 - 6x_\gamma^2)]\,dz \\
&+ \beta^2 \int f_3 x_\alpha [2q_3 x_\gamma y_\gamma - p_3 (x_\gamma^2 - y_\gamma^2)]\,dz \\
&+ \tfrac{1}{2}\beta^2 \int f_1 [p_1 (x_\alpha x_\gamma'^2 + 2x_\alpha' x_\gamma x_\gamma' - x_\alpha y_\gamma'^2) + 2q_1 x_\alpha' x_\gamma' y_\gamma]\,dz \\
&+ \tfrac{1}{2}\beta^2 \int f [x_\gamma (x_\alpha x_\gamma'^2 + x_\alpha' x_\gamma x_\gamma' - x_\alpha y_\gamma'^2) + x_\alpha' x_\gamma' y_\gamma^2]\,dz \\
&- \tfrac{1}{2}\int x_\alpha' x_\gamma' (x_\gamma'^2 + y_\gamma'^2)\,dz \\
&- \tfrac{1}{2}\beta^2 p_1 \left[f_1 (x_\alpha x_\gamma^2)' \right]_{z_o}^{z_1} - \tfrac{1}{6}\beta^2 \left[f (x_\alpha x_\gamma^3)' \right]_{z_o}^{z_1}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
[2000] = &- \tfrac{1}{2}\beta^4 p_1^2 \int f_1^2 x_\alpha^2\,dz - \tfrac{1}{2}\beta^4 \int f f_1 x_\alpha^2 (6p_1 x_\gamma - q_1 y_\gamma)\,dz \\
&- \tfrac{1}{4}\beta^4 \int f^2 x_\alpha^2 (7x_\gamma^2 - y_\gamma^2)\,dz - \beta^2 \int f_3 x_\alpha^2 (p_3 x_\gamma - q_3 y_\gamma)\,dz \\
&+ \tfrac{1}{2}\beta^2 \int f_1 [p_1 x_\alpha' (x_\alpha' x_\gamma + 2x_\alpha x_\gamma') + q_1 x_\alpha'^2 y_\gamma]\,dz \\
&+ \tfrac{1}{4}\beta^2 \int f [x_\alpha'^2 (x_\gamma^2 + y_\gamma^2) + x_\alpha^2 (x_\gamma'^2 - y_\gamma'^2) + 4x_\alpha x_\alpha' x_\gamma x_\gamma']\,dz \\
&- \tfrac{1}{4}\int x_\alpha'^2 (3x_\gamma'^2 + y_\gamma'^2)\,dz \\
&- \tfrac{1}{2}\beta^2 p_1 \left[f_1 (x_\alpha^2 x_\gamma)' \right]_{z_o}^{z_1} - \tfrac{1}{4}\beta^2 \left[f (x_\alpha^2 x_\gamma^2)' \right]_{z_o}^{z_1}
\end{aligned}$$

$$
\begin{aligned}
[1100] = &- \beta^4\beta_1^2\int f_1^2 x_\alpha x_\beta dz - \beta^4\int f f_1 x_\alpha x_\beta (6p_1 x_\gamma - q_1 y_\gamma)dz \\
&- \tfrac{1}{2}\beta^4\int f^2 x_\alpha x_\beta (7x_\gamma^2 - y_\gamma^2)dz - 2\beta^2\int f_3 x_\alpha x_\beta (p_3 x_\gamma - q_3 y_\gamma)dz \\
&+ \beta^2\int f_1 [x_\alpha' x_\beta' (p_1 x_\gamma + q_1 y_\gamma) + p_1 x_\gamma' (x_\alpha x_\beta)']dz \\
&+ \tfrac{1}{2}\beta^2\int f [x_\alpha x_\beta (x_\gamma'^2 - y_\gamma'^2) + x_\alpha' x_\beta' (x_\gamma^2 + y_\gamma^2) + 2x_\gamma x_\gamma' (x_\alpha x_\beta)']dz \\
&- \tfrac{1}{2}\int x_\alpha' x_\beta' (3x_\gamma'^2 + y_\gamma'^2)dz \\
&- \beta^2 p_1 \left[f_1 (x_\alpha x_\beta x_\gamma)' \right]_{z_o}^{z_1} - \tfrac{1}{2}\beta^2 \left[f (x_\alpha x_\beta x_\gamma^2)' \right]_{z_o}^{z_1}
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
[1010] = &\ \beta^4 p_1 q_1 \int f_1^2 x_\alpha y_\alpha dz + \beta^4 \int f f_1 x_\alpha y_\alpha (q_1 x_\gamma + p_1 y_\gamma)dz \\
&+ \beta^4 \int f^2 x_\alpha y_\alpha x_\gamma y_\gamma dz + 2\beta^2 \int f_3 x_\alpha y_\alpha (q_3 x_\gamma + p_3 y_\gamma)dz \\
&- \beta^2 \int f_1 (p_1 x_\alpha y_\alpha' y_\gamma' - q_1 x_\alpha' y_\alpha x_\gamma')dz \\
&- \beta^2 \int f (x_\alpha y_\alpha' x_\gamma y_\gamma' - x_\alpha' y_\alpha x_\gamma' y_\gamma)dz - \int x_\alpha' y_\alpha' x_\gamma' y_\gamma' dz
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
[3000] = &-\beta^4 p_1 \int f f_1 x_\alpha^3 dz - \tfrac{7}{6}\beta^4 \int f^2 x_\alpha^3 x_\gamma dz \\
&- \tfrac{1}{3}\beta^2 p_3 \int f_3 x_\alpha^3 dz + \tfrac{1}{2}\beta^2 p_1 \int f_1 x_\alpha x_\alpha'^2 dz \\
&+ \tfrac{1}{2}\beta^2 \int f x_\alpha x_\alpha' (x_\alpha x_\gamma)' dz - \tfrac{1}{2}\int x_\alpha'^3 x_\gamma' dz \\
&- \tfrac{1}{6}\beta^2 p_1 \left[f_1 (x_\alpha^3)' \right]_{z_o}^{z_1} - \tfrac{1}{6}\beta^2 \left[f (x_\alpha^3 x_\gamma)' \right]_{z_o}^{z_1}
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
[2100] = &- 2\beta^4 p_1 \int f f_1 x_\alpha^2 x_\beta dz - \tfrac{7}{2}\beta^4 \int f^2 x_\alpha^2 x_\beta x_\gamma dz \\
&- \beta^2 p_3 \int f_3 x_\alpha^2 x_\beta dz + \tfrac{1}{2}\beta^2 p_1 \int f_1 x_\alpha' (x_\beta x_\alpha' + 2x_\alpha x_\beta')dz \\
&+ \tfrac{1}{2}\beta^2 \int f [x_\alpha'^2 x_\beta x_\gamma + x_\alpha^2 x_\beta' x_\gamma' + 2x_\alpha x_\alpha' (x_\beta x_\gamma)']dz \\
&- \tfrac{3}{2}\int x_\alpha'^2 x_\beta' x_\gamma dz \\
&- \tfrac{1}{2}\beta^2 p_1 \left[f_1 (x_\alpha^2 x_\beta)' \right]_{z_o}^{z_1} - \tfrac{1}{2}\beta^2 \left[f (x_\alpha^2 x_\beta x_\gamma)' \right]_{z_o}^{z_1}
\end{aligned}
$$

$$[2010] = \frac{1}{2}\beta^4 q_1 \int f f_1 x_\alpha^2 y_\alpha dz + \frac{1}{2}\beta^4 \int f^2 x_\alpha^2 y_\alpha y_\gamma dz$$
$$+ \beta^2 q_3 \int f_3 x_\alpha^2 y_\alpha dz + \frac{1}{2}\beta^2 q_1 \int f_1 x_\alpha'^2 y_\alpha dz$$
$$+ \frac{1}{2}\beta^2 \int f(x_\alpha'^2 y_\alpha y_\gamma - x_\alpha^2 y_\alpha' y_\gamma') dz - \frac{1}{2}\int x_\alpha'^2 y_\alpha' y_\gamma' dz$$

$$[1110] = \beta^4 q_1 \int f f_1 x_\alpha x_\beta y_\alpha dz + \beta^4 \int f^2 x_\alpha x_\beta y_\alpha y_\gamma dz$$
$$+ 2\beta^2 q_3 \int f_3 x_\alpha x_\beta y_\alpha dz + \beta^2 q_1 \int f_1 x_\alpha' x_\beta' y_\alpha dz$$
$$+ \beta^2 \int f(x_\alpha' x_\beta' y_\alpha y_\gamma - x_\alpha x_\beta y_\alpha' y_\gamma') dz - \int x_\alpha' x_\beta' y_\alpha' y_\gamma' dz$$

$$[4000] = -\frac{7}{24}\beta^4 \int f^2 x_\alpha^4 dz + \frac{1}{4}\beta^2 \int f x_\alpha^2 x_\alpha'^2 dz$$
$$- \frac{1}{8}\int x_\alpha'^4 dz - \frac{1}{24}\beta^2 \left[f(x_\alpha^4)' \right]_{z_0}^{z_1}$$

$$[3100] = -\frac{7}{6}\beta^4 \int f^2 x_\alpha^3 x_\beta dz + \frac{1}{2}\beta^2 \int f x_\alpha x_\alpha' (x_\alpha x_\beta)' dz$$
$$- \frac{1}{2}\int x_\alpha'^3 x_\beta' dz - \frac{1}{6}\beta^2 \left[f(x_\alpha^2 x_\beta)' \right]_{z_0}^{z_1}$$

$$[2200] = -\frac{7}{4}\beta^4 \int f^2 x_\alpha^2 x_\beta^2 dz + \frac{1}{4}\beta^2 \int f(x_\beta^2 x_\alpha'^2 + x_\beta'^2 x_\alpha^2 + 4 x_\alpha x_\alpha' x_\beta x_\beta') dz$$
$$- \frac{3}{4}\int x_\alpha'^2 x_\beta'^2 dz - \frac{1}{4}\beta^2 \left[f(x_\alpha^2 x_\beta^2)' \right]_{z_0}^{z_1}$$

$$[2020] = \frac{1}{4}\beta^4 \int f^2 x_\alpha^2 y_\alpha^2 dz - \frac{1}{4}\beta^2 \int f(x_\alpha^2 y_\alpha'^2 - x_\alpha'^2 y_\alpha^2) dz$$
$$- \frac{1}{4}\int x_\alpha'^2 y_\alpha'^2 dz$$

$$[1120] = \frac{1}{2}\beta^4 \int f^2 x_\alpha x_\beta y_\alpha^2 dz - \frac{1}{2}\beta^2 \int f(x_\alpha x_\beta y_\alpha'^2 - x_\alpha' x_\beta' y_\alpha^2) dz$$
$$- \frac{1}{2}\int x_\alpha' x_\beta' y_\alpha'^2 dz$$

$$[1111] = \beta^4\int f^2 x_\alpha x_\beta y_\alpha y_\beta dz - \beta^2\int f(x_\alpha x_\beta y'_\alpha y'_\beta - x'_\alpha x'_\beta y_\alpha y_\beta)dz$$
$$- \int x'_\alpha x'_\beta y'_\alpha y'_\beta dz$$

Mágneses eset

$$[1000] = -\beta^4\int f^2 x_\alpha x_\gamma (y_\gamma^2 + \tfrac{1}{3}x_\gamma^2)dz - \tfrac{3}{4}\beta^4\int f f_1 x_\alpha [t_1(x_\gamma^2+y_\gamma^2)$$
$$+ 2s_1 x_\gamma y_\gamma]dz + \beta^2\int f_3 x_\alpha (s_3 y_\gamma^2 - 2t_3 x_\gamma y_\gamma - s_3 x_\gamma^2)dz$$
$$- \tfrac{1}{2}\beta^2\int f_1[t_1 x_\alpha (y'^2_\gamma - x'^2_\gamma) - 2t_1 x_\alpha x_\gamma x'_\gamma - 2s_1 x_\alpha x'_\gamma y_\gamma]dz$$
$$- \tfrac{1}{2}\beta^2\int f[x_\alpha x_\gamma (y'^2_\gamma - x'^2_\gamma) - x'_\alpha x'_\gamma (x_\gamma^2 + y_\gamma^2)]dz$$
$$- \tfrac{1}{2}\int x'_\alpha x'_\gamma (x'^2_\gamma + y'^2_\gamma)dz$$
$$- \tfrac{1}{2}\beta^2 s_1 \left[f_1[x_\alpha x_\gamma y'_\gamma - y_\gamma (x_\alpha x_\gamma)']\right]_{z_o}^{z_1}$$
$$+ \tfrac{1}{4}\beta^2 t_1 \left[f_1[2x_\alpha y_\gamma y'_\gamma - x'_\alpha y_\gamma^2 - (x_\alpha x_\gamma^2)']\right]_{z_o}^{z_1}$$
$$+ \tfrac{1}{4}\beta^2 \left[f[2x_\alpha x_\gamma y_\gamma y'_\gamma - y_\gamma^2 (x_\alpha x_\gamma)' - \tfrac{1}{3}(x_\alpha x_\gamma^3)']\right]_{z_o}^{z_1}$$

$$[2000] = -\tfrac{1}{2}\beta^4\int f^2 x_\alpha^2 (x_\gamma^2 + y_\gamma^2)dz - \tfrac{3}{4}\beta^4\int f f_1 x_\alpha^2 (t_1 x_\gamma + s_1 y_\gamma)dz$$
$$- \beta^2\int f_3 x_\alpha^2 (t_3 y_\gamma + s_3 x_\gamma)dz + \tfrac{1}{2}\beta^2\int f_1[x'^2_\alpha (t_1 x_\gamma + s_1 y_\gamma)$$
$$+ 2t_1 x_\alpha x'_\alpha x'_\gamma]dz + \tfrac{1}{4}\beta^2\int f[x'^2_\alpha (x_\gamma^2 + y_\gamma^2) + x_\alpha^2 (x'^2_\gamma - y'^2_\gamma)$$
$$+ 4x_\alpha x'_\alpha x_\gamma x'_\gamma]dz - \tfrac{1}{4}\int x'^2_\alpha (3x'^2_\gamma + y'^2_\gamma)dz$$
$$+ \tfrac{1}{4}\beta^2 s_1 \left[f_1 x_\alpha (x_\alpha y'_\gamma - 2x'_\alpha y_\gamma)\right]_{z_o}^{z_1} - \tfrac{1}{4}\beta^2 t_1 \left[f_1 (x_\alpha^2 x_\gamma)'\right]_{z_o}^{z_1}$$
$$- \tfrac{1}{4}\beta^2 \left[f[x_\alpha x'_\alpha (x_\gamma^2 + y_\gamma^2) + x_\alpha^2 (x_\gamma x'_\gamma - y_\gamma y'_\gamma)]\right]_{z_o}^{z_1}$$

$$
\begin{aligned}
[1100] = &- \beta^4\int f^2 x_\alpha x_\beta (x_\gamma^2+y_\gamma^2)dz - \tfrac{3}{2}\beta^4\int f f_1 x_\alpha x_\beta (t_1 x_\gamma + s_1 y_\gamma)dz \\
&- 2\beta^2\int f_3 x_\alpha x_\beta (t_3 y_\gamma + s_3 x_\gamma)dz \\
&+ \beta^2\int f_1 [s_1 x'_\alpha x'_\beta y_\gamma + t_1 (x_\alpha x_\beta x_\gamma)']dz \\
&+ \tfrac{1}{2}\beta^2\int f[x'_\alpha x'_\beta (x_\gamma^2+y_\gamma^2) + x_\alpha x_\beta (x'^2_\gamma - y'^2_\gamma) + 2x_\gamma x'_\gamma (x_\alpha x_\beta)']dz \\
&- \tfrac{1}{2}\int x'_\alpha x'_\beta (3x'^2_\gamma + y'^2_\gamma)dz \\
&+ \tfrac{1}{2}\beta^2 s_1 \left[f_1 [x_\alpha x_\beta y'_\gamma - y_\gamma (x_\alpha x_\beta)']\right]_{z_o}^{z_1} - \tfrac{1}{2}\beta^2 t_1 \left[f_1 (x_\alpha x_\beta x_\gamma)'\right]_{z_o}^{z_1} \\
&- \tfrac{1}{4}\beta^2 \left[f[(x_\alpha x_\beta)'(x_\gamma^2+y_\gamma^2) + 2x_\alpha x_\beta (x_\gamma x'_\gamma - y_\gamma y'_\gamma)]\right]_{z_o}^{z_1}
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
[1010] = &- 2\beta^4\int f^2 x_\alpha y_\alpha x_\gamma y_\gamma dz - \tfrac{3}{2}\beta^2\int f f_1 x_\alpha y_\alpha (s_1 x_\gamma + t_1 y_\gamma)dz \\
&+ 2\beta^2\int f_3 x_\alpha y_\alpha (s_3 y_\gamma - t_3 x_\gamma)dz \\
&+ \beta^2\int f_1 (s_1 x'_\alpha x'_\gamma y_\alpha - t_1 x_\alpha y'_\alpha y'_\gamma)dz \\
&- \beta^2\int f (x_\alpha x_\gamma y'_\alpha y'_\gamma - x'_\alpha x'_\gamma y_\alpha y_\gamma)dz - \int x'_\alpha y'_\alpha x'_\gamma y'_\gamma dz \\
&+ \tfrac{1}{2}\beta^2 t_1 \left[f_1 (x_\alpha y'_\alpha y_\gamma - x'_\alpha y_\alpha y_\gamma + x_\alpha y_\alpha y'_\gamma)\right]_{z_o}^{z_1} \\
&+ \tfrac{1}{2}\beta^2 s_1 \left[f_1 (x_\alpha y'_\alpha x_\gamma - x'_\alpha y_\alpha x_\gamma - x_\alpha y_\alpha x'_\gamma)\right]_{z_o}^{z_1} \\
&+ \tfrac{1}{2}\beta^2 \left[f[x_\alpha x_\gamma (y_\alpha y_\gamma)' - y_\alpha y_\gamma (x_\alpha x_\gamma)']\right]_{z_o}^{z_1}
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
[3000] = &- \tfrac{1}{3}\beta^4\int f^2 x_\alpha^3 x_\gamma dz - \tfrac{1}{4}\beta^4 t_1\int f f_1 x_\alpha^3 dz \\
&- \tfrac{1}{3}\beta^2 s_3\int f_3 x_\alpha^3 dz + \tfrac{1}{2}\beta^2 t_1\int f_1 x_\alpha x'^2_\alpha dz \\
&+ \tfrac{1}{2}\beta^2\int f x_\alpha x'_\alpha (x_\alpha x_\gamma)' dz - \tfrac{1}{2}\int x'^3_\alpha x'_\gamma dz \\
&- \tfrac{1}{12}\beta^2 t_1 \left[f_1 (x_\alpha^3)'\right]_{z_o}^{z_1} - \tfrac{1}{12}\beta^2 \left[f (x_\alpha^3 x_\gamma)'\right]_{z_o}^{z_1}
\end{aligned}
$$

$$[2100] = -\beta^4 t_1 \int f^2 x_\alpha^2 x_\beta x_\gamma dz - \frac{3}{4}\beta^4 t_1 \int x_\alpha^2 x_\beta dz$$
$$- \beta^2 s_3 \int f_3 x_\alpha^2 x_\beta dz + \frac{1}{2}\beta^2 t_1 \int f_1 (x_\alpha'^2 x_\beta + 2x_\alpha x_\alpha' x_\beta') dz$$
$$+ \frac{1}{2}\beta^2 t_1 \int f[x_\alpha'^2 x_\beta x_\gamma + x_\alpha^2 x_\alpha' x_\gamma' + 2x_\alpha x_\alpha' (x_\beta x_\gamma)'] dz$$
$$+ \frac{3}{2}\int x_\alpha'^2 x_\beta' x_\gamma' dz - \frac{1}{4}\beta^2 t_1 \left[f_1 (x_\alpha^2 x_\beta)' \right]_{z_o}^{z_1}$$
$$- \frac{1}{4}\beta^2 t_1 \left[f (x_\alpha^2 x_\beta x_\gamma)' \right]_{z_o}^{z_1}$$

$$[2010] = -\beta^4 \int f^2 x_\alpha^2 y_\alpha y_\gamma dz - \frac{3}{4}\beta^2 s_1 \int f f_1 x_\alpha^2 y_\alpha dz$$
$$- \beta^2 t_3 \int f_3 x_\alpha^2 y_\alpha dz + \frac{1}{2}\beta^2 s_1 \int f_1 x_\alpha'^2 y_\alpha dz$$
$$- \frac{1}{2}\beta^2 \int f (x_\alpha^2 y_\alpha' y_\gamma' - x_\alpha'^2 y_\alpha y_\gamma) dz - \frac{1}{2}\int x_\alpha'^2 y_\alpha' y_\gamma' dz$$
$$+ \frac{1}{4}\beta^2 s_1 \left[f_1 (x_\alpha^2 y_\alpha' - 2x_\alpha x_\alpha' y_\alpha) \right]_{z_o}^{z_1}$$
$$+ \frac{1}{4}\beta^2 \left[f[x_\alpha^2 (y_\alpha y_\gamma)' - 2x_\alpha x_\alpha' y_\alpha y_\gamma] \right]_{z_o}^{z_1}$$

$$[1110] = -2\beta^4 \int f^2 x_\alpha x_\beta y_\alpha y_\gamma dz - \frac{3}{2}\beta^4 \int f f_1 x_\alpha x_\beta y_\alpha dz$$
$$- 2\beta^2 t_3 \int f_3 x_\alpha x_\beta y_\alpha dz + \beta^2 s_1 \int f_1 x_\alpha' x_\beta' y_\alpha dz$$
$$- \beta^2 \int f (x_\alpha x_\beta y_\alpha' y_\gamma' - x_\alpha' x_\beta' y_\alpha y_\gamma) dz - \int x_\alpha' x_\beta' y_\alpha' y_\gamma' dz$$
$$+ \frac{1}{2}\beta^2 s_1 \left[f_1 [x_\alpha x_\beta y_\alpha' - (x_\alpha x_\beta)' y_\alpha] \right]_{z_o}^{z_1}$$
$$+ \frac{1}{2}\beta^2 \left[f[x_\alpha x_\beta (y_\alpha y_\gamma)' - y_\alpha y_\gamma (x_\alpha x_\beta)'] \right]_{z_o}^{z_1}$$

$$[4000] = -\frac{1}{12}\beta^2 \int f^2 x_\alpha^4 dz + \frac{1}{4}\beta^2 \int f x_\alpha^2 x_\alpha'^2 dz - \frac{1}{8}\int x_\alpha'^4 dz$$
$$- \frac{1}{48}\beta^2 \left[f (x_\alpha^4)' \right]_{z_o}^{z_1}$$

$$[3100] = -\frac{1}{3}\beta^4 \int f^2 x_\alpha^3 x_\beta dz + \frac{1}{2}\beta^2 \int f x_\alpha x_\alpha' (x_\alpha x_\beta)' dz$$
$$- \frac{1}{2}\int x_\alpha'^3 x_\beta' dz - \frac{1}{12}\beta^2 \left[f (x_\alpha^3 x_\beta)' \right]_{z_o}^{z_1}$$

$$[2200] = -\frac{1}{2}\beta^4\int f^2 x_\alpha^2 x_\beta^2 dz + \frac{1}{2}\beta^2\int f(x_\alpha^2 x_\beta'^2 + x_\alpha'^2 x_\beta^2 + 2x_\alpha x_\alpha' x_\beta x_\beta')\,dz$$
$$- \frac{3}{4}\int x_\alpha'^2 x_\beta'^2 dz - \frac{1}{4}\beta^2\left[f(x_\alpha x_\alpha' x_\beta^2 + x_\alpha^2 x_\beta x_\beta')\right]_{z_o}^{z_1}$$

$$[2020] = -\frac{1}{2}\beta^4\int f^2 x_\alpha^2 y_\alpha^2 dz - \frac{1}{4}\beta^2\int f(x_\alpha^2 y_\alpha'^2 - x_\alpha'^2 y_\alpha^2)dz$$
$$- \frac{1}{4}\int x_\alpha'^2 y_\alpha'^2 dz - \frac{1}{4}\beta^2\left[f(x_\alpha x_\alpha' y_\alpha^2 - x_\alpha^2 y_\alpha y_\alpha')\right]_{z_o}^{z_1}$$

$$[1120] = \beta^4\int f^2 x_\alpha x_\beta y_\alpha^2 dz - \frac{1}{2}\beta^2\int f(x_\alpha' x_\beta' y_\alpha^2 - x_\alpha x_\beta y_\alpha'^2)dz$$
$$- \frac{1}{2}\int x_\alpha' x_\beta' y_\alpha'^2 dz - \frac{1}{4}\beta^2\left[f[y_\alpha^2(x_\alpha x_\beta)' - 2x_\alpha x_\beta y_\alpha y_\alpha']\right]_{z_o}^{z_1}$$

$$[1111] = -2\beta^4\int f^2 x_\alpha x_\beta y_\alpha y_\beta dz + \beta^2\int f(x_\alpha' x_\beta' y_\alpha y_\beta - x_\alpha x_\beta y_\alpha' y_\beta')dz$$
$$- \int x_\alpha' x_\beta' y_\alpha' y_\beta' dz - \frac{1}{2}\beta^2\left[f[y_\alpha y_\beta(x_\alpha x_\beta)' - x_\alpha x_\beta(y_\alpha y_\beta)']\right]_{z_o}^{z_1}$$

B. FÜGGELÉK

Aszimmetrikusan táplált kvadrupóllencsék geometriai aberrációs együtthatói „vékonylencse" közelitésben

Elektrosztatikus eset

$$(0000) = \frac{2}{3}G_c T_c x^6 p_1(p_1^2 + q_1^2)$$

$$(1000) = 2G_c T_c x^4(p_1^2 + \frac{1}{3}x^2 q_1^2)$$

$$(0100) = 2G_c T_c^2 x^4(p_1^2 + \frac{1}{3}x^2 q_1^2)$$

$$(0010) = - G_c T_c x^4 p_1 q_1$$

$$(0001) = - G_c T_c T_d x^4 p_1 q_1$$

$$(2000) = \frac{1}{2} G_c T_c x^2 (7x^2 p_1 + 2p_3)$$

$$(1100) = G_c T_c^2 x^2 (7x^2 p_1 + 2p_3)$$

$$(0200) = \frac{1}{2} G_c T_c^3 x^2 (7x^2 p_1 + 2p_3)$$

$$(0020) = - \frac{1}{2} G_c T_c x^2 (x^2 p_1 + 2p_3)$$

$$(0011) = - G_c T_c T_d x^2 (x^2 p_1 + 2p_3)$$

$$(0002) = - \frac{1}{2} G_c T_c T_d^2 x^2 (x^2 p_1 + 2p_3)$$

$$(1010) = - G_c T_c x^2 (x^2 q_1 + 2q_3)$$

$$(1001) = - G_c T_c T_d x^2 (x^2 q_1 + 2q_3)$$

$$(0110) = - G_c T_c^2 x^2 (x^2 q_1 + 2q_3)$$

$$(0101) = - G_c T_c^2 T_d x^2 (x^2 q_1 + 2q_3)$$

$$(3000) = \frac{7}{6} G_c T_c x^4 \qquad (1011) = - G_c T_c T_d x^4$$

$$(2100) = \frac{7}{2} G_c T_c^2 x^4 \qquad (1002) = - \frac{1}{2} G_c T_c T_d^2 x^4$$

$$(1200) = \frac{7}{2} G_c T_c^3 x^4 \qquad (0120) = - \frac{1}{2} G_c T_c^2 x^4$$

$$(0300) = \frac{7}{6} G_c T_c^4 x^4 \qquad (0111) = - G_c T_c^2 T_d x^4$$

$$(1020) = - \frac{1}{2} G_c T_c x^4 \qquad (0102) = - \frac{1}{2} G_c T_c^2 T_d^2 x^4$$

Mágneses eset

$$(0000) = \frac{1}{2}G_c T_c x^6 t_1 (t_1^2 + s_1^2)$$

$$(1000) = \frac{1}{2}G_c T_c x^4 (t^2 + s_1^2)$$

$$(0100) = \frac{1}{2}G_c T_c^2 x^4 (t_1^2 + s_1^2)$$

$$(0010) = G_c T_c x^4 t_1 s_1$$

$$(0001) = G_c T_c T_d t_1 s_1$$

$$(2000) = G_c T_c x^2 (x^2 t_1 + s_3)$$

$$(1100) = 2G_c T_c^2 x^2 (x^2 t_1 + s_3)$$

$$(0200) = G_c T_c^3 x^2 (x^2 t_1 + s_3)$$

$$(0020) = G_c T_c x^2 (x^2 t_1 - s_3)$$

$$(0011) = 2G_c T_c T_d x^2 (x^2 t_1 - s_3)$$

$$(0002) = G_c T_c T_d^2 x^2 (x^2 t_1 - s_3)$$

$$(1010) = 2G_c T_c x^2 (x^2 s_1 + t_3)$$

$$(1001) = 2G_c T_c T_d x^2 (x^2 s_1 + t_3)$$

$$(0110) = 2G_c T_c^2 x^2 (x^2 s_1 + t_3)$$

$$(0101) = 2G_c T_c^2 T_d x^2 (x^2 s_1 + t_3)$$

$$(3000) = \frac{1}{3}G_c T_c x^4 \qquad (1011) = -2G_c T_c T_d x^4$$

$$(2100) = G_c T_c^2 x^4 \qquad (1002) = G_c T_c T_d^2 x^4$$

$$(1200) = G_c T_c^3 x^4 \qquad (0120) = G_c T_c^2 x^4$$

$$(0300) = \frac{1}{3} G_c T_c^4 x^4 \qquad (0111) = 2 G_c T_c^2 T_d x^4$$

$$(1020) = G_c T_c x^4 \qquad (0102) = G_c T_c^2 T_d^2 x^4$$

IRODALOM

[1] Szabó Gy., ATOMKI Közl. 15 /1973/ 183.
[2] Gy. Szabó, L. P. Ovasyannikova, Nucl. Instr. and Methods 91 /1971/ 407.
[3] Л. П. Овсянникова, Д. Сабо, ATOMKI Közl. 13 /1971/ 1.
[4] L. P. Ovsyannikova, S. Ya. Yavor, E. Koltay, Gy. Szabó, Nucl. Instr. and Methods 74 /1969/ 185.
[5] P. A. Sturrock, Static and Dinamic Electron Optics, University Press, Cambridge, 1955.
[6] W. Glaser, Grundlagen der Elektronenoptik, Springer, Wien, 1952.
[7] P. W. Hawkes, Quadrupole Optics, Springer Tracts, 42 /1966/.
[8] P. A. Sturrock, Proc. Roy. Soc. 210A /1951/ 269.
[9] С. Я. Явор, Фокусировка заряженных частиц квадрупольными линзами, АТОМИЗДАТ, Москва, 1968.
[10] Л. П. Овсянникова, С. Я. Явор, ЖТФ 41 /1971/ 1023.

ATOMKI Közlemények 16 (1974) 165-173.

ASZIMMETRIKUSAN TÁPLÁLT PSZEUDOSZTIGMATIKUS KVADRUPÓL DUBLETTEK GEOMETRIAI ABERRÁCIÓJA

SZABÓ GYULA

A közleményben az aszimmetrikusan táplált pszeudosztigmatikus elektrosztatikus és mágneses kvadrupól dublettek geometriai aberrációs együtthatóit "vékonylencse" közelitésben adtuk meg. Kimutattuk, hogy egy aszimmetrikusan táplált kvadrupól dublett nem lehet mentes az aszimmetrizálás következtében fellépő aberrációktól, de a két lencse aszimmetria-paramétereinek megfelelő megválasztásával egyes együtthatók zérussá tehetők; igy bizonyos mértékben csökkenthető az aberrációk miatti nyaláb kiszélesedés.

GEOMETRICAL ABERRATION OF PSEUDOSTIGMATIC QUADRUPOLE DOUBLETS FED ASYMMETRICALLY. The geometrical aberration coefficients of electrostatic and magnetic quadrupole doublets fed asymmetrically are given in the "weak lens" approximation. Though a quadrupole doublet fed asymmetrically is never free from aberrations due to asymmetrization, some aberration coeffitients can become zero, choosing the asymmetry parameters of the two lenses suitably. This leads to a decrease in the broadening of the beam because of the asymmetrization.

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ АБЕРРАЦИЯ ПСЕВДОСТИГМАТИЧНЫХ КВАДРУПОЛНЫХ ДУБЛЕТОВ С НЕСИММЕТРИЧНЫМ ПИТАНИЕМ. В статье даны коэффициенты геометрической аберрации псевдостигматиных электростатических и магнитных дублетов с несимметричным питанием в приближении "тонких линз". Квадрупольный дублет с несимметричным питанием не свободен от геометрических аберраций, выступающих вследствие асимметризации, но удобным выбором асимметрических параметров обеих линз некоторые коэффициенты могут стать равными с нулем. Так несколько уменьшается расширение из-за аберрации пучка.

BEVEZETÉS

A kvadrupóllencsék asztigmatikus sajátságai miatt a két egymásra merőleges, a tér szimmetria-sajátságai által kitüntetett (x,z) és (y,z) sikokban azonos tárgytávolsághoz általában különböző képtávolságok tartoznak. Dublettek esetén a lencseerősségek megfelelő megválasztásával azonban elérhető, hogy a két egymásra merőleges sikban a kép- és tárgytávolságok különkülön egyenlőek legyenek. A nagyitások azonban ekkor is különbözőek lesznek. Ezt a müködési módot nevezzük pszeudosztigmatikusnak. Ilyen kvadrupól dublettet használunk mindig, amikor "pont-pont" leképezést kell megvalósitanunk; pl. gyorsitók iontranszport rendszereiben. Éppen ezért célszerü megvizsgálni ezek geometriai aberrációját.

ÖSSZETETT RENDSZEREK ABERRÁCIÓJÁNAK SZÁMITÁSA

Mint ismeretes, az összetett rendszerek aberrációs együtthatóit legegyszerübben az un. mátrix-módszerrel állithatjuk elő [1, 2]. Ez az eljárás a paraxiális esetben használatos mátrix-módszerrel analóg. Az egyes elemek geometriai aberrációját

$$x^{(3)} = \sum_{n=1}^{3} (ijk\ell) x_o^i x_o'^j y_o^k y_o'^\ell \qquad n = i+j+k+\ell \qquad (1)$$

alaku polinommal adjuk meg, ahol az $(ijk\ell)$ szimbólum az aberrációs együtthatókat, x_o, x_o', y_o és y_o' pedig a pályák tárgyikra vonatkoztatott koordinátáját és meredekségét jelentik.

Vezessük be az $\vec{x}_o$ és $\vec{x}$ oszlopvektorokat, amelyek elemei $x_o^i x_o'^j y_o^k y_o'^\ell$ és $x^i x'^j y^k y'^\ell$. Az oszlopvektorok elemeinek száma az (1) kifejezésben szereplő el nem tünő együtthatók számával egyezik meg; az (1) kifejezésbe foglaljuk bele jelen esetben a paraxiális sajátságokat leiró tagokat is. Az x-nek megfelelő sor elemei az aberrációs együtthatók és a paraxiális átviteli-mátrix megfelelő elemeiből állnak, az x'-höz tartozók pedig a pálya meredekségét megadó tagok lesznek. Az $x_o^i x_o'^j y_o^k y_o'^\ell$-nek megfelelő sor elemeit

$$(a_{11}x_o + a_{12}p_o + a_{13})^i (a_{21}x_o + a_{22}p_o + a_{23})^j (b_{11}y_o + b_{12}q_o + b_{13})^k (b_{21}y_o + b_{22}q_o + b_{23})^\ell$$

kifejezésből határozhatjuk meg, ahol a_{ij} és b_{ij} az (x,z) és (y,z)

sikra vonatkozó átviteli-mátrix elemei. Az összetett rendszerek aberrációs együtthatóit az igy előállitott mátrixok megfelelő sorrendben történő összeszorzásával állithatjuk elő. Hasonlóan járunk el az (y,z) sikban is.

A szorzásnál azonban vigyázni kell arra, hogy a szorzatokban fellépő, a harmadrendünél magasabbrendü tagokat elhanyagoljuk. Az m-edik elemre vonatkozó aberrációs együtthatókban szereplő tárgytávolságot a

$$T_m = -(K_{m-1} - D_m)$$

kifejezésből számitjuk, ahol D_m az m-1 és m-edik elem valamilyen vonatkoztatási sikjainak távolsága, K_{m-1} pedig az első m-1 elem képsikjának távolsága az m-edik elem megfelelően megválasztott vonatkoztatási sikjától.

Ez a módszer akkor is használható, ha az (1) kifejezés nem a tárgysik-képsik leképezésre vonatkozik, hanem pl. a be- és kilépési sikok közötti összefüggésre. Ekkor azonban a szabad terek harmadrendü átviteli-mátrixát is figyelembe kell vennünk [3, 4].

ABERRÁCIÓS EGYÜTTHATÓK

A kvadrupól dublettek aberrációs együtthatóit a megfelelő szinglettek együtthatóinak ismeretében határozhatjuk meg. "Derékszögü" modell esetében ezek a kifejezések áttekinthetetlenül bonyolultak lesznek, igy ezekből általánosabb érvényü következtetések nem vonhatók le. Ezért a "vékonylencse" közelitést alkalmazzuk, igy jól áttekinthető formulákat kapunk. A szinglettek aberrációs együtthatói az előző [5] közleményben találhatók meg.

A pszeudosztigmatikus elektrosztatikus és mágneses dublettekre vonatkozó aberrációs együtthatókat a függelékben közöljük. A kifejezésekből a "vékonylencse" közelitésben érvényes paraxiális leképezési egyenletek segitségével kiküszöböltük a lencseerősségeket [6]. Felhasználtuk továbbá azt, hogy az aszimmetria-paraméterekre érvényesek a következő összefüggések:

$$p_1 = p_3 = p, \qquad q_1 = -q_3 = q, \qquad t_1 = s_3 = t, \qquad s_1 = t_3 = s .$$

Ezek a kifejezések csak konkáv hengeres elektródáju ill. pólusu lencsékre érvényesek ugyan [8, 9], de a "vékonylencse" formulák közelitő volta miatt más esetekben is használhatók. A p és q ill. t és s mennyiségek 1 és 2 indexei az első és második lencsét jelentik. A függelékben megadott formulákban szereplő G a CD-sikban, M pedig a DC sikban jelöli a nagyitást. Az együtthatókat csak a CD sikra adjuk meg, de a függelékben szereplő átjelölési előirással egyszerüen megkapjuk a DC-sikra vonatkozókat is.

Megjegyezzük, hogy ezek a formulák a közelités jellegé-

nél fogva csak kis lencseerősségeknél adnak kielégitő eredményeket, és főleg különböző közelitő összefüggések és tendenciák feltárására alkalmasak.

AZ ABERRÁCIÓ CSÖKKENTÉSÉNEK LEHETŐSÉGE

A függelékben szereplő kifejezésekből látható, hogy az egyes együtthatókban fellép mindkét lencse valamelyik aszimmetria paramétere; igy lehetőség van arra, hogy ezek értékének megfelelő beállitásával az együtthatókat zérussá tegyük. Vizsgáljuk meg részletesebben ezt a lehetőséget!

Az aszimmetrizálástól függő együtthatók öt csoportba oszthatók /nem foglakozunk a (0000) együtthatóval/, és az egyes csoportokban szereplő kifejezések azonos feltételek mellett válnak zérussá. Ezek a csoportok és a bennük szereplő együtthatók eltünésének feltételei elektrosztatikus dubletteknél a következők:

a. $(1000) = (0100) = 0$

$$\frac{p_1}{q_2} = -\frac{1}{4Gr^2}\left(7MD \mp \sqrt{49M^2D^2 - 16U^2r^4}\right)$$

b. $(0010) = (0001) = 0$

$$4D^2GM = U^2r^4 \quad \text{/független az aszimmetriáktól/}$$

vagy

$$\frac{p_1}{q_2} = -\frac{2DGMq_1 - U^2r^2p_2}{GM(2Dp_2 - q_1r^2)}$$

c. $(2000) = (1100) = (0200) = 0$

$$\frac{p_1}{q_2} = -\frac{M}{G^2U}\,\frac{2GMT - 7ZU^2r^2}{7Zr^2 + 2T}$$

d. $(0020) = (0011) = (0002) = 0$

$$\frac{p_1}{q_2} = \frac{U^2r^2 - 2MTG}{MU(2T + r^2)}$$

e. $(1010) = (1001) = (0110) = (0101) = 0$

$$\frac{q_1}{p_2} = \frac{2GMT+U^2r^2}{GU(r^2-2T)}$$

Hasonló kifejezéseket kapunk a DC-sikra is. Ezek a függelékben szereplő átjelöléssel kaphatók meg. Igy összesen 10 feltétel adódik a négy függetlenül választható paraméterre. Kimutatható, hogy ezek a feltételek egyszerre nem teljesülhetnek; az aszimmetrizált dublett nem lehet mentes az eltéritéstől függő aberrációktól.

Természetesen hasonló egyenleteket kaphatunk mágneses dublettekre is.

Konkrét elrendezésekre, a "derékszögü" modell feltételezése mellett számolt aberrációs görbék igazolják a fentieket. Különösen szembetünő a d. esetnek megfelelő korrekció; azaz a nyaláb alakjában megfigyelhető "kifli"-alak megszüntetése. Ezt egyébként az $x^{(3)}$ kifejezésben szereplő $y_0'^2$-t tartalmazó, koma-tipusu tag eltünése okozza, amely általában az egyik legjelentősebb tag az aszimmetrikusan táplált kvadrupóllencsék aberrációjában.

ABERRÁCIÓS GÖRBÉK SZÁMITÁSÁNAK TAPASZTALATAI

Különböző konkrét elrendezésekre aberrációs görbéket számoltunk ki, amelyek közvetlenül a nyaláb alakját adják meg a képsikon. Ezekből a számitásokból kiderült, hogy az x ill. y irányban történő aszimmetrizálásnál fellépő nyalábtorzulások jellege nagyon különböző; valamint az, hogy a nyaláb kupszögének növekedésével gyorsan nő az aberráció /Különösen a DC-sikban/. Mindkét jelenség a CD- és DC-sikok különböző természetével értelmezhető.

Az aberrációs görbék a koma-tipusu képhibák jelenléte miatt nagyon bonyolultak, de a szimmetrikus lencsénél fellépő kiszélesedéshez képest a folt méretei az aszimmetrizálás következtében maximálisan néhányszorosára nőnek. Ez a kiszélesedés természetesen függ az adott eltéritéshez szükséges aszimmetriák értékétől és a fentebb emlitett aberráció csökkentési lehetőségek kihasználásától is.

Meg kell emliteni, hogy - különösen iontranszoport rendszereknél - az aberrációs görbékben jelentkező kiszélesedés nem teljesen jellemző a lencse viselkedésére; ugyanis mint az intenzitáseloszlás számitásokból kiderült [7], a nyaláb intenzitásának jelentős része az aberrációs görbének csak kis területére korlátozódik.

FÜGGELÉK

Aszimmetrikusan táplált pszeudosztigmatikus dublettek aberrációs együtthatói

Jelöljük a CD sik nagyitását G-vel, a DC sikét pedig M-mel, és vezessük be az

$$U = \frac{D+K}{T+D} \qquad \text{és} \qquad Z = \frac{(T+D)(T+K)}{D(D+K)}$$

egyszerüsitő jelöléseket. Ekkor a dublettek CD sikjában fellépő aberrációk együtthatói „vékonylencse" közelitésben a következők lesznek: /mindent L egységekben mérünk/:

Elektrosztatikus lencse

$$(0000) = \frac{Z^3U}{T^2}\left\{\frac{2}{3}\frac{G}{U}p_1(p_1^2+q_1^2)+\frac{2U^4}{3GM}q_2(p_2^2+q_2^2)+\frac{U^3D}{GM}q_2(2p_1q_2+q_1p_2)\right.$$
$$\left.-\frac{D^2}{r^2}[q_2(q_1^2-p_1^2)+p_1q_1p_2]\right\}$$

$$(1000) = \frac{Z^2}{T}\left[2G(p_1^2+\frac{U^2}{G^2}q_2^2)-\frac{MD}{r^2}(2p_2q_1-7p_1q_2)+\frac{2}{3}G\frac{Z}{T}(q_1^2-\frac{U^4}{G^3M}p_2^2)\right]$$

$$(0100) = (1000)T$$

$$(0010) = \frac{Z^2}{T}G[\frac{2D}{r^2}(p_1p_2+q_1q_2)-(p_1q_1+\frac{U^2}{GM}p_2q_2)]$$

$$(0001) = (0010)T$$

$$(2000) = Z\left[\frac{7}{2}\,\frac{Z}{T}\left(Gp_1 - \frac{M}{G}Uq_2\right) + \frac{1}{r^2}\left(Gp_1 + \frac{M^2}{U}q_2\right)\right]$$

$$(1100) = 2T(2000) \qquad (0200) = T^2(2000)$$

$$(0020) = -ZG\left[\frac{1}{2T}\left(p_1 - \frac{U}{M}q_2\right) + \frac{1}{r^2}\left(p_1 + \frac{G}{U}q_2\right)\right]$$

$$(0011) = 2T(0020) \qquad (0002) = T^2(0020)$$

$$(1010) = -Z\left[\frac{1}{T}\left(Gq_1 - Up_2\right) - \frac{2G}{r^2}\left(q_1 + \frac{M}{U}p_2\right)\right]$$

$$(1001) = T(1010) \quad (0110) = T(1010) \qquad (0101) = T^2(1010)$$

$$(3000) = \frac{7}{6}\,\frac{Z^2}{T}G\left(1 + \frac{M^2}{G^2}\right)$$

$$(2100) = 3T(3000) \quad (1200) = 3T^2(3000) \quad (0300) = T^3(3000)$$

$$(1020) = -GZ^2T \qquad (1011) = -2GZ^2 \qquad (1002) = -GZ^2T$$

$$(0120) = -GZ^2 \qquad (0111) = -2GZ^2T \qquad (0102) = -GZ^2T^2$$

Ebből a DC sikra való áttérés a

$$p_1 \leftrightarrow q_1, \quad p_2 \leftrightarrow q_2 \quad \text{és} \quad G \leftrightarrow M$$

átjelölésekkel lehetséges.

Mágneses lencse

$$(0000) = \frac{Z^3}{T^2}\left\{\frac{1}{2}Gt_1(t_1^2+s_1^2) + \frac{1}{2}\frac{U^5}{G^2M^2}s_2(t_2^2+s_2^2)\right.$$
$$+ \frac{U^3D}{GM}\left[\frac{1}{2}t_1(t_2^2+s_2^2) - s_1s_2t_2\right]$$
$$- \frac{U^3D^2Z}{GMT}\left[s_2(t_1^2+s_1^2) - 2t_1t_2s_1\right]$$
$$\left. + \frac{UD^2}{r^2}\left[s_2(t_1^2-s_1^2) - 2t_1t_2s_1\right]\right\}$$

$$(1000) = \frac{t^2}{T}\left[\frac{1}{2}G(t_1^2+s_1^2) + \frac{1}{2}\frac{U^2}{G}(t_2^2+s_2^2)\right.$$
$$\left. 2\frac{Z}{T}D\left(\frac{U^2Z}{GT} - \frac{M}{r^2}\right)(t_2s_1-t_1s_2)\right]$$

$$(0100) = T(1000)$$

$$(0010) = \frac{Z^2}{T}\left[Gs_1t_1 + \frac{U^2}{M}s_2t_2 + 2\frac{DZU^2}{MT}(s_1s_2-t_1t_2)\right.$$
$$\left. + \frac{2GD}{r^2}(s_1s_2+t_1t_2)\right]$$

$$(0001) = T(0010)$$

$$(2000) = Z\left[\frac{Z}{T}(Gt_1 - \frac{G}{M}Us_2) + \frac{1}{r^2}(Gt_1 + \frac{M^2}{U}s_2)\right]$$

$$(1100) = 2T(2000) \qquad (0200) = T^2(2000)$$

$$(0020) = -ZG\left[\frac{1}{r^2}(t_1 + \frac{G}{U}s_2) + \frac{Z}{T}(\frac{U}{M}s_2 - t_1)\right]$$

$$(0011) = 2T(0020) \qquad (0002) = T^2(0020)$$

$$(1010) = 2ZG\left[\frac{1}{r^2}(s_1 + \frac{M}{U}t_2) + \frac{Z}{T}(s_1 - \frac{U}{G}t_2)\right]$$

$$(1001) = T(1010) \qquad (0110) = T(1010) \qquad (0101) = T^2(1010)$$

$$(3000) = \frac{1}{3}G\frac{Z^2}{T}\left(1 + \frac{M^2}{G^2}\right)$$

$$(2100) = 3T(3000) \qquad (1200) = 3T^2(3000) \qquad (0300) = T^3(3000)$$

$$(1020) = 2G\frac{Z^2}{T} \qquad (1011) = 4GZ^2 \qquad (1002) = 2GZ^2T$$

$$(0120) = 2GZ^2 \qquad (0111) = 4GZ^2T \qquad (0102) = 2GZ^2T^2$$

A DC sikra való áttérés a

$$t_1 \leftrightarrow s_1, \quad t_2 \leftrightarrow s_2 \quad \text{és} \quad G \leftrightarrow M$$

átjelölésekkel lehetséges.

IRODALOM

[1] P. W. Hawkes, Optik, 31 /1970/ 592.
[2] P. W. Hawkes, Optik, 32 /1970/ 50.
[3] H. Wollnik, Nucl. Instr. and Methods 52 /1967/ 250.
[4] H. Matsuda, H. Wollnik, Nucl. Instr. and Methods 77 /1969/ 283.
[5] Szabó Gy., ATOMKI Közl. 16 /1974/ 147.
[6] С. Я. Явор, Фокусировка заряженных частиц квадрупольными линзами, Москва, 1968.
[7] С. Я. Явор, Л. П. Овсянникова, Э. Колтаи, Д. Сабо, Труды второго всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Том II. 204. Москва, 1972.
[8] L. P. Ovsyannikova, S. Ya. Yavor, E. Koltay, Gy. Szabó, Nucl. Instr. and Methods, 74 /1969/ 185.
[9] Bodnár L., Koltay E., Szabó Gy., ATOMKI Közl. 11 /1969/ 137.

MÜHELYÜNKBOL - LABORATORIUMUNKBOL

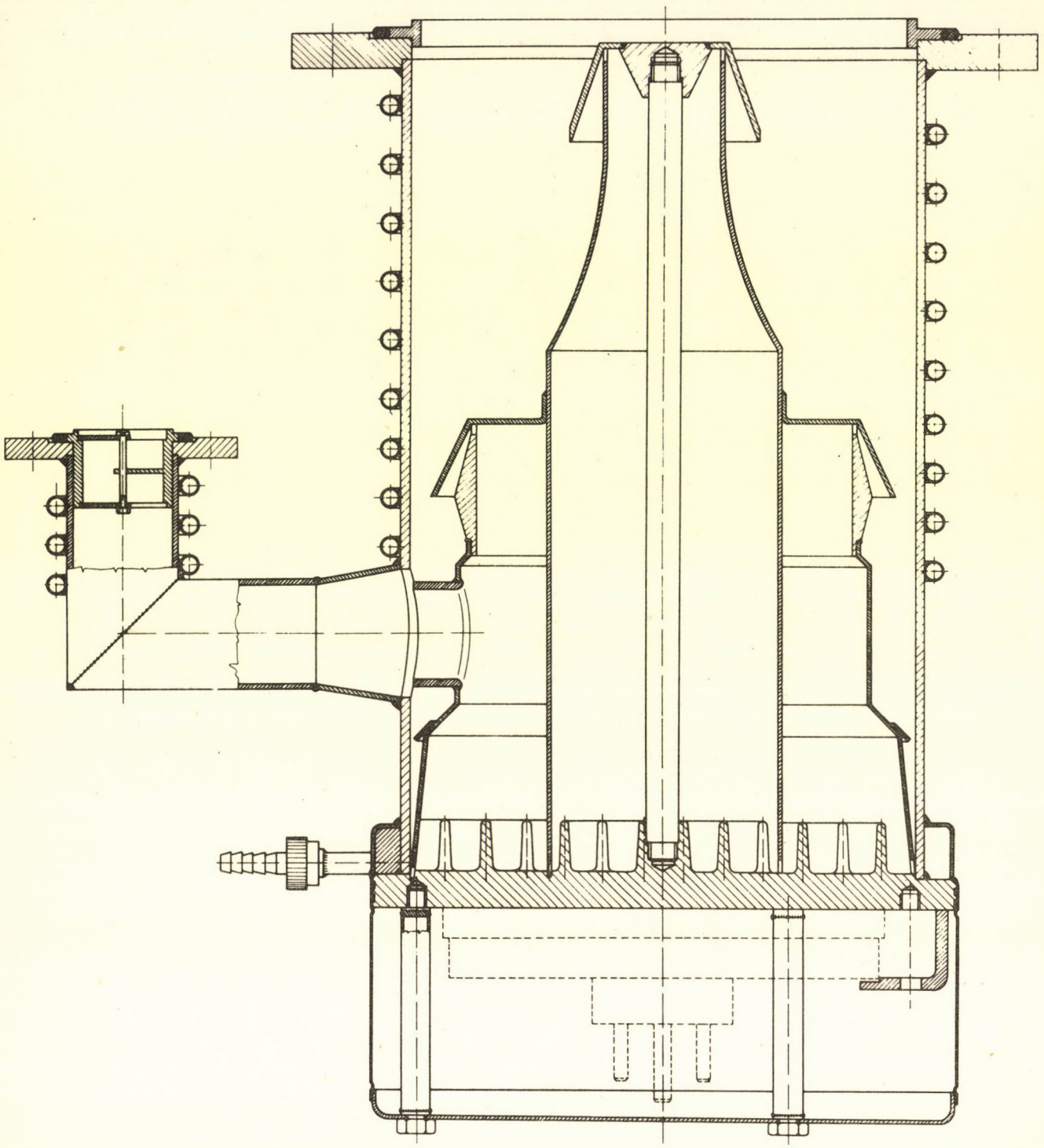
ATOMKI Közlemények 16 (1974) 175-177.

2000 l/s SZIVÓTELJESITMÉNYŰ FRAKCIONÁLÓ OLAJDIFFÚZIÓS SZIVATTYÚ

BERECZ ISTVÁN ÉS PAPP ISTVÁN

Az alábbiakban ismertetésre kerül egy névleges 2000 l/s szivósebességü olajdiffuziós szivattyu, amelyet a VdG-5 részecskegyorsitó fővákuumrendszeréhez terveztünk. Az általa leszivandó vákuumtér mintegy 450 l-t tesz ki és ebben foglaltatik a kb. 4 m hosszu homogénterü gyorsitócső. A nagy felületeken kivül lényeges tényező, hogy a gyorsitócső végén helyet foglaló ionforrás folyamatosan 10^{-3} Torr l/s nagyságrendü gáz- /H_2, D_2, He/ beömlést szolgáltat. A tervezett szivattyu feladata tehát a gyorsitócsőben 10^{-6} Torr körüli vákuumot biztositani.

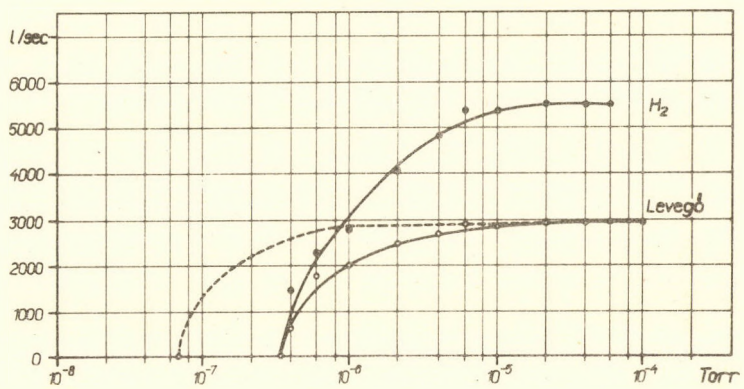
Mint ismeretes, az olajdiffuziós szivattyuk igen egyszerüen és üzembiztosan müködnek, nem szelektivek különböző gázokra és más szivattyukhoz viszonyitva igen olcsók. Gyorsitóknál való alkalmazásuk tehát ebből a szempontból kedvező, viszont van egy nagy hátrányuk, hogy a bennük müködő olaj, de főleg annak bomlástermékei visszaáramlanak a leszivandó térbe. Ezek a bomlástermékek különböző szénhidrogén töredékek, amelyek az ionbombázás hatására polarizálódnak és lerakódnak nemkivánatos helyeken, ahol többféle zavart okozhatnak. A visszaáramlást csapdákkal, kifagyasztókkal nagymértékben le lehet csökkenteni, azonban ezek a szivóteljesitményt is igen lecsökkentik. Ezért arra törekedtünk, hogy magában a szivattyuban /mint primer olajgőzforrásban/, minimálisra csökkentsük az olajgőz visszaáramlását. Erre a célra felhasználtuk az [1]-ben közölt tapasztalatokat, melyeket egy kisebb méretü olajdiffuziós szivattyu épitése során nyertünk. Számunkra elérhető specifikus szivósebességet feltételezve került sor az 1. ábrán látható szerkezeti felépitésü frakcionáló olajdiffuziós szivattyu megtervezésére és elkészitésére. A szivattyuház NA 250 méretü Ko36 rozsdamentes acélcsőből, mig a belső fuvókarendszer fémnyomással aluminiumból készült. A szivattyu teljes magassága 550 mm. A centrális tartórud vörösrézből készült, hogy az általa tartott legfelső gőz fuvókát hővezetés utján megfelelő hőmérsékleten tartsuk. A szivattyu fütőelemét egy 1800 W-os elektromos fütőtest képezi, a hütést pedig a szivattyuház külső felületére forrasztott vörösréz csőkigyó



1. ábra. ODF 2000 l/s szivattyu metszete.

biztositja. A szivattyu alján elhelyezkedő vizhütőkör a forraló-tér gyorshütését teszi lehetővé.

A szivattyut kipróbáltuk VM-5 ill. Convalex-10 tipusu olajokkal. Amint az 1. ábrából is kitünik, az olajforraló fenékrész bordázott kiképzésü, a fajlagos hőátadás értékének csökkentése céljából. Ez megóvja az olajat a tulhevüléstől, ami termikus bomlását nagymértékben csökkenti /kevesebb könnyü frakció keletkezik/. Minden szivattyu igen fontos jellemzője a szivósebesség. Az általunk készitett szivattyu szivóképesség karakterisztikáját a 2. ábrán folytonos vonalakkal adjuk meg, levegőre és H_2-re VM-5 tipusu olaj esetén. A szaggatott vonal levegőre Convalex-10 olaj alkalmazásakor szemlélteti a szivósebesség-görbe alakulását. Mint látható, a görbék vizszintes szakasza azonos, azonban Convalex-10-nél a lefutórész eltolódik a jobb vákuum irányába. Csapdázás nélkül VM-5-tel 3×10^{-7} Torr, Convalex-10 esetén pedig 7×10^{-8} Torr végvákuumot értünk el. Cseppfolyós N_2-es kifagyasztással a mérőházban 2×10^{-8} Torr végvákuumot kaptunk. A szivósebességet illetően megállapithatjuk, hogy levegőre a tervezett 2000 l/s helyett közel 3000 l/s szivósebességet értünk el.



2. ábra. ODF 2000 l/s szivattyu szivósebesség karakterisztikája.

A fentiekben ismertetett ODF 2000 tipusu olajdiffuziós szivattyu több mint két év óta üzembiztosan müködik Convalex-10 olajjal. Olajcserére, valamint karbantartásra ezideig nem volt szükség.

IRODALOM

[1] Berecz I. ATOMKI Közlemények 12, /1970/ 61.

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

Az ATOMKI KÖZLEMÉNYEK évenként több számban jelenik meg. Tudományos intézeteknek cserepéldányképpen vagy kérésükre dijtalanul megküldjük, kötelezettség nélkül. Magánszemélyeknek esetenkénti kérésére 1-1 számot vagy különlenyomatot szivesen küldünk. Ilyen irányu kéréseket az intézet könyvtárszolgálatához kell irányitani. /ATOMKI, 4001 Debrecen, Postafiók: 51./

Szerkesztő Bizottság: Szalay Sándor elnök, Gyarmati Borbála titkár, Berényi Dénes, Csikai Gyula, Medveczky László.

Kiadja a

Magyar Tudományos Akadémia
Atommag Kutató Intézete

D e b r e c e n

A kiadásért és szerkesztésért felelős
Szalay Sándor az Intézet igazgatója

Példányszám: 500

1974/2

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

АТОМКИ

СООБЩЕНИЯ

ТОМ 16 №2

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ стр.

Ш. Салаи, 20 летний АТОМКИ 1954-1974 119

М.Х.Ш. Бакр, И. Хуняди, Б. Шлэнк, Г. Шомоги, А. Валэк, Исследование реакции $^{14}N(d,\alpha)^{12}C$ в диапазоне энергии E_d=640-310 кэв 123

И. Махунка, З. Матэ, Ф. Таркани, Отношения EC/β^+ при распаде изотопов $^{191,193,195,197}Tl$ 133

М.Р.Ел-Ассер, З. Аввад, Период полураспада первого возбужденного состояния ^{152}Gd 141

Г. Сабо, Пертурбационная характеристическая функция в четвертом порядке квадрупольных линз с несимметричным питанием и коэффициенты геометрической аберрации в приближении "тонких линз" 147

Г. Сабо, Геометрическая аберрация псевдостигматичных квадрупольных дублетов с несимметричным питанием 165

ПО МАСТЕРСКИМ И ЛАБОРАТОРИЯМ

И. Берец, И. Пап, Фракционирующий пароструйный насос с скоростью откачки 2000 л/сек 175

ATOMKI

BULLETIN

Volume 16 Number 2

CONTENTS

SCIENTIFIC PAPERS Page

S. Szalay, Twenty years anniversary of the ATOMKI 1954-1974 119

M.H.S. Bakr, I. Hunyadi, B.Schlenk, G.Somogyi, A. Valek: Investigation of the $^{14}N(d,\alpha)^{12}C$ reaktion at E_d=640-310KeV deuteron energies 123

I. Mahunka, Z. Máté, F. Tárkányi, EC/β^+ ratios in the decay of isotopes $^{191,193,195,197}Tl$ 133

M.R.El-Aasser, Z. Awwad, Half-life of the first excited state in ^{152}Gd 141

Gy. Szabó, Fourth-order perturbation characteristic function of quadrupole lenses fed asymmetrically and geometrical aberration coefficients in "weak lens" approximation 147

Gy. Szabó, Geometrical aberration of pseudostigmatic quadrupole doublets fed asymmetrically 165

FROM OUR WORKSHOP AND LABORATORY

I.Berecz, I. Papp, Fractionating oil diffusion pump with a pumping speed of 2000 l/sec 175

310.565

ATOMKI

KÖZLEMÉNYEK

16. kötet 3 szám

MTA
ATOMMAG KUTATÓ INTÉZETE
DEBRECEN

1974.

2

539 HU ISSN 0004-7155

ATOMKI KÖZLEMÉNYEK

16. kötet 3 szám

TARTALOMJEGYZÉK

TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK Oldal

Koltay E., Szalay S., Uj elektrosztatikus gyorsitó laboratórium az ATOMKI-ben 181

Hock G., Univerzális Fermi kölcsönhatás 193

Hock G., A független-részecske modell és alkalmazása az 1p és (2s,1d) héjon 207

Somorjai E., (α,γ) reakciók könnyü magokon (Összefoglaló közlemény) 243

MÜHELYÜNKBŐL, LABORATÓRIUMUNKBÓL

Sámsoni Z., Lakatos T., Elektronikus félautomata szervoberendezés emissziós spektrográfhoz 261

Székely G., Asztalos Gy., Bérszámfejtés kisszámitógéppel 267

Kovács P., Uray I., Mérési adatok feldolgozása "Hewlett-Packard 9100A" számitógép segitségével 277

ATOMKI Közlemények 16 (1974) 181-192.

INTRODUCTORY DESCRIPTION OF THE NEW ELECTROSTATIC ACCELERATOR LABORATORY OF THE ATOMKI

E. KOLTAY, A. SZALAY

Introduction

Considerable part of the investigations in nuclear physics is being performed in the sphere of nuclear reactions on the beams of charged particles accelerated in nuclear accelerators. The same equipments together with the methods and measuring units developed for the detection of nuclear reaction events can be used as well in special applied interdisciplinary researches [1].

In spite of the fact that the upper energy limit of nuclear investigations has been shifted in the last few years up to about 10 GeV, the greatest number of the reaction experiments takes place even today in the energy region 1-100 MeV [2]. Both the number of the possible directions of the investigation and the width of the intervals in atomic number and atomic mass accessible for the measurements increase rapidly with the increasing energy of the bombarding particles.

The range of reaction measurements performed earlier with accelerated particles in this Institute was strongly limited by the low energy of the accelerators here; an 800 keV cascade generator [3] [4] was used in experiments based on special fine detection techniques (solid state track detectors) aiming at the investigations of the nuclear processes at extremely low bombarding energies. In order to extend the energy limit a recommendation was written nearly six years ago that a new accelerator laboratory based on a new higher energy accelerator was needed.

An approval was obtained for carrying out a detailed design study on condition that the accelerator should be constructed in the Institute and should be built of construction elements

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

produced by the home industry. On considering the demands and possibilities and estimating the tendencies in the development of the nuclear physics we came to the conclusion, that under the above mentioned circumstances the construction of a 5 Million Volt Van de Graaff accelerator would be a serious step ahead in widening the scope of our reaction investigation and such an object seemed to be quite realistic and realizable. As a first step we formulated the long-range scientific perspectives of the future laboratory and introduced some scientific and technical principles to be followed in the design [5].

Having obtained the final approval of the project the "Electrostatic Accelerator Department" was organized in the Institute in July 1967 with the tasks to perform the planning and construction of the laboratory, to make all the preparations necessary for the intensive scientific use of the accelerator to be built, to adjust the equipments during the test runs and to put them to continuous use in nuclear research. The actual construction was started in May 1968, the investment period was finished in correspondence with the original plans in December 1971 with the beginning of test runs on the machine operating with direct accelerated beam. Simultaneously with the runs of the year 1972 the construction of the experimental chambers on the beam transport system was started, the calibration of the energy scale of the generator was made, detector systems and beam handling units were put into operation, and the first nuclear measurements necessary for setting the main directions of the scientific activity were performed.

The accelerator and its equipments are now in normal regular use. The new laboratory enables us to enter this energy region. This region is very narrow if compared with the total energy interval of reaction measurements being continued today throughout the world, however, the scale of the possible investigations to be performed in the Institute is considerably widened.

Investigations in accelerator physics

In designing the accelerator we have adopted the philosophy that some fundamental ideas and normal design forms must be critically reexamined in order to obtain the nominal parameters given in the technical specification in a safe way and to avoid the necessity of too much alternations during the test run period. Therefore, as a part of the design study, physical investigations have been started in the special problems of the accelerator physics. The results obtained during this work were directly utilised in the design of the machine. At the same time they represent our contribution to the development of the accelerator physics.

Results have been obtained in optimizing the electrode configuration of a single ended Van de Graaff accelerator in respect to the stress uniformity near the high voltage terminal [6] [7] [8] and in decreasing the amplitude of voltage surges subsequent to the breakdowns of the generator [9] [10]. The conclusions of these investigations were directly used in the construction of our machine [11] [12] [13] and initiated further researches in generalizing the results for the case different electrode configurations and in using more sophisticated models for the description of the phenomena [14]-[25].

Our investigations on the ion-optical behaviour of the inclined field acceleration tubes go back to those published in [26] [27] representing two of the earliest publications of the literature in this topic. The improvement of this early work [28] [29] [30] and the comparative X-ray measurements performed during the test runs [31] are also known in literature [32]-[42]. The results connected with the construction of the ion source [43], with the behaviour of a special type of input focusing lens [44] [45] as well as the investigations on the presence of a neutral beam component at the tube entrance and its role in producing secondary electrons [46] [47] [48] are also worthy of note.

In further works a new focusing and beam steering element, the so-called asymmetrized quadrupole lens have been studied, experimentally as well as theoretically. The first electron-optical description of this element has been given by us in the articles [49] [50]. One of the early experimental tests has been performed in collaboration with the Neutron Physics Laboratory of the Joint Institute for Nuclear Research in Dubna [51]. During the theoretical research work results were published in common with the coworkers of the Electron-optical Group of the Joffe Physico-Technical Institute in Leningrad [52]-[57] [44]. These investigations have been further developed in experimental and theoretical papers written by the members of our laboratory [58]-[68]. Some further investigations performed on the structure, optical behaviour and transport properties of the energy analyzing and beam transport systems [66]-[69] should still be mentioned here.Our results are treated, tested and generalized in international monographs and in papers [70]-[84].

The results in the development of the electronical system to be used in the control and the stabilization of the physical parameters of the accelerator have been published only partly in the papers [5] [11] [85]-[90]. Some results used in the design and construction of the vacuum system are introduced in the publications [91]-[93].

Calculations have been carried out in order to obtain the data necessary for the design of the radiation shield walls on the basis of published thick target yields and of the bremsstrahlung levels normally present in the radiation field of Van de Graaff generators [94]-[96].

For gathering the data necessary for the actual design of the 5 MV generator it was very important that useful physical informations, technical and technological experiences had been obtained from the systematical tests performed on physical models, tests equipments and on the 1 MV Van de Graaff generator developed as pilot machine in this Institute [11] [97] [98].

Building, arrangement

A new accelerator laboratory building was built for housing the 1 MV and 5 MV Van de Graaff accelerators. In order to obtain a final building design, in which the functional, shielding and structural considerations are closely related, we took part intimately in the elaboration of the detailed building layout with the exact definition of the functions and service requirements of every room. Both generators are placed in the same tower. The target rooms, the control and measuring areas belonging to the 5 MV and 1 MV machines are situated on the underground and ground level, respectively.

In Fig.1. the isomeric cutaway of the 5 MeV accelerator is shown. The accelerator tank is supported by the floor of the tower, the main target area under the tower houses the high vacuum system, the analyzing magnet and the elements of the beam transport system, such as magnetic quadrupole lenses, switching magnet and five horizontal beam lines. The room is large enough to accomodate the experimental equipments used on the three beam lines stopped in this area. Two further beam lines enter the adjacent target rooms. In considering the position of the control area relative to the target rooms and to the measuring centre it seemed that the easiest communication between experimenters and machine operators could be achieved by the arrangement shown in Fig.1.. The easy access to all the different areas of the accelerator allows one to minimize the number of the staff necessary for running the machine. The gas handling plant composed of the compressor, vacuum pumps, filters, dryers, gas storage vessels and control units is located in the gas handling rooms adjacent to the control area so as to minimize the distances along the gas and vacuum pipe lines. A 10 ton overhead travelling crane is installed in the tower. Its lateral transverse and longitudinal movements enable it to lift the tank lid and the construction unit of the generator in place. It can also reach the floor of the underground main target area through an opening on the floor of the tower. Large items of equipment (e.g. magnets) can be brought into the target area in this way. Access to the vacuum system and to the units sited at the tank base is provided by a steel platform in the main target room. A steel bridge is supported by the tower walls near the level of the lid-to-tank connection built for servicing purposes. An annular platform is fixed to the vessel,

near the level of the high voltage terminal, permitting the maintenance of the voltage sensing and stabilizing elements. All these levels can be reached either from the main target area or from the tower using a steel staircase fixed to the back wall of the tower.

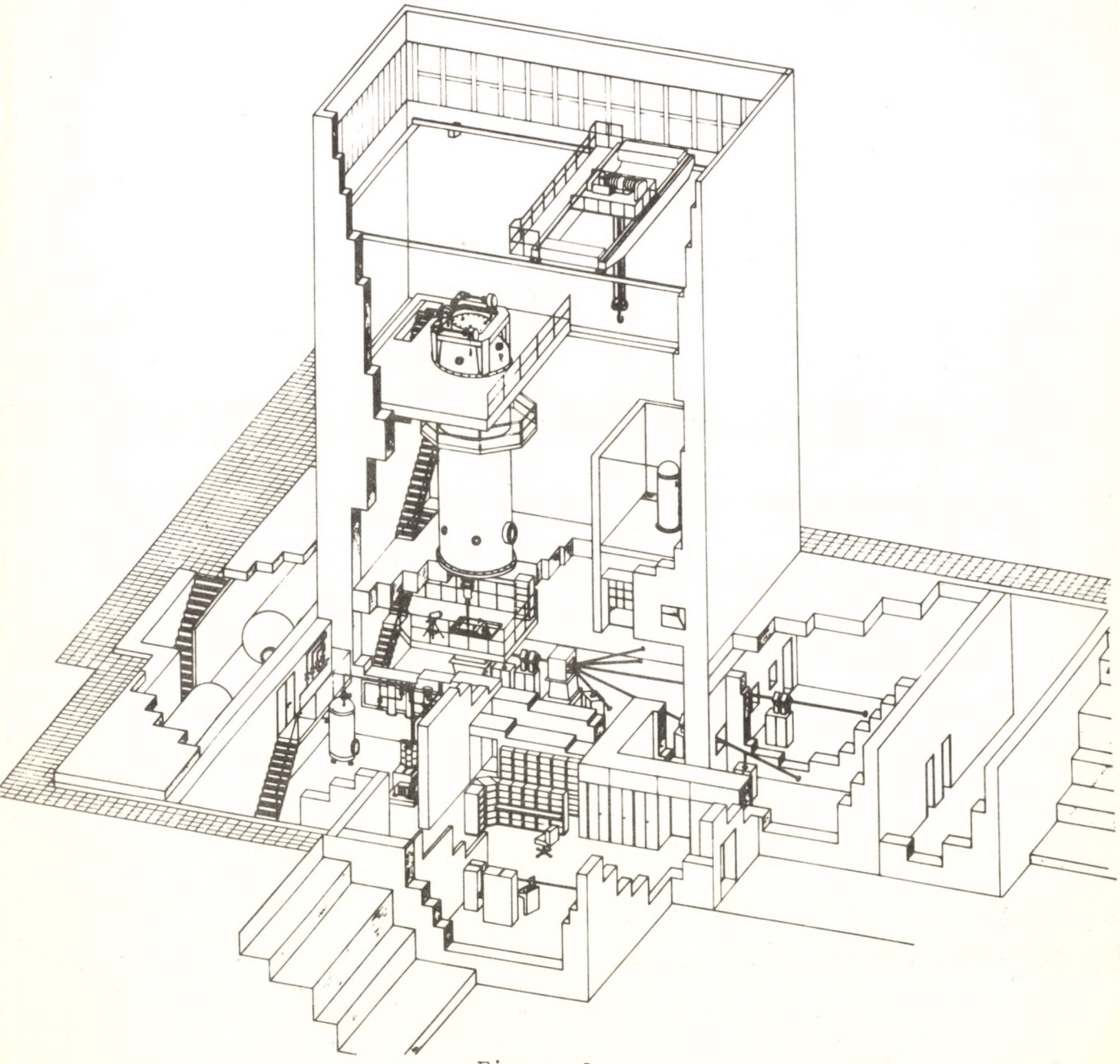


Figure 1.

Isometric cutaway of the 5 MeV accelerator

The Fig.2. shows the arrangement of the different ground level rooms belonging to the 1 MV machine. Here we have only a single experimental channel, the electronics used in the experiments are placed in the underground measuring centre of the 5 MV machine.

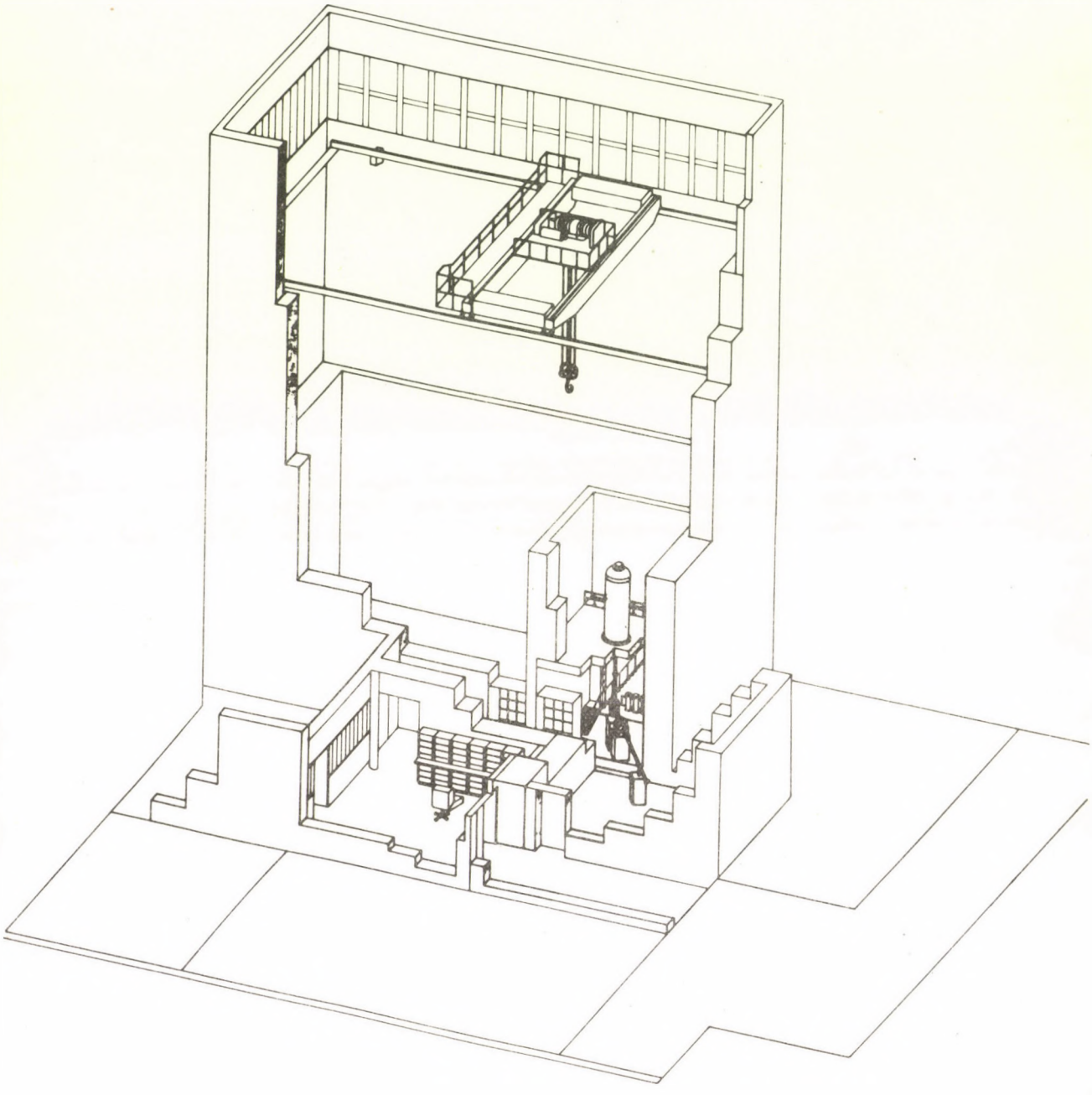


Figure 2.

Isomeric cutaway of the 1 MeV accelerator

Labyrinths were built around various doors leading to and from the target rooms but no privision was made for heavy shielding doors. Heavy loads can be transported into the tower through a door 4 m wide by 4 m high in the main wall of the tower. This opening can be subsequently filled with pre-cast concrete blocks. A monorail of 1 ton capacity fitted with an electric hoist is used for transporting the nitrogen cylinders to the level of the gas storage vessels.

Our calculations performed on the design of the shielding [94]-[96] led us to the conclusion that an adequate permanent shielding can be economically achieved by using walls built of normal density concrete.

Experiences, characteristic data

Up to the middle of the year 1974 the 5 MeV accelerator completed about 2600 hours of operation. This working period, mainly used for actual investigations in nuclear physics, was equally interesting from the point of view of testing the general principles and the actual solutions used in the design of the machine. We determined the main working parameters, carried out some alternations, and gained a lot of experience on long period runs of the accelerator. In Table 1. we gathered the characteristic technical data of the machine. A detailed description of the whole system will be given in a series of papers to be published in coming issues of this journal.

Acceleration energy range	0.8 - 5 MeV
particles accelerated so far	H^+, He_4^+
max. beam intensity, direct	50 μA
analyzed	10 μA
energy stability obtained	0.8 KeV
minimum energy step used	0.3 KeV
accelerator tank dimensions	Ø 2.8 m × 9.35 m
volume	50.1 m^3
pressure, maximum	18 atmos
pressure maximum used	11 atmos
best vacuum	2.10^{-2}
insulating gas mixture	N_2; N_2 + CO_2
maximum stored volume	1080 m^3 of free gas
dew point	-50°C
dryer sieve	KLINOSORB-4
compressor maximum outlet pressure	21 atmos
capacity	137 Nm^3/h
column and acceleration tube total length	3840 mm
insulation length	3600 mm
insulator material	C-9 borosilicate glas
belt dimension	9580 mm × 550 mm
speed	23 m/sec
vacuum measured in the high vacuum system	1 - 2.10^{-6} mmHg
analyzing magnet deflection radius	800 mm
deflection angle	90°
current stability	2.10^{-5}
beam line tubes diameter	80 mm
hight	1500 mm
deflection angles of the switching magnet	±45°, ±30°, 0°

Table 1.

Some technical data of the 5 MV Van De Graaff accelerator.

REFERENCES

[1] Koltay E., Fizikai Szemle 24 (1974) 134

[2] Proceedings of the International Conference on Nuclear Physics, Munich, August 27- September 1. (1973)

[3] Berecz I., Papp I. ATOMKI Közlemények 4 (1962) 3

[4] Schlenk B. ATOMKI Közlemények 8 (1966) 344

[5] Szalay S., Koltay E. ATOMKI Közlemények 6 (1964) 3

[6] Kiss Á., Koltay E., Szalay S. ATOMKI Közlemények 8 (1966) 101

[7] Á. Kiss, E. Koltay, A. Szalay, Nucl. Instr. Meth. 46 (1967) 130

[8] Á. Kiss, E. Koltay, A. Szalay, UKAEA Research Group, Harwell, June, 1967.

[9] Á. Kiss, Acta Phys. Hung. 28 (1970) 135

[10] Á. Kiss, Nucl. Instr. Meth. 92 (1971) 361

[11] Bácskay Gy., Berecz I., Bódizs D., Kiss Á., Koltay E., Papp I., Schadek J., Somorjai E., Szabó Gy., Szalay S., ATOMKI Közlemények 11 (1969) 125

[12] Koltay E., Mórik Gy., Papp I., Nukleáris Gépészeti Konferencia Előadásai. B-2, 49. Budapest (1971)

[13] E. Koltay, Á. Kiss, Proceedings of the International Conference on the Technology of Electrostatic Accelerators. 4-7 May 1973. p. 200. Daresbury

[14] L. Ask, Report L 6704 (1967) Lund.

[15] J. A. Staniforth, Proceedings of the International Conference on the Technology os Electrostatic Accelerators 4-7 May 1973. p. 165. Daresbury

[16] T. W. Aitken, Proceedings of the International Conference on the Technology of Electrostatic Accelerators 4-7 May 1973. p. 147. Daresbury

[17] T. J. L. Greenway, Proceedings of the International Conference on the Technology of Electrostatic Accelerators 4-7 May 1973. p. 186. Daresbury

[18] D. A. Eastham, DNPL/NSF/P2 (1972) és Nucl. Instr. Meth. 108 (1973) 593

[19] D. A. Eastham, J. Rabinowitz, DNPL/NSF/R6 (1973)

[20] The Design Study for a Nuclear Structure Facility at Daresbury DNPL/NSF/R4 (1973)

[21] NSF Newsletter, Number 5 (1972) 3

[22] N. R. S. Tait, R. G. P. Voss, DNPL/NSF/P3 (1973)

[23] I. I. Rabinowitz, J. A. Staniforth, DNPL/NSF/TM 6 (1973)

[24] N. Naylor, DNPL/NSF/R9 (1973)

[25] T. W. Aitken, B. S. Halliday, W. T. Johnstone, C. W. Jones, T. Joy. M. C. Morris, N. R. S. Tait, R. G. P. Voss, DL/NSF/P6 (1974)

[26] E. Koltay, Physics Letters 4 (1963) 66

[27] Е. Колтаи, Атомная Техника за Рубежом № 12 (1963) 22

[28] E. Koltay, B. Gyarmati, ATOMKI Közlemények 8 (1966) 17

[29] Gyarmati B., Koltay E., ATOMKI Közlemények 10 (1968) 1

[30] B. Gyarmati, E. Koltay, Nucl. Instr. Meth. 66 (1968) 253

[31] Á. Kiss, E. Koltay, Gy. Szabó, Nucl. Instr. Meth. 117 (1974) 325

[32] В. С. Кузнецов, Р. П. Фидельская, Ж. Т. Ф. 35 (1965) 2004

[33] В. А. Романов, А. Н. Сербинов, П. Т. Э. № 6 (1965) 38

[34] В. А. Романов, А. Н. Сербинов, Előadás az EAKI Elektrosztatikus Gyorsitók Szemináriumán, Dubna, 1966

[35] I. E. Teodorescu, Acceleratoare de particule incarcate. Editura Academiei Republicii Socialiste Romania. Bucuresti, 1967

[36] А. Н. Сербинов, А. В. Мажулин, В. П. Якушев, А. И. Лашук, И. П. Садохин, П. Т. Э. № 3 (1970) 58

[37] P. Kostka, Nucl. Instr. Meth. 97 (1971) 87

[38] N. H. Merrill, S. Whinerey, Nucl. Instr. Meth. 91 (1971) 613

[39] Pásztor E., Kostka P., Klopfer E., Berecz Gy., Bürger G., Gombos P., Horváth B., Királyhidi L., Riedl P., KFKI-71-48 (1971)

[40] E. Pásztor, P. Kostka, E. Klopfer, Gy. Berecz, G. Bürger, P. Gombos, B. Horváth, L. Királyhidi, P. Riedl, KFKI-71-47. (1971)

[41] M. Langevin, P. Bretonneau, M. Cieur, Proceedings of the International Conference on the Technology of Electrostatic Accelerators. 4-7 May 1973. p. 308. Daresbury

[42] P. Kostka, E. Pásztor, G. Bürger, L. Királyhidi, Proceedings of the International Conference on the Technology of Electrostatic Accelerators. 4-7 May 1973. p. 344. Daresbury

[43] Nagy J., ATOMKI Közlemények 7 (1965) 209

[44] I. Kiss, E. Koltay, A. Szalay, E. V. Shpak, Nucl. Instr. Meth. 107 (1973) 401

[45] Horváth L., Kiss I., Koltay E., ATOMKI Közlemények 15 (1973) 23

[46] D. Bódizs, Acta Physica Hungarica 28 (1970) 145

[47] D. Bódizs, E. Koltay, A. Szalay, Nucl. Instr. Meth. 94 (1971) 537

[48] Bódizs D., ATOMKI Közlemények 10 (1968) 29

[49] Koltay E., Szabó Gy., ATOMKI Közlemények 6 (1964) 105

[50] E. Koltay, Gy. Szabó, Nucl. Instr. Meth. 35 (1965) 88

[51] А. В. Андросов, Э. Колтаи, Г. М. Осетинский, Д. Сабо, И. А. Чепурченко, ОИЯИ-ЛНФ 9-2922 (1966)

[52] L. P. Ovsyannikova, S. Ya. Yavor, E. Koltay, Gy. Szabó, Nucl. Instr. Meth. 74 (1969) 185

[53] A. Kiss, E. Koltay, L. P. Ovsyannikova, S. Ya. Yavor, Nucl. Instr. Meth. 78 (1970)238

[54] Gy. Szabó, L. P. Ovsyannikova, Nucl. Instr. Meth. 91 (1971) 407

[55] L. P. Ovsyannikova, Gy. Szabó, ATOMKI Közlemények 13 (1971) 1

[56] С. Я. Явор, Л. П. Овсянникова, Э. Колтаи, Г. Сабо, Труди 2. всесоюзного совещания но ускорителям заряженных частиц II. 204. Москва, (1972)

[57] Э. Колтаи, И. Киш, Л. А. Баранова, С. Я. Явор, Радиотехника и Электроника 17 (1972) 1906

[58] Bodnár L., Koltay E., Szabó Gy., ATOMKI Közlemények 11 (1969) 137

[59] A. Kiss, I. Kiss, E. Koltay, ATOMKI Közlemények 12 (1970) 145

[60] Szabó Gy., ATOMKI Közlemények 14 (1972) 19

[61] Szabó Gy., ATOMKI Közlemények 14 (1972) 45

[62] Gy. Szabó, Nucl. Instr. Meth. 106 (1973) 61

[63] Szabó Gy., ATOMKI Közlemények 15 (1973) 183

[64] Szabó Gy., ATOMKI Közlemények 16 (1974) 147

[65] Szabó Gy., ATOMKI Közlemények 16 (1974) 165

[66] Szabó Gy., ATOMKI Közlemények 10 (1968) 148

[67] Gy. Szabó, ATOMKI Közlemények 10 (1968) 144

[68] Gy. Szabó, Acta Physica Hungarica 28 (1970) 125

[69] Szabó Gy., ATOMKI Közlemények 12 (1970) 153

[70] J. E. Draper, VCD-CNL 46 (1966), Rev. Sci. Instr. 37 (1966) 1390

[71] P. W. Hawkes, Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften 42 (1966)

[72] Ch. Keck, W. Liebich, H. Pose, Kernenergie 10 (1967) 247

[73] Ch. Keck, W. Liebich, H. Pose, Kernenergie 10 (1967) 273

[74] Л. П. Овсянникова, С. Я. Явор, Ж. Т. Ф. 38, (1968) 1810

[75] L. Feindel, W. Karcz, Nukleonika 13 (1968) 859

[76] В. Н. Альферов, Г. М. Осетинский, И. А. Чепурченко, ОИЯИ-ЛНФ (1967) 9-2923

[77] С. Я. Явор, Фокусировка заряженных частиц квадрупольными линзами. Атомиздат, Москва, 1969

[78] E. V. Spak, ATOMKI Közlemények 11 (1969) 175

[79] P. W. Hawkes, Advances in Electronics and Electron Physics Supplement 7 (1970)

[80] L. P. Ovsyannikova, Kandidátusi disszertáció. Leningrád, 1969

[81] E. V. Spak, Kandidátusi disszertáció. Leningrád, 1969

[82] Л. А. Баранова, С. Я. Явор, Ж. Т. Ф. 40 (1970) 1767

[83] N. Hazewindis, F. Martis, Nucl. Instr. Meth. 112 (1973) 611

[84] Л. П. Овсянникова, С. Я. Явор, Ж. Т. Ф. 41 (1971) 1544

[85] Koltay E., Magyar Fiz. Folyóirat 10 (1962) 145

[86] Kádár I., Koltay E., Somorjai E., Szegedi S., ATOMKI Közlemények 9 (1967) 99

[87] Török I., ATOMKI Közlemények 9 (1967) 121

[88] Paál A., ATOMKI Közlemények 11 (1969) 151

[89] Kádár I., Koltay E., ATOMKI Közlemények 12 (1970) 145

[90] Csuka I., ATOMKI Közlemények 10 (1968) 37

[91] Berecz I., Papp I., Szabó S., ATOMKI Közlemények 12 (1970) 69

[92] Berecz I., Papp I., Nukleáris Gépészeti Konferencia Előadásai, B-6, 81 (1971)

[93] Berecz I., Papp I., ATOMKI Közlemények 16 (1974) 175

[94] Angeli I., ATOMKI Közlemények 8 (1966) 328

[95] И. Ангели, Д. Бодиж, Дозиметрия излучений и физика защиты ускорителей заряженных частиц. Дубна, 1969. 41

[96] Angeli I., Bódizs D., Koltay E., Nukleáris Gépészeti Konferencia Előadásai, D-1. (1970) 171

[97] Koltay E., Papp I., Nukleáris Gépészeti Konferencia Előadásai, B-1. (1970) 41

[98] Bódizs D., ATOMKI Közlemények 12 (1970) 175

ATOMKI Közlemények 16 (1974) 193-206.

UNIVERZÁLIS FERMI-KÖLCSÖNHATÁS*

HOCK GÁBOR

Universal Fermi interaction. The basic idea to review the strangeness conserving universal Fermi interaction emerged by the aim to outline the fundamentals of the inherency of the weak processes in question, for pedestrians. On this occasion weak interactions of "bare" and "dressed" nucleons are dealt with on proper level.

Univerzális Fermi kölcsönhatás. A ritkaságörző univerzális Fermi-kölcsönhatás alapjainak felvázolása az érdeklődők számára nyujt tájékozódásra alkalmat az érintett gyenge folyamatok közötti belső összefüggésekről. Ezen az alapon tárgyalja a "csupasz" és "felöltöztetett" nukleonok gyenge kölcsönhatásait.

Универсальное фермиеское взаимодействие. Основная идея обозрения сохраняющего странность универсального фермиевского взаимодействия возникла с той целью, чтобы наметить основы соотношений между рассмотренными слабыми процессами для несведующих. По этому поводу обсуждаются слабые взаимодействия между "голыми" и "одетыми" нуклонами на соответствующем уровне.

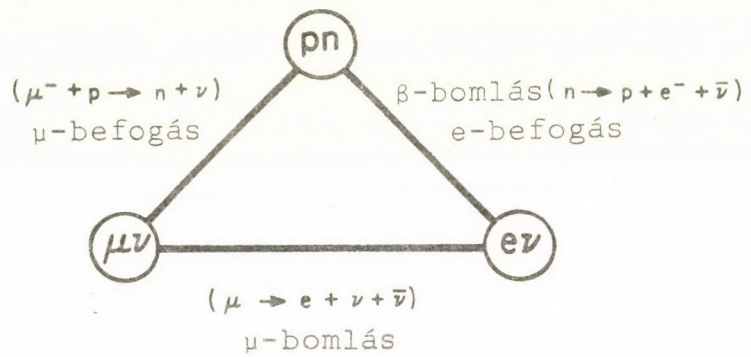
1. Egzakt V-A kölcsönhatás

Az 1940-es évek végén, 50-es évek elején a gyenge kölcsönhatások természetét érintő egyik legszélesebben

* Részlet a "Könnyü magok körében végzett béta- és müonspektroszkópiai számitások" cimü egyetemi doktori értekezésből.

vitatott probléma azok egyetemességének, általános érvényének kérdése volt. Másszóval, hogy vajon az egyes gyenge kölcsönhatási folyamatok **univerzálisak**-e abban az értelemben, hogy azok csupán különböző megvalósulási formái egy-ugyanazon alapvető kölcsönhatásnak.

Röviddel a müon-bomlás ($\mu^{\pm} \rightarrow e^{\pm} + \nu + \bar{\nu}$) és müon-befogás ($\mu^{-} + p \rightarrow n + \nu$) szisztematikus tanulmányozása után nyilvánvalóvá vált, hogy a béta-bomlás ($n \rightarrow p + e^{-} + \bar{\nu}$), müon-bomlás és müonbefogás négy-fermion csatolási állandói ugyanazon nagyságrendüek /10^{-49} ergcm/. Ez a meglepő tény vezetett az **univerzális Fermi-kölcsönhatás** /UFK/ hipotézisének felállitására [T1, L2, F3]:



1. ábra. Tiomno-Wheeler háromszög.

létezik egy univerzális négy-fermion kölcsönhatás a Tiomno-Wheeler háromszög csucsain lévő bármely két fermionpár között, létrehozva az emlitett három gyenge processzust /ill. ezek inverz folyamatait/.

Jóllehet az UFK nagyon vonzónak tünt, mégis a korabeli kisérleti adatokkal összeegyeztethetetlen eredményre vezetett, mignem a gyenge kölcsönhatások paritássértő természetének gondolatán [L3] alapuló uj kisérletek [W1, F4, B3, G1] a régiekkel uj értelmezésben [J4, K1] feloldották az iménti ellentmondásokat és elvezettek a konvencionális /4-komponensü spinor/ elméletben a V-A kölcsönhatás ill. a kölcsönhatás 2-komponensü spinor formalizmusának [T2, F5, S1, S2] megfogalmazásához.

Kombinálva az univerzalitás elvét a V-A csatolásával, a J_α /kvantált/ gyenge áram

$$J_\alpha = \bar{\psi}_e O_\alpha \psi_{\nu_e} + \bar{\psi}_\mu O_\alpha \psi_{\nu_\mu} + \bar{\psi}_n O_\alpha \psi_p \equiv V_\alpha + A_\alpha \qquad (1a)$$

a gyenge kölcsönhatás a J_α áram kölcsönhatása önmagával /áram×áram kölcsönhatás/, Lagrange-operátora

$$L_W^b = \frac{g^o}{\sqrt{2}} J_\alpha^+ J_\alpha + \text{herm. konj.}, \qquad (2a)$$

vagy a j_α /"klasszikus"/ gyenge áram /fermion-amplitudó/

$$j_\alpha = \bar{e} O_\alpha \nu_e + \bar{\mu} O_\alpha \nu_\mu + \bar{n} O_\alpha p \equiv V_\alpha + A_\alpha$$

$$\langle f | J_\alpha | i \rangle = j_\alpha; \quad O_\alpha = \gamma_\alpha (1+\gamma_5), \qquad (1b)$$

mig a kölcsönhatás mátrixeleme /ME/

$$ME_W^b = \frac{g^o}{\sqrt{2}} j_\alpha^+ j_\alpha + \text{herm. konj.} \qquad (2b)$$

Itt $\bar{\psi}$, ψ az illető fermionok keltő és eltüntető operátorai, $\bar{e}$, ν_e, stb. azok /4-komponensü spinor/ hullámfüggvényei, γ_α ($\alpha=1,\ldots,4$) és γ_5 Dirac-mátrixok /l. (Fl) /, V_α ($\leftarrow\gamma_\alpha$) és A_α ($\leftarrow\gamma_\alpha\gamma_5$) a j_α áram /analóg módon ugyanigy J_α esetén/ **vektor-** és **axiálvektor-áram** összetevői. (2) -ben b annak kifejezésére szolgál, hogy az univerzalitás posztulálása mellett a (2) kölcsönhatás nukleonárama /-amplitudója/ **"csupasz"** /bare/ **nukleonokat** foglal magában, azaz a (2) kölcsönhatás az erősen is kölcsönható nukleonok révén fellépő virtuális erős kölcsönhatások által nem befolyásolt alapvető gyenge kölcsönhatás: az UFK /más nevén ezek után **univerzális** V-A **kölcsönhatás**/ hipotézise szerint az ($e\nu_e$) ($\mu\nu_\mu$), (np) fermionpárok közötti /"csupasz"/ kölcsönhatást **egy** alapvető csatolási állandó, g^o jellemzi.

$$g^o = g_V^{o\beta}(=g_V^\beta) = g_V^{o\mu C} = g_V^\mu \equiv g^\mu \qquad (3a)$$

$$-g^o = g_A^{o\beta} = g_A^{o\mu C} = g_A^\mu \; ; \qquad (3b)$$

$$\begin{aligned} g^\mu &= (1.4350 \pm 0.0011)\times 10^{-49}\,\mathrm{erg\,cm^3} \\ g_V^\beta &= (1.4061 \pm 0.0034)\times 10^{-49}\,\mathrm{erg\,cm^3} \\ (g_V^\beta - g^\mu)/g^\mu &= (2.02 \pm 0.24)\ \% \end{aligned} \qquad (3c)$$

A fent emlitett gyenge folyamatok mátrixelemei (2b) alapján /l. (F2)/:

a/ β-emisszió

$n \rightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e$ és inverz folyamatai

$$ME^b = \frac{g_V^{o\beta}}{\sqrt{2}}[\bar{p}\gamma_\alpha(1+\gamma_5)n][\bar{e}\gamma_\alpha(1+\gamma_5)\nu_e] + \text{h.k.} \qquad (4a)$$

b/ μ-bomlás

$$\mu^- \to e^- + \bar{\nu}_e + \nu_\mu \text{ és inverzei}$$

$$ME_\mu^b \equiv ME_\mu^{eff} = \frac{g^\mu}{\sqrt{2}}[\bar{e}\gamma_\alpha(1+\gamma_5)\nu_e][\bar{\nu}_\mu(1-\gamma_5)\gamma_\alpha\mu]+h.k. \qquad (4b)$$

c/ μ-befogás

$$\mu^- + p \to n + \nu_\mu$$

$$ME_{\mu C}^b = \frac{g_V^{o\mu C}}{\sqrt{2}}[\bar{n}\gamma_\alpha(1+\gamma_5)p][\bar{\nu}_\mu(1-\gamma_5)\gamma_\alpha\mu] \qquad (4c)$$

A (3) összefüggések a (4) folyamatok tükrében magyarázatra szorulnak.

1/Lévén a (4b) μ-bomlás **leptonáram**ok kölcsönhatása, sugárzási korrekcióktól eltekintve, erős kölcsönhatások hiányában $ME_\mu = ME_\mu^{eff}$ /effektiv kölcsönhatás/, ill. $g^o = g_V^\mu = g^\mu$, és **tiszta** V-A kölcsönhatás valósul meg /V-λA; λ=1/ igy $g_V^\mu = -g_A^\mu$.

2/ A gyenge kölcsönhatás **nukleon-vektorárama** a virtuális erős kölcsönhatások jelenléte ellenére megmaradó mennyiség [G1, F5], ezért nincs renormálás $g_V^{o\beta}$-re: (3a) -ban tehát $g_V^\beta = g_V^{o\beta} = g^o$.

3/ De **ez** (3c) alapján nem érthető. Az erős kölcsönhatások szimmetriájára alapozó Cabibbo-elmélet a $g_V^\beta = g^o \cos\theta$; $\theta = 0.21$ relációt állitja, amely már összhangban van (3c) -vel és az UFK ezzel a kiegészitéssel érvényesül.

4/ A μ-befogás csatolási állandójával kapcsolatban alapjában véve ugyanazokat a megfontolásokat lehet tenni, mint a β-bomlás esetében, minthogy mindkét folyamatban ugyanazon nukleonáram játszik szerepet. A lényeges különbség a két folyamat között abban áll, hogy a müon nagy nyugalmi tömege miatt a μ-befogásban a leptonrésztől átadott impulzus 2 nagyságrenddel nagyobb, mint a β-bomlásban. Másrészt,

a két folyamatban résztvevő axiálvektor kölcsönhatás csatolási állandója az erős kölcsönhatások révén jelentősen módosul a $g_V^{\beta} = -g_A^{o\beta}$ ill. $g_V^{o\mu C} = -g_A^{o\mu C}$ relációkhoz képest: a kísérletek $g_A^{\beta}/g_V^{\beta} \simeq g_A^{\mu C}/g_V^{\mu C} \simeq -1.2$ viszonyt mutatnak /V-λA kölcsönhatás, $\lambda \simeq 1.2$/.

2. V-λA kölcsönhatás és indukált kölcsönhatások

Kiindulva az UFK egységes kölcsönhatási strukturát kijelölő koncepciójából, a (4a, c) folyamatokat leíró **effektiv kölcsönhatás** [F6, G2, T3, W2] általános [Lorentz-invariáns] formában konstruálható meg, a kezdő és végállapoti nukleon 4-impulzusaiból és γ-mátrixokból képezve az összes vektor és axiálvektor tipusu kombinációkat, megmutatható [O3], hogy azok az alábbi tagokra redukálhatók:

$$\sqrt{2} M E_w^{eff} = \{\bar{N}_f [F_V \gamma_\alpha - F_M \sigma_{\alpha\rho} q_\rho + F_S q_\alpha](\tau^+ N_i)\} j_\alpha^{V\ell}$$
$$+ \{\bar{N}_f [F_A \gamma_\alpha \gamma_5 - F_{PS} q_\alpha \gamma_5 + F_T \sigma_{\alpha\rho} q_\rho \gamma_5](\tau^+ N_i)\} j_\alpha^{A\ell} + \text{h.k.}, \qquad (5)$$

τ^+ a kezdő állapot N_i nukleonját transzformálja a végállapot N_f nukleonjába ($\tau^+ n = p$), $q_\alpha = N_\alpha^i - N_\alpha^f$ 4-impulzustranszfer a folyamatban, N_α^i és N_α^f az N_i és N_f nukleon 4-impulzusa, $2\sigma_{\alpha\rho} = (\gamma_\alpha \gamma_\rho - \gamma_\rho \gamma_\alpha)$. Ha $F_M = F_S = F_{PS} = F_T = 0$ és $F_V = -F_A = g^o$, (4a, c)-t kapjuk vissza; $j_\alpha^{V\ell}$ és $j_\alpha^{A\ell}$ a vektor és axiálvektor lepton-amplitudók, $\ell = (e\nu_e)$, vagy $(\mu\nu_\mu)$.

Az F **formfaktorok** $q^2 = q_\alpha q_\alpha$ függvényei, ha q^2 nem nagyon változik, az F formfaktorok célszerüen konstansok, **effektiv csatolási állandókként** tekinthetők. A következő jelöléssel a csatolási állandó dimenziójára hozhatók /$\ell = \mu, e$/:

$F_V = g_V$	effektiv vektor
$F_A = g_A$	effektiv axiálvektor
$F_{PS} = g_P/m_\ell$	indukált pszeudoskalár
$F_M = g_M/2m_N$	indukált pszeudotenzor /gyenge mágnességi/
$F_S = g_S/m_\ell$	indukált skalár
$F_T = g_T/2m_N$	indukált tenzor csatolási állandó.

Az (5) effektiv kölcsönhatásban a (4a,c)-hez képest meg jelenő uj (erős kölcsönhatások indukálta) tagok fellépte az ismeretlen erős kölcsönhatások jelenlétét jelenti a gyenge kölcsönhatásokban a nukleon(hadron-)áram fenti módositása révén.

A (4a) β-bomlásban, ahol a q impulzustranszfer nem jelentős /megengedett átmenetek/, (5) -ben az összes indukált kölcsönhatási tagok elhanyagolhatók:

$$\begin{aligned}\sqrt{2}ME_\beta^{eff} &= [\bar{p}F_V\gamma_\alpha n][\bar{e}\gamma_\alpha(1+\gamma_5)\nu_e] \\ &+ [\bar{p}F_A\gamma_\alpha\gamma_5 n][\bar{e}\gamma_\alpha\gamma_5(1+\gamma_5)\nu_e]+h.k. \\ &= F_V[\bar{p}\gamma_\alpha(1+\frac{F_A}{F_V}\gamma_5)n][\bar{e}\gamma_\alpha(1+\gamma_5)\nu_e]+h.k. \\ &= g_V^\beta[\bar{p}\gamma_\alpha(1+\lambda\gamma_5)n][\bar{e}\gamma_\alpha(1+\gamma_5)\nu_e]+h.k.\end{aligned} \qquad (6)$$

felhasználva a $g_V^\beta = F_V$, $g_A^\beta = F_A$ jelölést, $\lambda = g_A^\beta/g_V^\beta = |\lambda|e^{i\phi}$.

$\lvert\lambda\rvert$	$= 1.251 \pm 0.009$	legujabb kisérleti adatok /1973/
ϕ	$= (181.13 \pm 1.28)^\circ$	
g_V^β	$= (1.4070 \pm 0.0043)\times10^{-49}$ ergcm^3	

(6) a β-bomlás explicit V-λA kölcsönhatási formája.

Az (5) effektiv kölcsönhatásban megjelenő indukált kölcsönhatási tagokra nézve szimmetriatulajdonságok teljesülésének és megmaradási elvek megkövetelésével megszoritásokat lehet tenni:

i/ az elektrodinamikában érvényes (vektor-) árammegmaradás

$$(\partial j_\alpha/\partial x_\alpha \propto q_\alpha j_\alpha = q_\alpha \bar{N}_f[C_V\gamma_\alpha + \ldots]\tfrac{1}{2}(1+\tau_3)N_i = 0 \quad ; C_V, \ldots \text{ az}$$

effektiv elektromágneses csatolási állandók) analógiájára felépitett gyenge vektor-árammegmaradás [F5]

$(\partial V_\alpha/\partial x_\alpha \propto q_\alpha V_\alpha = q_\alpha \bar{N}_f[F_V\gamma_\alpha + \ldots](\tau^{\pm} N_i) = 0$ szintén, mivel j_α izovektor része és V_α ugyanazon <u>izovektoráram</u> harmadik, ill. (első)$\pm$i(második) komponense)következményeként

$$F_S(q^2 \neq 0) = 0 \; ; \quad g_S = 0$$

$$g_M = (\mu_p^a - \mu_n^a) g_V \simeq 3.7\, g_V \qquad (7a)$$

ii/ a részlegesen megmaradó axiálvektoráram [G2]

$(\partial_\alpha A_\alpha \propto q_\alpha A_\alpha = q_\alpha \bar{N}_f[F_A\gamma_\alpha\gamma_5 + \ldots](\tau^{\pm} N_i) \approx 0$, ha q^2 kicsi és $= 0$, ha $q^2 >> m_\pi$; m_π az erős kölcsönhatás térkvantuma, a pion tömege) eredményeként

$$g_P \propto \frac{m_p m_\ell}{(m_\ell^2 + m_\pi^2)} |g_A| ; \quad (\ell = e, \mu)$$

$$g_P^\beta \simeq (1/20)|g_A^\beta| << |g_A^\beta| \qquad (7b)$$

$$g_P^{\mu C} \simeq 8\, |g_A^{\mu C}|$$

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA KÖNYVTÁRA

(és ezért várható, hogy $|g_A^\beta|$ nem nagyságrendekkel fog különbözni $|g_V^\beta|$-tól: $\lambda = g_A^\beta/g_V^\beta \approx -1.23$)

iii/ a G-transzformációval [W2] (G = töltéskonjugáció × "izospinparitás", amellyel szemben az erős kölcsönhatások invariánsok) szemben a gyenge nukleonáram V, A, M és P tagjai /első osztályu áramok/, valamint S és T tagjai /másodosztályu áramok/ eltérő módon transzformálódnak, és mivel a kölcsönhatásban V és A határozottan fellép, S és T nem adhat járulékot, azaz

$$g_S = g_T = 0 \qquad (7c)$$

Végül, a β-bomlás és μ-befogás csatolási állandóit viszonyitó reláció [F6]:

$$g_V^{\mu C} = 0.972\, g_V^\beta \; ; \quad g_A^{\mu C} = 0.999\, g_A^\beta \; . \qquad (7d)$$

(5) alapján az i/-iii/ követelmények figyelembevételével a (4c) μ-befogás effektiv ME-e:

$$\sqrt{2}ME_{\mu C}^{eff} = [\bar{n}(g_V^{\mu C}\gamma_\alpha - \frac{g_M^{\mu C}}{2m_N}\sigma_{\alpha\rho}q_\rho)p][\bar{\nu}_\mu(1-\gamma_5)\gamma_\alpha\mu]$$
$$+ [\bar{n}(g_A^{\mu C}\gamma_\alpha\gamma_5 - \frac{g_P^{\mu C}}{m_\mu}q_\alpha\gamma_5)p][\bar{\nu}_\mu(1-\gamma_5)\gamma_\alpha\gamma_5\mu]. \qquad (8)$$

A μ-befogást ugyszintén a V-λA effektiv kölcsönhatás jellemzi, ennek alakja azonban az indukált kölcsönhatási tagok megjelenése miatt kevésbé szembetünő.

2.6 Összefoglalásul

az itt bemutatott "szimpla", azaz ritkaságörző UFK követelő belső logikájára irányuló tentativ törekvés kihangsulyozásával zárnám a témát.

Az egységes áram × áram kölcsönhatási struktúrát és csatolási állandókat felmutató egzakt V-A ($\lambda=1$) univerzális gyenge kölcsönhatás az un. minimális elektromágneses /V_{el}/ kölcsönhatással állitható párhuzamba.

Az ismeretlen erős kölcsönhatások jelenléte mindkét kölcsönhatásban indukált kölcsönhatási tagokat tartalmazó effektiv kölcsönhatással /árammal/ és a csatolási állandók renormálásával vehető figyelembe: az effektiv V'_{el} elektromágneses és $V'-\lambda A'$ gyenge kölcsönhatás, ahol a V'_{el} és V' effektiv vektoráramokról, a bennük előforduló csatolási állandókról /formfaktorokról/, valamint a közöttük létesithető kapcsolatokról azok izotriplet strukturájának hipotézise [F5] ad számot. A $\lambda A'$ effektiv axiálvektor-áramra és csatolási állandóira /formfaktoraira/ más feltevések, módszerek /diszperziós reláció, részlegesen megmaradó axiálvektoráram, áramalgebra/ tesznek megállapitásokat [G2, W4, A2]. A leptonok, valamint a hadronok leptonos /és nemleptonos/ gyenge kölcsönhatásai csatolási állandóinak további pontos egyeztetése tulajdonképpen már kivezet a ritkaságőrző egyszerü UFK köréből, továbbá sugárzási korrekciók szükségesek.

Fontos feladata az **elemirészek fizikájának** az UFK természetének feltárása elementáris gyenge folyamatok vizsgálata révén. Másrészt világos, hogy a magokon belül lejátszódó gyenge folyamatok az effektiv kölcsönhatást tükrözik, a **magfizika** tehát itt jut szerephez. Számára a megismerés eszközéül, és egyben egymást kiegészitő, intuitive előrelenditő nukleáris β-bomlások és mezon-befogás /köztük a μ-befogás/ szolgálnak.

Függelék

A 2.0 - 2.2 szakaszokban használt /nem-hermitikus/ γ-mátrixok:

$$1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}; \quad \vec{\gamma} = \begin{pmatrix} 0 & \vec{\sigma}^P \\ -\vec{\sigma}^P & 0 \end{pmatrix}; \quad \gamma_4 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix};$$

$$\gamma_5 = i\gamma_1\gamma_2\gamma_3\gamma_4 = -\begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}; \quad \vec{\sigma}^P \text{ a 2x2-Pauli mátrix.}$$

(F1)

$$\gamma_\mu\gamma_\nu + \gamma_\nu\gamma_\mu = 2g_{\mu\nu} \qquad (\mu,\nu = 1, 2, 3, 4)$$

$$\gamma_\mu\gamma_5 + \gamma_5\gamma_\mu = 0 \quad ; \quad \gamma_5^2 = 1$$

$$g_{\mu\nu} = -\delta_{\mu\nu} \ (\mu,\nu = 1, 2, 3) \ ; \quad g_{44} = \delta_{44} = 1$$

$$\sigma_{\mu\nu} = (1/2)(\gamma_\mu\gamma_\nu - \gamma_\nu\gamma_\mu); \ (\mu,\nu = 1, 2, 3, 4)$$

A metrika - - - + jelölésü.

A (4) elementáris folyamatok ME-i [03]:

$$(\bar{v} O_\alpha u)^* = (\bar{u} \bar{O}_\alpha v) \; ; \qquad \bar{O}_\alpha = \gamma_4 O_\alpha^+ \gamma_4$$

ha $O_\alpha = \gamma_\alpha(1+\gamma_5) = (1-\gamma_5)\gamma_\alpha$, akkor $\bar{O}_\alpha = O_\alpha$.

Ezért (4a):

$$j_N^* j_\ell = (\bar{n} O_\alpha p)^* (\bar{e} O_\alpha \nu_e) = (\bar{p} O_\alpha n)(\bar{e} O_\alpha \nu_e),$$

(4b):

$$j_\ell^* j_\ell = (\bar{\mu} O_\alpha \nu_\mu)^* (\bar{e} O_\alpha \nu_e) = (\bar{e} O_\alpha \nu_e)(\bar{\nu}_\mu O_\alpha \mu), \qquad \text{(F2)}$$

(4c):

$$[j_N^* j_\ell ,]^* = (\bar{n} O_\alpha p)\,(\bar{\nu}_\mu O_\alpha \mu) \; .$$

IRODALOM

[A2] S. L. Adler, Phys. Rev. 140 /1965/ B736.

[B3] M. T. Burgy et al., Phys. Rev. 110 /1958/ 1214.

[F3] E. Fermi, Elementary Particles, Yale Univ. Press, New Haven, 1951.

[F4] H. R. Frauenfelder et al., Phys. Rev. 106 /1957/ 386.

[F5] R. P. Feynman and M. Gell-Mann, Phys. Rev. 109 /1958/ 193.

[F6] A. Fujii and H. Primakoff, Nuovo Cim. 12 /1959/ 327.

[G1] M. Goldhaber et al., Phys. Rev. 109 /1958/ 1015.

[G2] M. L. Goldberger and S. B. Treiman, Phys. Rev. 111 /1958/ 354.

[J4] J. D. Jackson, S. B. Treiman and H. W. Wyld, Phys. Rev. 106 /1957/ 517.

[K1] E. J. Konopinski, Ann. Rev. Nucl. Sci. 9 /1959/ 99.

[L2] T. D. Lee, M. Rosenbluth and C. N. Yang, Phys. Rev. 75 /1949/ 905.

[L3] T. D. Lee and C. N. Yang, Phys. Rev. 104 /1956/ 254.

[O3] L. B. Okun', Weak Interactions of Elementary Particles, Pergamon Press, Oxford, 1965.

[S1] E. C. Sudarshan and R. E. Marshak, Phys. Rev. 109 /1958/ 1860.

[S2] J. J. Sakurai, Nuovo Cim. 7 /1958/ 649; Invariance Principles and Elementary Particles, Princ. Univ. Press, Princeton, 1964.

[T1] J. Tiomno and J. A. Wheeler, Rev. Mod. Phys. 21 /1949/ 153.

[T2] W. R. Theis, Z. Physik 150 /1958/ 590; Fortschr. Phys. 7 /1959/ 559.

[T3] H. A. Tolhoek, Selected Topics in Nuclear Theory, IAEA, Vienna, 1963, p. 343.

[W1] C. S. Wu et al., Phys. Rev. 105 /1957/ 1413.

[W2] S. Weinberg, Phys. Rev. 112 /1958/ 1375.

[W4] W. I. Weisberger, Phys. Rev. 143 /1966/ 1302.

ATOMKI Közlemények 16 (1974) 207-242.

A FÜGGETLEN-RÉSZECSKE MODELL ÉS ALKALMAZÁSA AZ 1p ÉS (2s,1d) HÉJON*

HOCK GÁBOR

The individual-particle model, and application to the 1p and (2s, 1d) shells. In the first chapter and the appendix, the individual-particle shell model with intermediate coupling in LS coupling has been surveyed giving an applicable tool and a large scale of references to it for usual shell model calculations on light nuclei characterized by equivalent particles. The second chapter shows one way for doing it in 1p shell nuclei. The configuration mixing and its application to the (2s,1d) nuclei ^{19}F and ^{19}O are summarized in the third chapter on the basis of Elliott and Flowers's work [E5].

A független-részecske modell és alkalmazása az 1p és (2s, 1d) héjon. Az első fejezetben és a függelékben a közbenső csatolású független-részecske modell LS csatolású változatát tekintjük át alkalmazható apparátust és erre vonatkozó részletes irodalmat megadva a szokásos héjmodell-számitásokhoz az ekvivalens részecskékkel leirható magok esetére. A második fejezet egy példát mutat arra, hogyan végezhető el ez az 1p magok esetén. A konfigurációkeveredést és ennek alkalmazását a ^{19}F és ^{19}O (2s, 1d) magokra a harmadik fejezet mutatja be Elliott és Flowers munkájának [E5] alapján.

Модель независимых частиц и применение к 1p и (2s, 1d) оболочкам. В первом разделе и приложении обозревается модель независимых частиц с промежуточной связью в LS схеме, причем дается применимый аппарат и обширная литература для обычных расчетов в рамках оболочечной модели, учитывая ядра описываемые взаимодействием одинаковых частиц. Второй раздел показывает пример, как это сделается при ядрах 1p оболочки. В последнем разделе рассматриваются роль смешивания конфигураций и его применение к ядрам (2s, 1d) оболочки ^{19}F и ^{19}O, обоснованное на работе Эллиотта и Флоуерса [E5].

* Részlet a "Könnyü magok körében végzett béta- és müon-spektroszkópiai számitások" cimü egyetemi doktori értekezésből.

1. Független-részecske modell

1.0. Bevezetés

A független-részecske modell elnevezésére az irodalomban az angol **individual-particle model** és oroszul alternative a модель независимых частиц, ill. многочастичная модель kifejezéseket használják, mely utóbbi szerint e magmodellt **sokrészecske modell**nek is nevezhetjük másképpen is kifejezésre juttatva azt a koncepciót, mely alapján a szóbanforgó héjmodellváltozat az atommagot alkotó **valamennyi részecske** együttes hatását igyekszik számitásba venni, azaz olyan állapotfüggvényekkel operál, amelyek az összes részecske egyrészecske-hullámfüggvényeiből épülnek fel.

Valamely kvantummechanikai rendszer sajátérték-sajátfüggvény probléma megoldása hullámfüggvények teljes, ortogonális rendszerének birtokában lehetséges. Legyen ezen **bázisfüggvények** rendszere Φ_i. Az energia-sajátértékek meghatározása a $\langle\Phi_i|H|\Phi_j\rangle$ energiamátrix diagonalizálása utján történik - H a rendszer Hamilton-operátora -, majd ezt követően határozhatók meg a megfelelő a_{ik} sajátvektorok, következésképpen a rendszer $\Psi_k=\Sigma_i a_{ik}\Phi_i$ hullámfüggvényei. A Φ_i bázisrendszer számossága elvben végtelen. Amennyiben azonban fizikai megfontolások révén sikerül a bázisrendszert alkalmasan megválasztani, a feladat megoldása során véges **méretekre** korlátozható.

A magelmélet matematikai apparátusának a következő feladatokat kell megoldania:

1/ a magállapotok klasszifikációjának megteremtése egyik vagy **másik** modellben, azaz a különféle lehetséges

magállapotok tipusainak és számának meghatározása;

2/ a mag állapotfüggvényeinek felépitése az adott modellban;

3/ operátorok mátrixelemeinek kiszámitása ezen függvények alapján.

A független-részecske modell soron következő rövid áttekintésében a számitásaimban alkalmazott variánsban szereplő bázisfüggvények és hullámfüggvények konstrukciójáról, a származási együtthatók alkalmazásáról, operátorok mátrixelemeinek kiszámitásáról és a magstruktura alapját képező nukleon-nukleon-kölcsönhatások /magerők/ tipusairól lesz szó.

1.1. Bázisfüggvények és maghullámfüggvények felépitése

A gyakorlati esetekben a sokrészecske-függvények konstruálásánál [R1, J1, F1, E1] a következő definiciókról kell emlitést tenni:

1/ csatolási mód

a/ valamely egyrészecske-potenciállal nyert egyrészecske-függvény LS csatolásban

$$\phi = |n\ell m_\ell m_s m_t\rangle = \phi_{n\ell m_\ell} \chi_{\frac{1}{2}m_s} \eta_{\frac{1}{2}m_t} = u_{n\ell}(r) Y_{\ell m_\ell}(\Omega) \chi_{\frac{1}{2}m_s} \eta_{\frac{1}{2}m_t} \qquad (1.1)$$

b/ ugyanez j-j csatolásban

$$\phi = |n\ell jmm_t\rangle = u_{n\ell}(r) \eta_{\frac{1}{2}m_t} \sum_{tm_\ell} \langle \ell m_\ell \tfrac{1}{2} m-m_\ell | jm\rangle Y_{\ell m_\ell}(\Omega) \chi_{\frac{1}{2}m-m_\ell}$$

2/ részecskék ekvivalenciája

a/ tiszta konfigurációt alkotó k számu ekvivalens ré-

szecske sokrészecske-függvénye

$$|(n\ell)^k>, \qquad \text{ill.} \qquad |(n\ell j)^k> \qquad (1.2)$$

1/a/- és 1/b/-nek megfelelően,

b/ és ugyanigy, kevert konfigurációju állapotok alatt értjük a nem-ekvivalens részecskék alkotta

$$|(n_1\ell_1)^{k_1}(n_2\ell_2)^{k_2}...> \text{ , ill. } |(n_1\ell_1 j_1)^{k_1}(n_2\ell_2 j_2)^{k_2}...> \qquad (1.3)$$

állapotokat $/\sum_i k_i = k/$.

A független-részecske modell alapkoncepciója szerint az atommag mint kvantummechanikai sokrészecskerendszer megoldásához vezető processzusban nulladik rendü közelitésként bázisfüggvényekül választják az (1.1) egyrészecske-függvények teljesen antiszimmetrizált szorzatait: $\Phi_i \to A\Pi_j \phi_j$.

Definiáljuk és jelöljük ezen bázisfüggvényeket pl. 2/a/ esetére (1.2)-t LS csatolásban

$$\Phi_i = |\ell^k \alpha[f] LSTM_L M_S M_T> \equiv |\ell^k \alpha[f] Qq> \qquad (1.4)$$

szimbólummal /ℓ-konfiguráció/, melyektől tehát megköveteljük, hogy teljes, ortonormált rendszert alkossanak

$$<\ell^k \alpha[f]Qq|\ell^k \alpha'[f']Q'q'> = \delta_{QQ'}\delta_{qq'}\delta_{\alpha\alpha'}\delta_{[f][f']} \qquad (1.5)$$

/ortonormáltság feltétele/. L, S, T a teljes pályaimpulzusmomentum, spin- és izospinkvantumszámok, M_L, M_S, M_T pedig ezek mágneses vetületei. A továbbiakban, ahol lehetséges, egyszerüsités kedvéért a $Q \equiv (LST)$, $q \equiv (M_L M_S M_T)$ jelölést vezetjük be. Az LST kvantumszámok jó kvantumszámok, ameny-

nyiben a rendszer Hamilton-operátora csak centrális /tipusu/ potenciált tartalmaz,

$$H = T + V^{centr}$$

/T a teljes kinetikus energia/, de nem elégségesek a sokrészecske-függvények egyértelmü klasszifikációjához. További kiegészitő kvantumszámok szükségesek.

Az [f] kvantumszám az un. Young-ábra, amely a k számu nukleon S_k permutációs csoportjának irreducibilis ábrázolása, ugyanakkor az [f] Young-ábrával jellemzett bázisfüggvények a $\phi_{n\ell m}$ egyrészecske-pályafüggvények által kifeszitett $(2\ell+1)$-dimenziós terében értelmezett uniter transzformációinak $U_{2\ell+1}$ csoportjának irreducibilis ábrázolásához tartozó bázisfüggvények is [B1]. Ezáltal a kétfajta transzformációs-szimmetria-tulajdonság egyidejü megkövetelése esetén csak azok a Young-ábrák megengedettek, amelyek nem tartalmaznak $(2\ell+1)$-nél több sort, valamint, mivel a teljes sokrészecske-függvény teljesen antiszimmetrizált, és négy különböző spin-izospin nukleonállapot létezik, nem tartalmaznak 4-nél több oszlopot LS csatolásban, és egyszersmind meghatározott [f] Young-ábrához meghatározott LST értékek tartoznak.

Végül további kiegészitő kvantumszámként szerepelhet az (1.4) sokrészecske-függvényben α esetleg multiplikáció folytán.

Ezzel együtt a jelen klasszifikáció a bázisrendszer teljességét is biztositja.

Az 1p héj egy bázisrendszerét az 1. Táblázat adja meg. A megfelelő magállapotfüggvényeket ilyen bázisfüggvények lineáris kombinációiként állitjuk elő.

Lényegében hasonló elveket alkalmazva lehet tárgyalni a j-j csatolás esetét. Ekkor az (1.2) sokrészecske-bázisfüggvényeket a

$$\phi_i = |j^k \alpha \; st \; JMTM_T>$$

1. Táblázat

k	L	$(2T+1, 2S+1)$	$[f]$
0	0	(11)	[0]
1	1	(22)	[1]
2	0, 2	(13) (31)	[2]
	1	(11) (33)	[11]
3	1, 3	(22)	[3]
	1, 2	(22) (24) (42)	[21]
	0	(22) (44)	[111]
4	0, 2, 4	(11)	[4]
	1, 2, 3	(13) (31) (33)	[31]
	0, 2	(11) (15) (51) (33)	[22]
	1	(13) (31) (33) (35) (53)	[211]
5	1, 2, 3, 4	(22)	[41]
	1, 2, 3	(22) (24) (42)	[32]
	0, 2	(22) (24) (42) (44)	[311]
	1	(22) (24) (42) (26) (62) (44)	[221]
6	0, 2^2, 3, 4	(13) (31)	[42]
	1, 3	(11) (33)	[411]
	1, 3	(11) (33)	[33]
	1, 2	(13) (31) $(33)^2$ (15) (51) (35) (53)	[321]
	0	(13) (31) (35) (53) (17) (71)	[222]

LS-csatolt hullámfüggvények a p héjra [H1, J1]. Az 1p héjon összesen $4(2\ell+1)=12$ nukleon foglalhat helyet. A táblázatban elegendő azonban csak $k \leq 6$ konfigurációt feltüntetni, mivel a lyukak és részecskék ebben a klasszifikációban ekvivalensek. Egy soron belül bármely L kombinálható bármely ST-értékekkel adott [f]-hez. Ezen állapotok tulnyomó többségét egyértelmüen jellemzik az [f], LST kvantumszámok, a k=6 esetén fellépő néhány kettős állapot megkülönböztetésére kiegészitő kvantumszám /pl. α/ szükséges.

szimbólummal jelölve /j-konfiguráció/,/J, M a teljes magspin és vetülete, s, t a senioritás és a redukált izospin kvantumszámok/, a tényleges magállapotfüggvények ezen bázisfüggvények szerint fejtendők ki. A jelen összefoglalásban a j-j csatolás esetére nem térek ki, mivel valamennyi számitást az LS csatolásban végeztem.

Nyilvánvaló, hogy legcélravezetőbb az a bázisrendszer, amelyik a konkrét magállapot természetéhez legközelebb áll.Tisztán centrális nukleon-nukleon kölcsönhatás esetén az L teljes pályaimpulzusmomentum jó kvantumszám, mig tiszta (l·s) spin-pálya kölcsönhatás esetén a J teljes magspin az egyedüli mozgásállandó. Mivel azonban a tényleges helyzetnek megfelelően mind centrális, mind spin-pálya tipusu erők léteznek, a leghübb közelitést a problémában az un. közbenső csatolás valósitja meg.

1.2. Származási együtthatók

Mint ismeretes, adott k nukleonból álló rendszer valamely antiszimmetrikus hullámfüggvénye $|\ell^k \alpha[f]Q>$ származási együtthatók /SzE/ segitségével épithető fel a kiindulási kétnukleon-függvényből $|\ell^2[f_2]Q_2>$ további nukleonok hozzáadásával szukcessziv eljárás révén [J2, B1, E1]. Rendszerint azonban a héjmodell-számitásokban a SzE-kat néhány részecske leválasztására használják. Mindkét esetben a meghatározandó sokrészecske-függvény a részrendszerek antiszimmetrikus függvényeinek szorzatai szerint fejthető ki, és a részrendszerek függvényeit a vektorösszegzés sze-

rint kell csatolni, a kifejtési tagok együtthatói a SzE-k:

$$|\ell^k\alpha[f]Qq\rangle = \sum\langle\ell^{k-m}\alpha_1[f_1]Q_1;\ell^m\alpha_2[f_2]Q_2|\}\ell^k\alpha[f]Q\rangle * \tag{1.6a}$$

$$* |\ell^{k-m}\alpha_1[f_1]Q_1;\ell^m\alpha_2[f_2]Q_2:(Q_1Q_2)Qq\rangle,$$

ahol

$$|\ell^{k-m}\alpha_1[f_1]Q_1;\ell^m\alpha_2[f_2]Q_2:(Q_1Q_2)Qq\rangle = \sum_{q_1q_2}\langle Q_1q_1Q_2q_2|Qq\rangle *$$

$$*|\ell^{k-m}\alpha_1[f_1]Q_1q_1\rangle|\ell^m\alpha_2[f_2]Q_2q_2\rangle ,$$

m tehát a leválasztott nukleonok száma, a $\langle\ell^{k-m};\ell^m|\}\ell^k\rangle$ kifejtési együtthatók a SzE-k. (1.6)-ben összegezni kell az összes indexes mennyiségekre, a részrendszerek un. közbenső kvantumszámaira, a $\langle Q_1q_1Q_2q_2|Qq\rangle$ vektorösszegzési együtthatók a szokásos Clebsh-Gordan együtthatók /CG/. Illetőleg megforditva:

$$|\ell^{k-m}\alpha_1[f_1]Q_1;\ell^m\alpha_2[f_2]Q_2:(Q_1Q_2)Qq\rangle = \tag{1.6b}$$

$$= \sum_{\alpha[f]}\langle\ell^{k-m}\alpha_1[f_1]Q_1;\ell^m\alpha_2[f_2]Q_2|\}\ell^k\alpha[f]Q\rangle|\ell^k\alpha[f]Qq\rangle$$

Ezért a SzE-kra fennáll az ortonormálási reláció:

$$\sum_Q\langle\ell^{k-m}\alpha_1[f_1]Q_1;\ell^m\alpha_2[f_2]Q_2|\}\ell^k\alpha[f]Q\rangle\langle\ell^{k-m}\alpha_1[f_1]Q_1; \tag{1.7a}$$

$$;\ell^m\alpha_2[f_2]Q_2|\}\ell^k\alpha'[f']Q\rangle = \delta_{\alpha\alpha'}\,\delta_{[f][f']},$$

ill.

$$\sum_{\alpha[f]}\langle\ell^{k-m}\alpha_1[f_1]Q_1;\ell^m\alpha_2[f_2]Q_2|\}\ell^k\alpha[f]Q\rangle\langle\ell^{k-m}\alpha_1'[f_1]Q_1'; \tag{1.7b}$$

$$;\ell^m\alpha_2'[f_2]Q_2'|\}\ell^k\alpha[f]Q\rangle = \delta_{\alpha_1\alpha_1'}\,\delta_{\alpha_2\alpha_2'}\,\delta_{Q_1Q_1'}\,\delta_{Q_2Q_2'}\,.$$

További általánositást jelentenek a nem-ekvivalens részecs-

kék alkotta kevert konfigurációju függvények esetére definiált SzE-k, mely szerint

$$|\ell_1^{k_1}(r_1)Q_1;\ell_2^{k_2}(r_2)Q_2> = \sum <(\ell_1^{k_1-p_1}(r_1')Q_1'\ell^{k_2-p_2}(r_2')Q_2')Q';$$

$$(\ell_1^{p_1}(r_1'')Q_1'',\ell_2^{p_2}(r_2'')Q_2'')Q''|\}\ell_1^{k_1}(r_1)Q_1,\ell_2^{k_2}(r_2)Q_2:(Q_1Q_2)Q> *$$

$$*|(\ell_1^{k_1-p_1}(r_1')Q_1',\ell_2^{k_2-p_2}(r_2')Q_2')Q';(\ell_1^{p_1}(r_1'')Q_1'',\ell_2^{p_2}(r_2'')Q_2'')Q'':Q> ,$$

ahol összegzés van az összes kiválasztási szabályok által megengedett következő indexek értékeire:

$$p_1 = 0,1,\ldots,m;\ p_1+p_2 = m;$$

$$(r_1')Q_1';(r_2')Q_2';(r_1'')Q_1'';(r_2'')Q_2'';Q',Q''$$

$$r_i \equiv \alpha_i[f_i]$$

Az ilyen, több héjat tartalmazó

$$<(\ell_1^{k_1-p_1},\ \ell^{k_2-p_2})(\ell_1^{p_1},\ \ell_2^{p_2})|\}\ell_1^{k_1}\ell_2^{k_2}>$$

tipusu SzE felbontható héj-SzE-k szorzatára [L1, N1]:

$$<(\ell_1^{k_1-p_1},\ell_2^{k_2-p_2})(\ell_1^{p_1},\ell_2^{p_2})|\}\ell_1^{k_1}\ell_2^{k_2}> = N_A C<\ell_1^{k_1-p_1},\ell_1^{p_1}|\}\ell_1^{k_1}> *$$

$$* <\ell_2^{k_2-p_2},\ell_2^{p_2}|\}\ell_2^{k_2}>,$$

ahol N_A antiszimmetrizálási faktor, C csatolási együttható /l. Függelék (1F1)/.

A gyakorlati problémákban leginkább az un. egy- ill. kétrészecske SzE-k játszanak szerepet, amikoris a teljes sokrészecske-függvényből egy ill. két részecskét kell leválasztani /m = 1, 2/. Már ezek kiszámitása is eléggé bo-

nyolult, azonban az 1p [J2, N1] és (2s,1d) [J3] héjakra LS csatolásban táblázatban állnak rendelkezésre. Ujabban pedig az SU(3) csoport szerinti klasszifikációban általánositva az 1p és (2s,1d) héjakra [A1, V1, H2].

1.3. Operátorok mátrixelemeinek kiszámitása

A származási együtthatók nem csupán a sokrészecske-héjmodell hullámfüggvényeinek felépitését teszik lehetővé, hanem az energianivók és más mérhető mennyiségek kiszámitását is ezen függvények alapján.

Az 1.0 bevezetőben szó esett a magállapotok energiaszintjeinek és a nekik megfelelő állapotfüggvények meghatározásáról a $H\Psi_k = E_k\Psi_k$ mátrixegyenlet $\Psi_k = \sum_i a_{ik}\Phi_i$ megoldása révén. A H Hamilton-operátorról a következő szakaszban lesz szó a magerők tipusai kapcsán. A sokrészecske-probléma megoldását - kéttest erők figyelembevétele esetén - a problémának egy- ill. kétrészecske-rendszerre történő visszavezetése jelenti, ezért a gyakorlatban csupán egy- és kétrészecske-operátorok alkalmazására kerül sor.

Valamely O operátor várható értéke $\langle\Psi_k|O|\Psi_k\rangle = \sum_{ij} a_{ik}a_{jk}O_{ij}$, ahol az O_{ij} mátrixelemek a SzE-k és tenzoroperátor módszer [R2, E2] segitségével számithatók ki. A következőkben erre térünk ki részletesebben.

Gyakran előforduló feladat tehát az

$$F\begin{bmatrix}\Lambda\Sigma\\ \lambda\sigma\end{bmatrix}\begin{matrix}I\\ \mu\end{matrix}\begin{matrix}T\\ \tau\end{matrix} = \sum_{i=1}^{A} f\begin{bmatrix}\Lambda\Sigma\\ \lambda\sigma\end{bmatrix}\begin{matrix}I\\ \mu\end{matrix}\begin{matrix}T\\ \tau\end{matrix}(i) = \sum_{i}\sum_{\lambda(\sigma)} <\Lambda\lambda\Sigma\sigma|I\mu> f^{\Lambda\Sigma T}_{\lambda\sigma\tau}(i) \qquad (1.8)$$

egyrészecske tenzoroperátorok $<\Phi_{j'}|F|\Phi_j> = F_{jj'}$ mátrixelemeinek kiszámitása; itt az $f^{\Lambda\Sigma T}_{\lambda\sigma\tau}$ operátor az i-edik részecske változóira ható tenzoroperátor, melynek rangja a pálya-impulzusmomentum térben Λ, a spin- és izospintérben Σ ill. T. I jelenti a vektorösszegzés alapján definiált rangját a spin-pálya-térben /J-tér/. Pl. a megengedett Gamow-Teller $\beta^{\mp}$ átmenet $\Sigma_{i=1}^{A}\vec{\sigma}(i)\tau^{\pm}(i)$ egyrészecske-operátora tenzor-operátor formában

$$F^{\pm}\begin{bmatrix}01\\ 0\sigma\end{bmatrix}\begin{matrix}1\\ \sigma\pm1\end{matrix}\begin{matrix}1\\ 1\end{matrix} = \Sigma_{i=1}^{A} f^{01\ 1}_{0\sigma\pm1}(i) \equiv \mp 2^{-\frac{1}{2}}\Sigma_{i=1}^{A}\sigma^{1}_{\sigma}(i)\tau^{1}_{\pm1}(i) \ .$$

Tekintettel azonban arra a tényre, hogy a magállapotokat jellemző /mérhető/ mennyiségek a J magspin, és T izospin, a $\Phi = |\ell^k\alpha[f]LST>$ bázisfüggvények $LST(M_L M_S M_T)$ kvantumszámairól is célszerü áttérni az $(LS)JMTM_T$ jellemzőkre:

$$\Phi(JMTM_T) = \sum_{M_L(M_S)} <LM_L SM_S|JM>|\ell^k\alpha[f]LSTM_L M_S M_T> \ .$$

Mármost, amennyiben az F operátor szimmetrikus a részecskék felcserélésével szemben, mig a mátrixelemben szereplő mindkét hullámfüggvény antiszimmetrikus, a (1.8) összeg f(i) tagjainak járulékai megegyeznek, ezért az F egyrészecske-operátor $F_{jj'}$ valamennyi változó szerinti redukált mátrixeleme /ℓ^k-konfigurációban/ a SzE-k felhasználásával:

$$<\Phi_j,(L'S')J'T'\|F^{[\Lambda\Sigma]IT}\|\Phi_j(LS)JT> =$$

$$= [\hat{J}\hat{J}'\hat{I}]^{\frac{1}{2}} \begin{Bmatrix} L & S & J \\ \Lambda & \Sigma & I \\ L' & S' & J' \end{Bmatrix} <\ell^k\alpha'[f']L'S'T'\| \sum_{i=1}^{k} f^{\Lambda\Sigma T}(i)\|\ell^k\alpha[f]LST>;$$

$Q \equiv (LST)$, $(r) \equiv \alpha[f]$, $\omega \equiv (\ell\tfrac{1}{2}\tfrac{1}{2})$, $\Omega \equiv (\Lambda\Sigma T)$ jelöléssel

$$<\ell^k(r')Q'\| \sum_{i=1}^{k} f^{\Omega}(i)\|\ell^k(r)Q> = k<\ell^k(r')Q'\|f^{\Omega}(k)\|\ell^k(r)Q>$$

$$= k \sum_{(r")Q"} <\ell^{k-1}(r")Q",\ell\omega|\}\ell^k(r)Q><\ell^{k-1}(r")Q",\ell\omega|\}\ell^k(r')Q'> *$$

$$* \left[\frac{\hat{Q}'}{4\hat{\ell}}\right]^{\frac{1}{2}} U(Q"Q'\omega\Omega;\omega Q)<\omega\|f^{\Omega}\|\omega> , \qquad (1.9)$$

ahol a redukált egyrészecske-mátrixelem

$$<\omega|f^{\Omega}|\omega> \equiv <\ell\tfrac{1}{2}\tfrac{1}{2}\|f^{\Lambda\Sigma T}\|\ell\tfrac{1}{2}\tfrac{1}{2}> = <\ell|L^{\Lambda}|\ell><\tfrac{1}{2}\|S^{\Sigma}\|\tfrac{1}{2}><\tfrac{1}{2}\|T^{T}\|\tfrac{1}{2}> ,$$

amelyek $\Lambda = 1$, $\Sigma = 1$, $T = 1$ esetén rendre

$$<\ell|1|\ell'> = [\ell(\ell+1)(2\ell+1)]^{\frac{1}{2}}\delta_{\ell\ell'}$$

$$<\tfrac{1}{2}|\sigma^1|\tfrac{1}{2}> = <\tfrac{1}{2}|\tau^1|\tfrac{1}{2}> = \sqrt{6}.$$

Az (1.9)-ben szereplő $U(Q"Q'\omega\Omega;\omega Q)$ szimbólum három Racah együttható szorzata, amelyekben a Q, Ω, ω kvantumszámok helyén rendre a pályaimpulzus-momentum spin és izospin kvantumszámai állnak, $\hat{X} = (2X+1)$.

Végül pedig

$$\langle \Phi_{j'}(L'S')J'M'T'M_T' | F^{[\Lambda\Sigma]IT}_{\lambda\sigma\,\mu\tau} | \Phi_j(LS)JMTM_T \rangle =$$

$$= [\hat{J}'\hat{T}']^{-\frac{1}{2}} \langle JMI\mu | J'M' \rangle \langle TM_T T\tau | T'M_T' \rangle \ * \qquad (1.10)$$

$$* \ \langle \Phi_{j'}(L'S')J'T' \| F^{[\Lambda\Sigma]IT} \| \Phi_j(LS)JT \rangle$$

Hasonlóképpen gyakori feladat a

$$G^{[\Lambda\Sigma]IT}_{\lambda\sigma\,\mu\tau} = \sum_{i<j} g^{[\Lambda\Sigma]IT}_{\lambda\sigma\,\mu\tau}(ij)$$

kétrészecske-tenzoroperátorok mátrixelemeinek kiszámitása, és ez ugyanugy történik, mint az egyrészecske-operátorok esetén, azzal az eltéréssel, hogy a $\langle \ell^{k-2}, \ell^2 | \} \ell^k \rangle$ kétrészecske-SzE-kat kell alkalmazni a **kétrészecske-mátrixelemekre** történő visszavezetés során.

Az általános $V = \sum_{i<j} v(ij)$ kétrészecske-operátort alapul véve, amely skalár a J-térben és töltésfüggő, de töltésörző tenzoroperátor /Coulomb-tipusu erők/

$$v(ij) = (L^\Lambda(ij) \cdot S^\Lambda(ij)) T^T_{\tau=0}(ij)$$

ahol a

$$(L^\Lambda \cdot S^\Lambda) = \sum_\lambda (-)^\lambda L^\Lambda_\lambda S^\Lambda_{-\lambda} = (-)^\Lambda \hat{\Lambda}^{\frac{1}{2}} [L^\Lambda \times S^\Lambda]^0_0$$

L^Λ és S^Λ skalárszorzata, a $V_{jj'}$ redukált mátrixelem hasonlóan az egyrészecske-operátorok esetéhez

$$\langle \Phi_{j'}(L'S')J'T' | V^{[\Lambda\Lambda]0T} | \Phi_j(LS)JT \rangle =$$

$$= (-)^\Lambda \delta_{JJ'} \left[\frac{\hat{J}}{\hat{S}'\hat{L}} \right]^{\frac{1}{2}} U(\Lambda SL'J; S'L) \langle \ell^k \alpha'[f']L'S'T' |$$

$$| \sum_{i<j} (L^\Lambda(ij) S^\Lambda(ij)) T^T(ij) | \ell^k \alpha[f] LST \rangle \ ;$$

ismét $Q \equiv (LST)$,

$$\langle \ell^k(r')Q' \Big| \sum_{i<j} (L^\Lambda(ij)S^\Lambda(ij))T^T(ij) \Big| \ell^k(r)Q\rangle =$$

$$= \binom{k}{2} \langle \ell^k(r')Q' \big| [L^\Lambda S^\Lambda T^T]_{k-1,k} \big| \ell^k(r)Q\rangle =$$

$$= \frac{k(k-1)}{2} \sum_{\substack{(\bar{r})\bar{Q}(r_2)Q_2 \\ (r_2')Q_2'}} \langle \ell^{k-2}(\bar{r})\bar{Q}, \ell^2(r_2)Q_2 | \} \qquad (1.11)$$

$$| \} \ell^k(r)Q\rangle \langle \ell^{k-2}(\bar{r})\bar{Q}, \ell^2(r_2')Q_2' | \} \ell^k(r')Q'\rangle \ *$$

$$* \left[\frac{\hat{Q}'}{\hat{Q}_2'}\right]^{\frac{1}{2}} U(\bar{Q}Q'Q_2\Omega; Q_2'Q) \langle \ell^2(r_2')Q_2' \big| [L^\Lambda S^\Lambda T^T] \big| \ell^2(r_2)Q_2\rangle \quad .$$

Az eredményként kapott kétrészecske-mátrixelem kifejtését, valamint néhány hasznos összefüggést a probléma felvetéshez képest további általánositást jelentő nem-ekvivalens részecskék alkotta konfigurációkra /konfigurációkeveredés/ az (1F7-8)-ban foglalunk össze.

1.4. Nukleon-nukleon kölcsönhatások /magerők/ tipusai

Jogos az atommag nukleonjai között müködő erőket valamely NN-potenciállal reprezentálni, amennyiben a v átlagos nukleonsebesség a magon belül $(v/c)^2 << 1$. 20 MeV átlagos magon belüli nukleon kinetikus energia mellett $(v/c)^2 \approx 1/20$. Ennek megfelelően célul tüzhető ki fenomenologikus potenciálok konstrukciója a következő invarianciakövetelmények figyelembevételével.

A NN-kölcsönhatás

1/ hermitikus – (energiamegmaradás)

2/ csak relativ koordinátáktól és impulzusoktól függhet – (invariancia a Gelilei-transzformációkkal szemben /transzlációinvariancia/)

3/ skalár a J-térben – (teljes impulzusmomentum-megmaradás, forgásinvariancia a 3-dimenziós térben)

4/ pozitiv paritásu – (invariancia a tértükrözéssel szemben, paritásőrzés)

5/ invariáns az időtükrözéssel szemben ($p \to -p, \vec{\sigma} \to -\vec{\sigma}, \vec{\tau} \to -\vec{\tau}$)

6/ skalár az izospintérben – (nem függ az izospin 3. komponensétől: töltésfüggetlenség)

7/ szimmetrikus a részecskék felcserélésével szemben.

A 4/ követelmény nem tekinti a $10^4 \div 10^7$ nagyságrenddel kisebb paritássértő NN-kölcsönhatási tipust, amelyért a gyenge kölcsönhatások felelősek.

A 6/ követelmény nem teljesül a Coulomb-kölcsönhatás folytán, itt azonban csak a "tiszta" nukleonok között fellépő /erős/ kölcsönhatásokat tekintjük.

Az (ij) nukleonpár között ható v_{ij} potenciál faktorizálható pályamomentum-, spin-, és izospinrészre:

$$v_{ij} = (L^{\Lambda}(ij) \cdot S^{\Lambda}(ij)) T(ij) \qquad (1.12)$$

T(ij) 6/ szerint skalár: u.m. 1 vagy $(\vec{\tau}_i \cdot \vec{\tau}_j)$. A zárójeles szorzat L^{Λ} és S^{Λ} tenzoroperátorok skalárszorzata; 3/ követelmény értelmében

$$[L^{\Lambda}_{\lambda} \times S^{\Sigma}_{-\lambda}]^{0}_{0} = \Sigma_{\lambda} <\Lambda\lambda\Sigma -\lambda | 00> (L^{\Lambda} \cdot S^{\Sigma}) = \delta_{\Lambda\Sigma} (-)^{\Lambda} \hat{\Lambda}^{-\frac{1}{2}} (L^{\Lambda} \cdot S^{\Lambda})$$

skalároperátor a J-térben.

Tekintettel arra, hogy a kétrészecske-rendszer maximális spinje 1, a vektorösszegzés szerint Λ lehetséges értékei

a/ $\Lambda = 0$: **centrális potenciál**

A v_{ij} centrális potenciál (1.12)alapján skalár mind a pályaimpulzusmomentum, mind a spintérben, és mindig irható mint

$$v_{ij} = V_o(r_{ij})(W + MP^{r}_{ij} - HP^{\tau}_{ij} + BP^{\sigma}_{ij}), \qquad (1.13)$$

ahol P^{x}_{ij} $(x \equiv \sigma, \tau, r)$ felcserélő operátorok az x-térben és $P^{\tau}_{ij} P^{\sigma}_{ij} P^{r}_{ij} = -1$. W, M, H és B a Wigner-, Majorana-, Heisenberg- és Bartlett-erők együtthatói, $V_o(r_{ij})$ a részecskék relativ koordinátáinak függvénye. A centrális erő esetén L, S és T jó kvantumszámok, mig ha H=B=0 /Serber-tipusu erők/, azaz a NN-potenciál spin-izospin-független, az [f] Young-ábra is jó kvantumszám.

b/ $\Lambda = 1$: **vektorpotenciál**

Ilyen, az invarianciaelveket kielégitő potenciál a

$$v_{ij} = V_1(r_{ij})(\mathbf{r}_{ij} \times \mathbf{p}_{ij})(\vec{\sigma}_i + \vec{\sigma}_j) \qquad (1.14)$$

tipusu potenciál, ahol $\mathbf{r}_{ij} = (\mathbf{r}_i - \mathbf{r}_j)$, $\mathbf{p}_{ij} = (\mathbf{p}_i - \mathbf{p}_j)$; $V_1(r_{ij})$ szintén a relativ koordináták függvénye. A vektorpotenciál $\Delta L = \Delta S = 0, \pm 1$ kiválasztási szabály-

ra vezet. Mármost, ugyanez az

$$V^{sp} = a\Sigma_i(l_i s_i) = a\Sigma_i(r_i \times p_i)s_i \qquad (1.15)$$

egyrészecske spin-pálya potenciál kiválasztási szabálya is, valamint a gyakorlat azt mutatta [E3, B2], hogy az (1.14) kétrészecske vektorpotenciál jól reprezentálható az (1.15) egyrészecske spin-pálya-kölcsönhatással: egy ℓ^k konfiguráció és egy $\ell^{4(2\ell+1)}$ zárt héj közötti (1.14) értelmü kétrészecske-kölcsönhatás /magasabbrendü és relativisztikus effektusoktól eltekintve/ ugyanarra az eredményre vezet, mint egy (1.15) tipusu egyrészecske-kölcsönhatás az ℓ^k konfiguráción belül, jóllehet ennek eredete nem világos.

c/ $\Lambda = 2$: tenzorpotenciál

A transzformációs tulajdonságoknak megfelelő /szimmetrikus/ tenzor tipusu kölcsönhatást konstruálhatunk $\vec{\sigma}_i$ és $\vec{\sigma}_j$ /és hasonló értelemben L-re/ spurnélküli tenzorszorzatából (1.12) alapján:

$$v_{ij} = V_2(r_{ij})\left[\frac{(\vec{\sigma}_i r_{ij})(\vec{\sigma}_j r_{ij})}{r_{ij}^2} - \frac{1}{3}(\vec{\sigma}_i \vec{\sigma}_j)\right], \qquad (1.16)$$

amely jó tapasztalatokra vezetett pl. a deuteron kvadrupolmomentumának, anomális mágneses momentumának értelmezésében. Soknukleon-problémában azonban elsősorban magasabb rendben ad járulékot, aktuális szerepe néhány anomális esetben lehet [F2].

A magstruktura-számitásokban rendszerint alkalmazott fenomenológikus /realisztikus, effektiv/ NN-potenciál nem azonos a kétrészecske szórásban használt potenciállal, elsősorban egyszerüségi okok folytán. Nem is várható, hogy két szabad nukleon szórásában szerepet játszó potenciálnak azonosnak kell lennie egy sok részecskét tartalmazó rendszer nukleonpárjai között müködő NN-potenciállal.

1.5. Összefoglalásul

a független-részecske modellről elmondhatjuk, hogy a Φ_j bázisfüggvények mellett nagy szerepe van a nukleonrendszer /atommag/ Hamilton-operátorának, ezen belül a NN-kölcsönhatás alkalmas megválasztásának.

A rendszer Hamilton-operátora

$$H = T + V$$

de facto megfogalmazódik mint a rendszer $T = \Sigma_i T_i$ teljes kinetikus energiájának és valamely $V = \Sigma_{i<j} v_{ij}$ NN-potenciál összege. Ez megmutatható, ekvivalens az egyes részecskék $H_o \equiv \Sigma_i H_i = \Sigma_i (T_i + V(r_i)) \equiv T + V$ Hamilton-operátoraiból és az un. maradék kölcsönhatási tagok összegéből felépitett Hamilton-operátorral

$$H = H_o + (V - V) \equiv H_o + \sum_{i<j} v^m_{ij}$$

/$V(r_i)$ valamely egyrészecske-potenciál, amelyben az egyes részecskék mozognak./ Ha pl. $V(r_i)$ oszcillátorpotenciál, a ϕ_i egyrészecskefüggvények oszcillátorfüggvények./ Igy

a Φ_j bázisfüggvények /mint nulladik perturbációs függvények/ a $H_o\Phi_j = \varepsilon_j\Phi_j$ energiasajátérték-egyenlet megoldásai és $\Phi_j \rightarrow A\Pi_i\phi_i$. Az pedig, hogy v^m_{ij} maradék kölcsönhatásként mi szerepel, a szóbanforgó magmodell lényege.

Mármost, a héjmodell alapelve értelmében ahhoz, hogy kötött energiáju zárt nukleonhéjakat /mint **sokrészecskeállapotokat**/ kapjunk, szükséges, hogy a Hamilton-operátor tartalmazzon centrális NN-potenciált. Ahhoz pedig, hogy a megfigyelt dublett-felhasadást zárt héjon kivüli nukleon esetében reprodukáljuk /^{5}He, ^{17}O/, tartalmaznia kell vektorpotenciált. /Jó közelitésben egyrészecske spin-pálya erőt. A tenzorpotenciál ezt a felhasadást nem eredményezi a legalacsonyabb konfigurációban: $4 \leq A \leq 40$./

A **független-részecske modell Hamilton-operátora** tehát az un. **közbenső csatolás**ban

$$H = \sum_i H_i + a\sum_i (\mathbf{l}_i \cdot \mathbf{s}_i) + \sum_{i<j} v^{centr}_{ij} \qquad (1.17)$$

azaz v^m_{ij} maradék kölcsönhatás gyanánt csupán a kétrészecske-vektorpotenciált helyettesitő (1.15) egyrészecske spin-pálya kölcsönhatást és a (1.13) centrális potenciált tartalmazza.

Végül, a független-részecske modell jelen áttekintésén tul, a modellnek az irodalomból ismert további specializációjához az 1p és (2s,1d) magok esetére a 2.1. és 2.2. szakaszokban térek vissza a konkrét céloknak megfelelően történő alkalmazás során.

2. Alkalmazások

2.1. Közbenső csatolású FRM az 1p héjon

Az 1p magok /l. 2. Táblázat/ sajátérték-sajátfüggvény problémájának megoldását a közbenső csatolású FRM-ben az (1.17) Hamilton-operátor diagonalizálása [K3, B8] jelenti a választott /pl. 1. Táblázat/ bázisrendszerben.

2. Táblázat

Héj sorszám	Egyrész.áll. (betöltési szám)	Mágikus szám	Nukleonok max. száma a héjon	Max.zárt konfiguráció
1	$1s_{1/2}$ (2)	2	4	$^{4}_{2}He$
2	$1p_{3/2}$ (4)	8	12	$^{12}_{6}C$
	$1p_{1/2}$ (2)			$^{16}_{8}O$
3	$1d_{5/2}$ (6)	20	24	$^{28}_{14}Si$
	$2s_{1/2}$ (2)			
	$1d_{3/2}$ (4)			$^{40}_{20}Ca$
.	.	.	.	.

Egyrészecske állapotok a héjmodellben.

(1.17) első tagja a nukleonok egyrészecske-energiájának összegét adja a tekintett héjon, amely nem befolyá-

solja a magnivók relativ helyzetét. A második, a spin-pálya kölcsönhatás, a együtthatója az

$$\varepsilon(\ell_{j=\ell-\frac{1}{2}}) - \varepsilon(\ell_{j=\ell+\frac{1}{2}}) = -\frac{1}{2}(2\ell+1)a \qquad (2.1a)$$

egyrészecske-energiakülönbségből határozható meg, amely az egyrészecske /egylyuk/ konfigurációju magok /^{5}He, ^{15}N, ^{17}O/ $j=\ell\pm\frac{1}{2}$ spinfelhasadás eredményezte nivósémájából állapitható meg és az $6\leq A\leq 14$ 1p magokra

$$a \simeq -1.5 \div -5 \quad \text{MeV}. \qquad (2.1b)$$

A spin-pálya ME /l. (1F2)/ diagonális (JT)-ben.

(1.17) centrális kölcsönhatási tagja (1F3-6) diagonális LST-ben ezért 1p /ekvivalens/ nukleonok esetén a 15 független $\langle p^2[f']L'S'T'|v_{12}^c|p^2[f]LST\rangle$ kétrészecske ME-ből 6 diagonális marad:

$$\begin{aligned}
\langle p^2\,[2]^{31}S|v_{12}^c|\rangle &= (L+2K)A_{10}\\
\langle p^2\,[2]^{13}S|v_{12}^c|\rangle &= (L+2K)A_{01}\\
\langle p^2[11]^{11}P|v_{12}^c|\rangle &= (L-3K)A_{00}\\
\langle p^2[11]^{33}P|v_{12}^c|\rangle &= (L-3K)A_{11}\\
\langle p^2\,[2]^{31}D|v_{12}^c|\rangle &= (L-K)A_{10}\\
\langle p^2\,[2]^{13}D|v_{12}^c|\rangle &= (L-K)A_{01}
\end{aligned} \qquad (2.2)$$

/a szokásos $\hat{\hat{T}}\hat{\hat{S}}_L$ spektroszkópiai jelöléssel/.

Itt a radiális kétrészecske ME-ket (1F6) alapján fejeztük ki, ahol a radiális függvények explicit alakjára tett feltevés nélkül, L és K az 1p héjon fellépő F^0 és F^2 Slater-

integrálok (1F5) lineáris kombinációi:

$$K = \frac{3}{25} F^2$$

$$L = F^0 + \frac{4}{25} F^2 \,. \qquad (2.3)$$

K és L a centrális kölcsönhatás energiaskála-paraméterének szerepét tölti be magmodellben, csakugy, mint a spin-pálya kölcsönhatás a együtthatója. Az energiaszintek relativ elhelyezkedését tehát a, K és L megválasztása befolyásolja. Célszerüen, szokás használni az a, K és az L/K energia-paramétereket, mely utóbbi

$$L/K = 6.0 \div 6.8 = \text{const.} \qquad (2.4a)$$

értéke mellett az 1p magok nivósémái egységesen jól leirhatók [K3, B8]. A K paraméter értékét természetesen negativnak választjuk kötött állapotok reprodukálásához, és

$$K = -1.0 \div -1.4 \text{ MeV} \qquad (2.4b)$$

az a tartomány, amelyen belül az 1p magok illeszthetők. K=0 esetén a közbenső csatolás a j-j csatolás, a=0 esetén az LS csatolás határesetekre egyszerüsödik. Ez a tény a konkrét számitásokban azok helyességét ellenőrző módszerként aknázható ki.

Másik fontos momentum a P^x_{12} felcserélő operátorok W, M, H, B együtthatóinak (1.13) alkalmas megválasztása [R5]:

$$W = -0.13 \qquad H = -0.26$$
$$M = 0.93 \qquad B = 0.46, \qquad (2.5)$$

amely értékek mellett /szemben másokkal, mint pl. a Serber-erők/ az szól, hogy

1/ az erős Majorana-erő választása a ^{12}C /$p_{3/2}$ zárul/ T=0 és T=1 szintjeinek kivánt energiakülönbségére ($\Delta E \simeq 15$ MeV) vezet,

2/ az A_{10}/A_{01} (spin-) szinglett/triplett arány folytán a $k = \pm 2$ magok /pl. ^{6}Li, ^{14}N, ^{18}F/ $T = 0$ és $T = 1$ nivóinak helyes energiakülönbsége adódik.

Másik ellenőrzési mód a centrális kölcsönhatás ME-ének számitásában, hogy a kétrészecske együtthatóinak /l. (1F3)/ algebrai összege éppen $k(k-1)/2$.

A ^{8}He, ^{11}Li és ^{12}Be 1p magok és azok β^--bomlásában keletkező leánymagok **normális paritásu** ($\pi = (-)^{k\ell}$; $k = A-4$)

$$|J^{\pi}T>_j = \sum_i \alpha_{ij} |p^k \alpha[f](LS)JT>_i \qquad (2.6)$$

állapotfüggvényeit és E_j (gerjesztési) energiaértékeit az 1. fejezet szellemében, annak és az 1. Függelék apparátusát, valamint az (1.17) Hamilton-operátorban a (2.1-5) paraméter-értékeket felhasználva a $<p^k(r_m)Q_m|H|p^k(r_n)Q_n> = H_{mn}$ energiamátrix diagonalizálásával nyertük [D1]. A diagonalizálást BESzM-4 tipusu gépen gépi kódban végeztük.

2.2 Közbenső csatolásu FRM a (2s,1d) héjon (A=19)

A 2. Táblázat szerint a (2s,1d) héjon elhelyezkedő k számu nukleon a

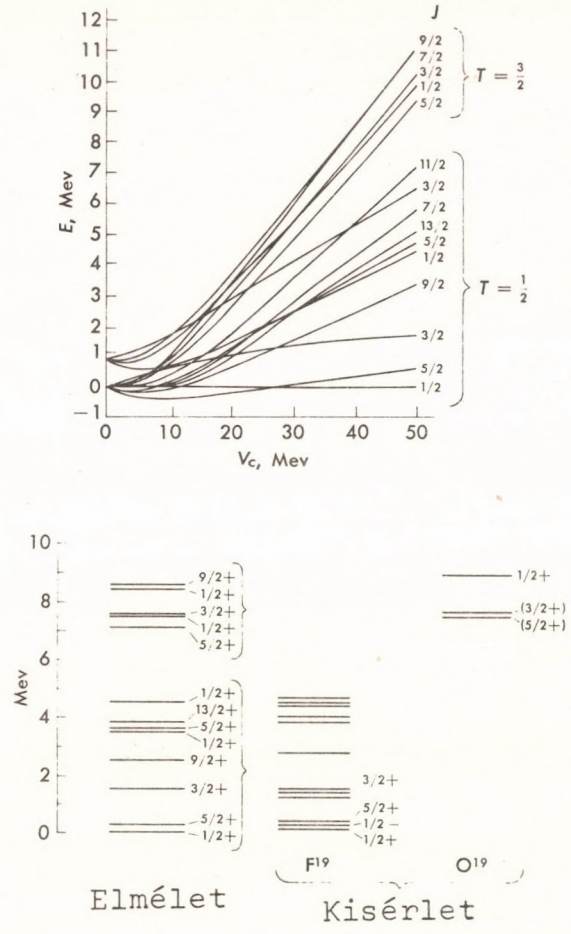
$$\sum_n (1d)^{k-n}(2s)^n \qquad (2.7)$$

tipusu konfigurációkeveredést valósitja meg. Eszerint valamennyi számitásban az 1. Függelék nem-ekvivalens nukleonok alkotta $(\ell_1^{k_1}, \ell_2^{k_2})$-konfigurációra vonatkozó formuláit kell alkalmazni.

Az A=19 magok normális /pozitiv/ paritásu, alacsonyenergiáju állapotait a ^{16}O-törzsön kivüli k=3 (d,s)--nukleon (2.7) konfigurációju állapotai határozzák meg. Ezekre az állapotokra közbenső csatolásu FRM-ben Elliott és Flowers /EF; [E5]/, j-j csatolásban Arima és mt-i [A6] végeztek számitásokat.

$$A\ \mu^+ + {}^{19}_{9}F(\tfrac{1}{2}^+,\tfrac{1}{2}) \rightarrow {}^{19}_{8}O^*(J^\pi,T) + \nu$$

befogás részletes vizsgálataihoz szükséges hullámfüggvények /$^{19}F_g(1/2^+,1/2)$; $^{19}O^*(1/2^+,3/2)_{1,2}$; $^{19}O^*(3/2^+,3/2)_{1,2,3}$ és természetesen a relativ nivóelhelyezkedés szempontjából az $|5/2^+, 3/2>$ állapotok/ számitásait, EF eredményeit /1. ábra/ az ujabb nivóséma-adatok felhasználásával kisebb módositásokkal /1. 3. Táblázat/ részben megismételtem, részben a fenti további nivókat kiszámitottam /2. ábra/ [H3].



1. ábra

A=19 magok elméleti spektruma V_o függvényében. A kisérleti és elméleti (V_o=40 MeV) spektrum összehasonlitása [E5, E1].

3. Táblázat

		EF [E5]	saját [H3]
v_{12}^{centr} 1)	potenciálalak rad. függés	Yukawa	Gauss 3)
	kicserélő erők	Rosenfeld	Rosenfeld
	modellparam.	V_o	V_o
a [MeV] spin-p.kh.együtth. 2)		-2	-2.03 4)
ε(d-s) [MeV] 2)		1.125	1.161 4)
kétrész.rad.mátrixel. rad. függv. 5)		Legendre-polinom harm.oszc.	Talmi-Moshinsky harm.oszc.

Az EF modellszámitás és a saját számitás összehasonlitása A=19 magra.

A 3. Táblázatban tett megjegyzések:

1/ az (1.13)-ban felirt centrális potenciál relativ koordinátáktól függő radikális függvénye

$$V_o(r_{ij}) = V_o f(r_{ij}),$$

ahol $f(r_{ij})$ a magpotenciál radiális alakja /Yukawa, Gauss, stb./, V_o energiaskála-paraméter,

2/ a spin-pálya kölcsönhatás együtthatója, amely a ^{17}O d-(spin-) felhasadásából határozható meg (2.1a) alapján:

$$\varepsilon(d_{3/2})-\varepsilon(d_{5/2}) = E^*(^{17}O,\ 3/2^+_1)-E(^{17}O_g,\ 5/2^+)$$

$$= -(5/2)a; \qquad -a = \bar{\varepsilon}(d)$$

az ε(d-s) egyrészecske-energiakülönbség:

$$\varepsilon(d\text{-}s) = \bar{\varepsilon}(d) - \varepsilon(s_{1/2}) = \bar{\varepsilon}(d) - E^*(^{17}O,\ 1/2^+_1)\ ,$$

3/ a Gauss potenciálalak választása $r_o/R_o = 1$, $r_o = 1.64$ fm mellett /r_o az oszcillátor-függvény paraméter, R_o a potenciál hatótávolság/, valamint

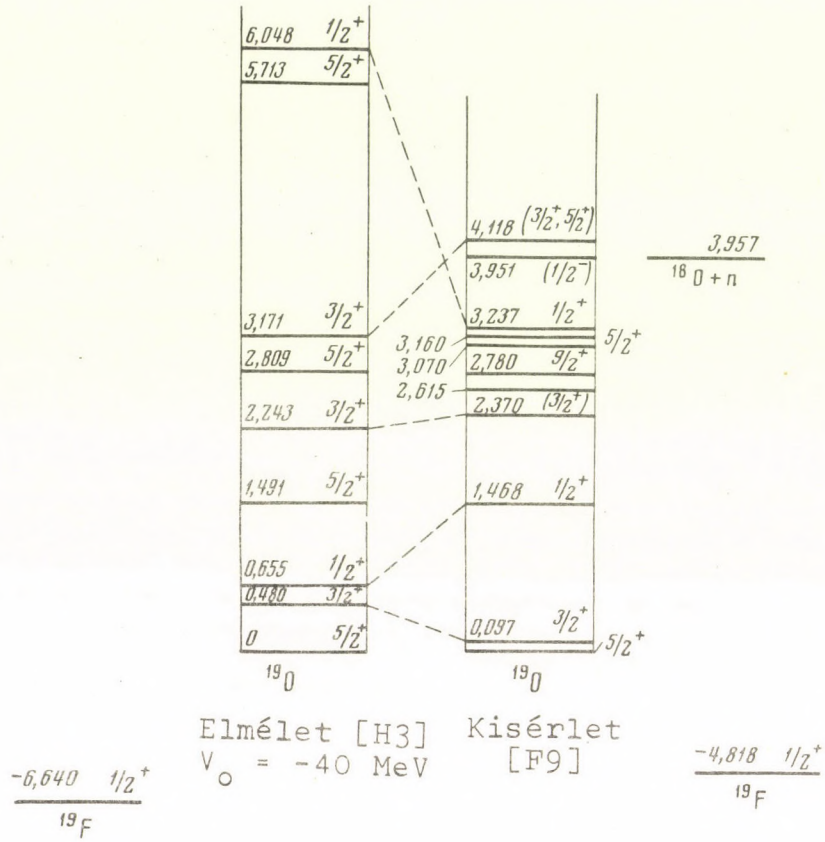
4/ a 2/-ben a, ε(d-s) kissé eltérő értékei az ^{17}O ujabb nivósémája [L5] alapján kapott minimális eltérés az EF-hullámfüggvényektől elhanyagolhatóan csekély;

5/ a kétrészecske radiális mátrixelemek kifejtési módszereire l. (1F5-6,9).

Ennek megfelelően a kapott hullámfüggvények jóságának ellenőrzésére szolgáló analizist [E5, D3] nem volt szükséges mégegyszer elvégezni.

A magmodellszámitás /konfigurációkeveredéssel, közbenső csatolással/ az $|1/2^+,1/2>$, $|1/2^+,3/2>$, $|3/2^+,3/2>$, $|5/2^+,3/2>$ állapotok leirására rendre 14, 5, 10, 10 komponensü függvényeket foglalt magában, a $\langle\Phi_m|H|\Phi_n\rangle = H_{mn}^{centr} + H_{mn}^{sp-p} + H_{mn}^{(d-s)}$ energiamátrix diagonalizálása BESzM-4 tipusu számitógépen a 2.1. szakaszban emlitett ellenőrzési módszerek alkalmazásával történt. A közbenső csatolás mértékét itt az a/V_o arány szabja meg, a

választott modellparaméter V_o = [0(j-j csatolás),-30,-40, -50] MeV mig a = const. volt.



2. ábra

A ^{19}O elméleti [H3] és kisérleti [F9] nivósémájának összehasonlitása.

1. Függelék

$(\ell_1^{k_1}, \ell_2^{k_2})$ - SZE felbontása:

$$<(\ell_1^{k_1-p_1}(r_1')Q_1', \ell_2^{k_2-p_2}(r_2')Q_2')Q'; (\ell_1^{p_1}(r_1'')Q_1'', \ell_2^{p_2}(r_2'')Q_2'')Q'' |\}$$

$$|\}(\ell_1^{k_1}(r_1)Q_1, \ell_2^{k_2}(r_2)Q_2)Q> = \binom{k_1+k_2}{k_1}^{-\frac{1}{2}} \binom{k_1+k_2-m}{k_1-p_1}^{\frac{1}{2}} \binom{m}{p_1}^{\frac{1}{2}} *$$

$$*(-)^{p_1(k_2-p_2)} X(Q_1'Q_1''Q_1 | Q_2'Q_2''Q_2 | Q'Q''Q)[\hat{Q}'\hat{Q}_2''\hat{Q}_1\hat{Q}_2]^{\frac{1}{2}} *$$

$$*<\ell_1^{k_1-p_1}(r_1')Q_1', \ell_1^{p_1}(r_1'')Q_1'' |\}\ell_1^{k_1}(r_1)Q_1> *$$

$$*<\ell_2^{k_2-p_2}(r_2')Q_2', \ell_2^{p_2}(r_2'')Q_2'' |\}\ell_2^{k_2}(r_2)Q_2> \qquad (1F1)$$

$m = p_1 + p_2$; $p_1 = 0, 1, \ldots, m$; az X együttható a szokásos 9-j szimbólum. Ebből megkaphatjuk a

$<(k_1, k_2-1)\ 1_2 |\}\ k_1k_2>$

$<(k_1-1, k_2)\ 1_1 |\} k_1k_2>$

nem-ekvivalens egyrészecske-SZE-kat és a

$<(k_1-2, k_2)\ 2_1 |\}\ k_1k_2>$

$<(k_1-1, k_2-1)(1_1 1_2) |\}\ k_1k_2>$

$<(k_1, k_2-2)\ 2_2 |\}\ k_1k_2>$

nem-ekvivalens kétrészecske-SZE-kat a

$<k_i, 0_i |\} k_i> \equiv 1$ feltétel figyelembevételével.

Több héjat tartalmazó és p_1 , $p_2 > 2$ tipusu SZE-kra vonatkozóan l. [L1, N1].

Egyhéj - (ℓ^k) - konfiguráció /ekvivalens részecskék, tiszta konfiguráció/

Az egyrészecske spin-pálya ME (1.9-10,15)-ből

$$\langle \ell^k(L'S')J'T'|a\textstyle\sum_i(l_i s_i)|\ell^k(LS)JT\rangle =$$

$$= -ak\delta_{JJ'}\delta_{TT'}(-)^{L+L'-J+\ell+3/2}[\tfrac{3}{2}\ell(\ell+1)\hat{\ell}]^{\frac{1}{2}}[\hat{L}\hat{S}\hat{L}'\hat{S}']^{\frac{1}{2}} *$$

$$* \begin{Bmatrix} J & S & L \\ 1 & L'S' \end{Bmatrix} \sum_{(r'')Q''} \langle \ell^{k-1}(r'')Q'',\ell|\}\ell^k(r)LST\rangle\langle \ell^{k-1}(r'')Q'',\ell|\}$$

$$|\}\ell^k(r')L'S'T'\rangle(-)^{L''+S''}\begin{Bmatrix} L''\ell L' \\ 1 \quad L\ell \end{Bmatrix}\begin{Bmatrix} S''\tfrac{1}{2}S' \\ 1 \quad S\tfrac{1}{2} \end{Bmatrix}; \qquad (1F2)$$

$$(r'') \equiv \alpha''[f'']; Q'' \equiv (L''S''T'')$$

Centrális potenciál ME-e (1.11,13)-ból

$$\langle \ell^k(r')(L'S')J'T'|\textstyle\sum_{i<j} v^c_{ij}|\ell^k(r)(LS)JT\rangle =$$

$$= \frac{k(k-1)}{2}\delta_{JJ'}\delta_{QQ'}\sum_{(r'')Q''(r_2)Q_2}\langle \ell^{k-2}(r'')Q''; \ell^2(r_2)Q_2|\}\ell^k(r)Q\rangle *$$

$$*\langle \ell^{k-2}(r'')Q''; \ell^2(r_2)Q_2|\}\ell^k(r')Q\rangle\langle \ell^2(r_2)Q_2|v^c_{12}|\ell^2(r_2)Q_2\rangle;$$

$$\langle \ell^2(r_2)Q_2|v^c_{12}|\ell^2(r_2)Q_2\rangle = A_{TS}\langle \ell^2(r_2)L_2|v(r_{12})|\ell^2(r_2)L_2\rangle; \quad (1F3)$$

$$A_{TS} = \begin{cases} W+M(-)^{T+S+1}+H(-)^{T}+B(-)^{S+1} & \text{ekvivalens rész.} \\ W+M(-)^{T+S}\quad +H(-)^{T}+B(-)^{S+1} & \text{nem-ekvivalens rész.} \end{cases} \qquad (1F4)$$

A térkoordinátáktól függő integrál a **Legendre-polinom** módszerrel [E1, S5] /általános eset: nem-ekvivalens részecskékre/:

$$\langle \ell^2(r_2)L_2|v(r_{12})|\ell^2(r_2)L_2\rangle = \sum_\kappa f_\kappa F^\kappa + (-)^{\ell_1+\ell_2+L+S}\sum_\kappa g_\kappa G^\kappa$$

$$f_\kappa = \langle \ell_1(1)\ell_2(2);LM|P_\kappa(\cos\omega_{12})|\ell_1(1)\ell_2(2);LM\rangle$$

$$g_\kappa = \langle \ell_1(1)\ell_2(2);LM|P_\kappa(\cos\omega_{12})|\ell_2(1)\ell_1(2);LM\rangle \qquad (1F5)$$

$$F^\kappa = \int [R_{n_1\ell_1}(1)R_{n_2\ell_2}(2)]^2 v_\kappa(r_1,r_2)r_1^2r_2^2dr_1dr_2$$

$$G^\kappa = \int [R_{n_1\ell_1}(1)R_{n_2\ell_2}(2)R_{n_1\ell_1}(2)R_{n_2\ell_2}(1)]v_\kappa(r_1,r_2)r_1^2r_2^2dr_1dr_2.$$

Ekvivalens részecskékre $(n_1\ell_1) = (n_2\ell_2)$:

$$\langle \ell^2(r_2)L_2|v(r_{12})|\ell^2(r_2)L_2\rangle = \sum_{\kappa\ \text{páros}} f_\kappa F^\kappa \qquad (1F6)$$

$(\ell_1^{k_1},\ \ell_2^{k_2})$-konfiguráció /nem-ekvivalens részecskék, konfigurációkeveredés antiszimmetrizált esetben/

Egyrészecske-operátorok részecskeszámban diagonális

$\langle \ell_1^{k_1},\ \ell_2^{k_2}\| F \|\ell_1^{k_1},\ \ell_2^{k_2}\rangle$ és nem-diagonális

$\langle \ell_1^{k_1\pm1},\ \ell_2^{k_2\mp1}\| F \|\ell_1^{k_1},\ \ell_2^{k_2}\rangle$ ME-ire vonatkozóan

l. [N1].

Kétrészecske-skalároperátorok ($\Lambda=\Sigma=T=0$) részecskeszámban diagonális ME-ére l. [N1, B9] , nem-diagonális ME-i [B9]

$$\langle(\ell_1^{k_1}(r_1')Q_1',\ell_2^{k_2}(r_2')Q_2')Q|G|(\ell_1^{k_1+1}(r_1)Q_1,\ell_2^{k_2-1}(r_2)Q_2)Q\rangle$$

$$= (-)^{k_2+1}k_1\left[\frac{k_2(k_1+1)}{2}\right]^{\frac{1}{2}}\sum\langle\ell_1^{k_1-1}(r_1'')Q_1'',\ell_1\omega_1|\}\ell_1^{k_1}(r_1')Q_1'\rangle *$$

$$*\langle\ell_2^{k_2-1}(r_2)Q_2,\ell_2\omega_2|\}\ell_2^{k_2}(r_2')Q_2'\rangle\langle\ell_1^{k_1-1}(r_1'')Q_1'',\ell_1^2(r_o)Q_o|\}$$

$$|\}\ell_1^{k_1+1}(r_1)Q_1\rangle(-)^{Q-Q_1-\bar{Q}+Q_1''}[\hat{Q}_1'\hat{Q}_2'\hat{\bar{Q}}\hat{Q}_o]^{\frac{1}{2}}X(Q_1''\omega_1Q_1'|Q_2\omega_2Q_2'|\bar{Q}Q_oQ)*$$

$$*U(Q_2Q_1''QQ_o;\bar{Q}Q_1)\langle(\ell_1\ell_2)Q_o|g_{12}|\ell_1^2(r_o)Q_o\rangle$$

$$+(-)^{k_2}(k_2-1)\left[\frac{k_2(k_1+1)}{2}\right]^{\frac{1}{2}}\sum\langle\ell_1^{k_1}(r_1')Q_1',\ell_1\omega_1|\}\ell_1^{k_1+1}(r_1)Q_1\rangle *$$

$$*\langle\ell_2^{k_2-2}(r_2'')Q_2'',\ell_2^2(r_o)Q_o|\}\ell_2^{k_2}(r_2')Q_2'\rangle\langle\ell_2^{k_2-2}(r_2'')Q_2'',\ell_2\omega_2|\}$$

$$|\}\ell_2^{k_2-1}(r_2)Q_2\rangle[\hat{Q}_1\hat{Q}_2\hat{\bar{Q}}\hat{Q}_o]^{\frac{1}{2}}X(Q_1'\omega_1Q_1|Q_2''\omega_2Q_2|\bar{Q}Q_oQ)\ *$$

$$*U(Q_1'Q_2''QQ_o;\bar{Q}Q_2')\langle\ell_2^2(r_o)Q_o|g_{12}|(\ell_1\ell_2)Q_o\rangle, \qquad (1F7)$$

$$\langle(\ell_1^{k_1}(r_1')Q_1',\ell_2^{k_2}(r_2')Q_2')Q|G|(\ell_1^{k_1+2}(r_1)Q_1,\ell_2^{k_2-2}(r_2)Q_2)Q\rangle =$$

$$= (1/2)[k_2(k_2-1)(k_1+2)(k_1+1)]^{\frac{1}{2}}\sum\langle\ell_1^{k_1}(r_1')Q_1',\ell_1^2(r_o)Q_o|\}$$

$$|\}\ell_1^{k_1+2}(r_1)Q_1\rangle\langle\ell_2^{k_2-2}(r_2)Q_2,\ell_2^2(r_o)Q_o|\}\ell_2^{k_2}(r_2')Q_2'\rangle(-)^{Q_2'-Q_2-Q_o}\ *$$

$$*U(Q_1'Q_oQQ_2;Q_1Q_2')\langle\ell_1^2(r_o)Q_o|g_{12}|\ell_2^2(r_o)Q_o\rangle \qquad (1F8)$$

A kétrészecske térkoordináta-integrálok a Moshinsky-Talmi transzformáció alkalmazásával /oszcillátor-függvényekre/ [B10] /általános ekvivalencia/

$$\langle(n_1\ell_1)(n_2\ell_2):LST|v_{12}^c|(n_1'\ell_1')(n_2'\ell_2'):LST\rangle =$$

$$= A_{TS}\sum_{\substack{nn',\lambda\\N\Lambda}}\left\langle\begin{matrix}n_1\ell_1\\n_2\ell_2\end{matrix}\middle|(TS)L\middle|\begin{matrix}N\Lambda\\n\lambda\end{matrix}\right\rangle\left\langle\begin{matrix}n_1'\ell_1'\\n_2'\ell_2'\end{matrix}\middle|(TS)L\middle|\begin{matrix}N\ \Lambda\\n'\lambda\end{matrix}\right\rangle *$$

$$*\ \langle n\lambda|v(r_{12})|n'\lambda\rangle\ , \qquad (1F9)$$

ahol $\left\langle \begin{matrix} n_1 \ell_1 \\ n_2 \ell_2 \end{matrix} \middle| (TS)L \middle| \begin{matrix} N\Lambda \\ n\lambda \end{matrix} \right\rangle$ a Moshinsky-Talmi transzformációs együttható [B11] /táblázatban [B10, B11]/ és

$$\langle n\lambda | v(r_{12}) | n'\lambda \rangle = \int \psi^{n*}_{\lambda m}(r_{12}) v(r_{12}) \psi^{n'}_{\lambda m}(r_{12}) dr_{12} \ ;$$

$\psi^{n}_{\lambda m}(r_{12})$ az r_{12} relativ koordinátától függő oszcillátorfüggvény.

IRODALOM

[A1] Y. Akiyama, Nucl. Data A2 /1966/ 403.

[A6] A. Arima et al., Nucl. Phys. A108 /1968/ 94.

[B1] Б. Ф. Бейман, Лекции по применению теории групп в ядерной спектроскопии, ИЛ, 1961.

[B2] R. J. Blin-Stoyle, Phil. Mag. 46 /1953/ 973.

[B8] А. Н. Бояркина, Изв. АН СССР, сер. физ. 28 /1964/ 337; А. Н. Бояркина, М. А. Жусупов, В. В. Карапетян, Структура легких ядер, НИИЯФ, Москва, 1969.

[B9] В. В. Балашов, К. А. Туманов, Ю. М. Широков, Сб. "Ядерные реакции при малых и средних энергиях", Изд. АН СССР, 1958, стр. 548.

[B10] V. V. Balashov and V. A. Eltekov, Nucl. Phys. 16 /1960/ 423.

[B11] T. A. Brody and M. Moshinsky, Table of Transformation Brackets, Mexico, 1960.

[D1] Г. Е. Доготарь, Г. Хок, Р. А. Эрамжян, Труды межд. конференции по физике тяжелых ионов, Дубна, 1971, 7-11 февраля, стр. 218.

[D3] I. Duck, Nucl. Phys. 35 /1962/ 27.

[E1] J. P. Elliott and A. M. Lane, Structure of Atomic Nuclei, Handb. Phys., ed. S. Flügge, Vol XXXIX, Springer-Vlg, 1957.

[E2] A. R. Edmonds, Angular Momentum in Quantum Mechanics, Princ. Univ. Press, Princeton, 1957.

[E3] J. P. Elliott and A. M. Lane, Phys. Rev. 96 /1954/ 1660.

[E5] J. P. Elliott and B. H. Flowers, Proc. Roy. Soc., Lond. Ser. A229 /1955/ 536.

[F1] B. H. Flowers, Proc. Roy. Soc., Lond. Ser. A210 /1952/ 497; A212 /1952/ 248.

[F2] A. M. Feingold, Phys. Rev. 107 /1956/ 258.

[F9] P. Fintz et al., Nucl. Phys. A150 /1970/ 49.

[H1] F. Hund, Z. Physik, 105 /1937/ 202.

[H2] K. T. Hecht and S. C. Pang, J. Math. Phys. 10 /1969/ 1571.

[H3] Г. Хок, Изв. АН СССР, сер. физ. 36 /1972/ 786.

[J1] H. A. Jahn, Proc. Roy. Soc., Lond. Ser. A201 /1950/ 516.

[J2] H. A. Jahn and H. van Wieringen, Proc. Roy. Soc., Lond. Ser. A209 /1951/ 502.

[J3] H. A. Jahn, Proc. Roy. Soc., Lond. Ser. A205 /1951/ 192.

[K3] D. Kurath, Phys. Rev. 101 /1956/ 216.

[L1] И. Б. Левинсон,, Труды Литовской ССР, сер. Б, 4 /1957/ 17.

[L5] C. M. Lederer, J. M. Hollander and I. Perlman, Table of Isotopes, 6th Ed., J. Wiley & S. Inc., N. Y., 1968.

[N1] В. Г. Неудачин, Ю. Ф. Смирнов, Нуклонные ассоциации в легких ядрах, Изд. Наука, Москва, 1969.

[R1] G. Racah, Phys. Rev. 76 /1949/ 1352.

[R2] G. Racah, Phys. Rev. 62 /1942/ 438.

[R5] L. Rosenfeld, Nuclear Forces, N.-H. Publ. Co., Amsterdam, 1948, p. 233.

[S5] A. de-Shalit and I. Talmi, Nuclear Shell Theory, Acad. Press, N. Y. and London, 1963.

[V1] J. D. Vergados, Nucl. Phys. A111 /1968/ 681.

ATOMKI Közlemények 16 (1974) 243-260.

(α,γ) REAKCIÓK KÖNNYŰ MAGOKON

(ÖSSZEFOGLALÓ KÖZLEMÉNY)

SOMORJAI ENDRE

Az ATOMKI-ben eddig gyorsított α-részecskékkel létrehozott (α,γ) reakció vizsgálatok nem folytak, ezért célunk elsősorban - ezek jellemzőinek, és a belőlük nyerhető magspektroszkópiai adatoknak az ismertetésén keresztül - rámutatni 5 MeV-os Van de Graaff generátorunk alkalmazhatóságára ezen a területen.

I. Bevezetés

Az (α,γ) reakcióknak, mint magspektroszkópiai eszköznek a jelentősége a nagy térfogatu Ge(Li) detektorok megjelenésével nőtt meg. Már rádióaktiv forrásokkal is történtek mérések [1], de még a gyorsitók nyujtotta nagyobb intenzitás és energia felbontás alkalmazása mellett is az igazi fellendülést a NaJ(Tl) detektorról a Ge(Li) detektorra történő áttérés hozta meg, egyrészt a jobb feloldás, de főleg a később emlitendő háttér-problémák miatt.

A sugárzásos γ befogás egyik kritériuma, hogy a közbenső magban a neutron kötési energia nagyobb legyen, mint az α-kötési energia:

$$E_b(n) > E_b(\alpha) \qquad (1)$$

mert ellenkező esetben a közbenső mag főleg a neutron-csatornán keresztül bomlik le. Az I. táblázatból látható, hogy ez a feltétel (különösen az sd-héju magok tartományában és/vagy a páros-páros

magok esetén) sok magra teljesül.

Az (α,γ) reakció általában magas Q-értékéből következik, hogy sok esetben még alacsony bombázó energiáknál is a közbenső magban az állapotok sürüsége, s igy a rezonanciák sürüsége is olyan nagy, hogy a mérések analizálhatósága korlátozza a felső bombázó α-energia értékét (valamint az egyre több kinyiló részecske-csatorna miatti széles rezonanciák még tovább rontják a helyzetet). Ez az oka annak, hogy az (α,γ) reakciók vizsgálatára, sőt általában befogási reakciókra az alacsony-energiáju gyorsitók ($\approx$ 6-7 MeV-ig) a legalkalmasabbak [3].

A páros-páros targeteken végezték a legtöbb (α,γ) mérést [4-23]. Ennek oka a mérések egyszerüsége. Itt sok esetben az (1) feltétel mellett a proton kötési energiára is teljesül az $E_b(p)>E_b(\alpha)$ egyenlőtlenség (lásd I. táblázat), vagyis - legalábbis bizonyos bombázó energiáig - még a vetélkedő (α,p) reakció sem lép fel. A páros-páros magok 0^+ állapota, valamint az α-részecske 0^+ spinparitása miatt csak a közbenső mag természetes paritásu állapotai (0^+, 1^-, 2^+, ...) gerjeszthetők a bevitt pálya-impulzus-momentumnak megfelelően $\{\Pi=(-1)^{\ell}\}$. Ez a szelekció nemcsak kevesebb számu rezonanciát - s igy biztosabb analizist - eredményez, hanem a rezonancia J^{Π} értékének meghatározását, a szögeloszlás mérést is egyszerüsiti (lásd III.c. rész).

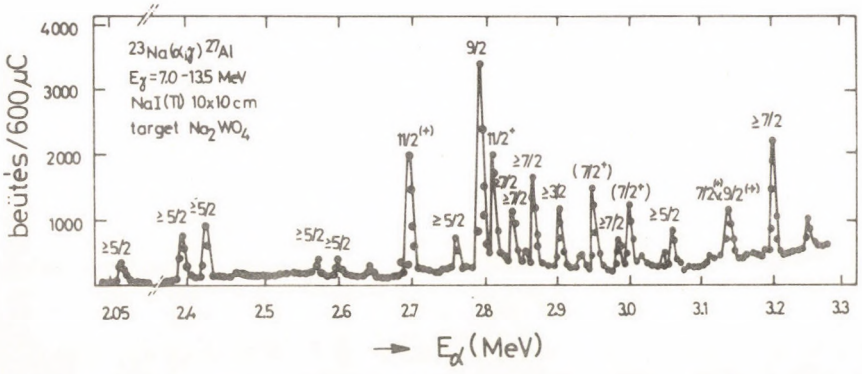
I. táblázat [2]

Közbenső mag			Részecske kötési energia (MeV)			Közbenső mag			Részecske kötési energia (MeV)		
	Z	A	n	p	alfa		Z	A	n	p	alfa
B	5	10	8.438	6.586	4.460	S	16	32	15.081	8.862	6.946
		11	11.464	11.237	8.672			33	8.646	9.573	7.120
C	6	13	4.947	17.541	10.662			34	10.865	10.329	7.376
N	7	14	10.543	7.540	11.616	Cl	17	35	12.557	6.783	6.864
		15	10.843	10.216	10.995	A	18	36	14.692	8.653	6.655
O	8	16	15.596	12.108	7.146			37	8.836	8.925	6.845
		17	4.146	13.604	6.345			38	11.743	10.145	7.723
F	9	18	9.179	5.627	4.432	K	19	39	13.080	6.422	7.362
		19	10.401	7.948	3.990			41	10.129	7.855	6.197
Ne	10	20	16.916	12.878	4.760	Ca	20	40	15.974	8.336	7.045
		21	6.754	13.029	7.368			42	11.476	10.256	6.308
		22	10.365		9.653			44	11.169	12.231	8.926
Na	11	23	12.417	8.795	10.500	Sc	21	43		4.939	4.825
Mg	12	24	16.564	11.689	9.311			45	11.331	6.899	7.970
		25	7.333	12.065	9.890						
		26	11.114	14.034	10.639	Ti	22	46	13.317	10.490	8.204
Al	13	27	13.058	8.250	10.094			47	8.789	10.368	9.055
Si	14	28	17.198	11.591	9.996			48	11.513	11.420	9.399
		29	8.472	12.339	11.135						
		30	10.609	13.794	10.630						
P	15	31	12.391	7.295	9.675						

A≤40 stabil targetmagokból α-részecske bombázással létrehozható közbenső magok részecske kötési energiái MeV-ban.

A páratlan tömegszámu targetek esetében [24-28] a proton csatorna általában nyitott volta, ami a rezonanciák kiszélesedését jelenti, valamint a rezonanciák várható nagyobb száma (csatorna-spin nem zéró) miatt egymásba folyó csucsokat, egyszóval bonyolult gerjesztési görbét várhatunk. A mérések tanusága szerint, amint ezt az 1. ábra is mutatja, ez nem igy van. Nagy ℓ pályaimpulzusmomentum

1. ábra



A $^{23}Na(\alpha,\gamma)^{27}Al$ reakció gerjesztési függvénye [24].

bevitele esetén ugyanis nagyspinü rezonancia állapotok gerjeszthetők, s mivel a szokásos 2-5 MeV bombázó-energia tartományban főleg a p_0 csatorna nyitott az alacsonspinü végmag alapállapotra, a fellépő centrifugális gát miatt a gamma-csatorna vetélkedhet a proton csatornával. Ez azt jelenti, hogy a gamma-gerjesztési görbében csak a keskeny, nagyspinü rezonancia állapotok jelennek meg, mig a széles, átfedő rezonanciák a proton csatornában jelentkeznek [24]. A leirt mechanizmus jelentősége az, hogy mivel az ilyen nagyspinü rezonanciák γ-multipolaritás okok miatt nagyspinü kötött állapotokra bomlanak, lehetőség nyilik ezen kötött állapotok magspektroszkópiai tanulmányozására befogási reakció segitségével. Az intenzitás okból kedvezőbb (p,γ) reakcióval ugyanis nagyspinü állapotok nehezen gerjeszthetők kisebb Q-értékük, s igy kisebb ℓ-transzferjük miatt.

II. Kisérleti technika, nehézségek, követelmények

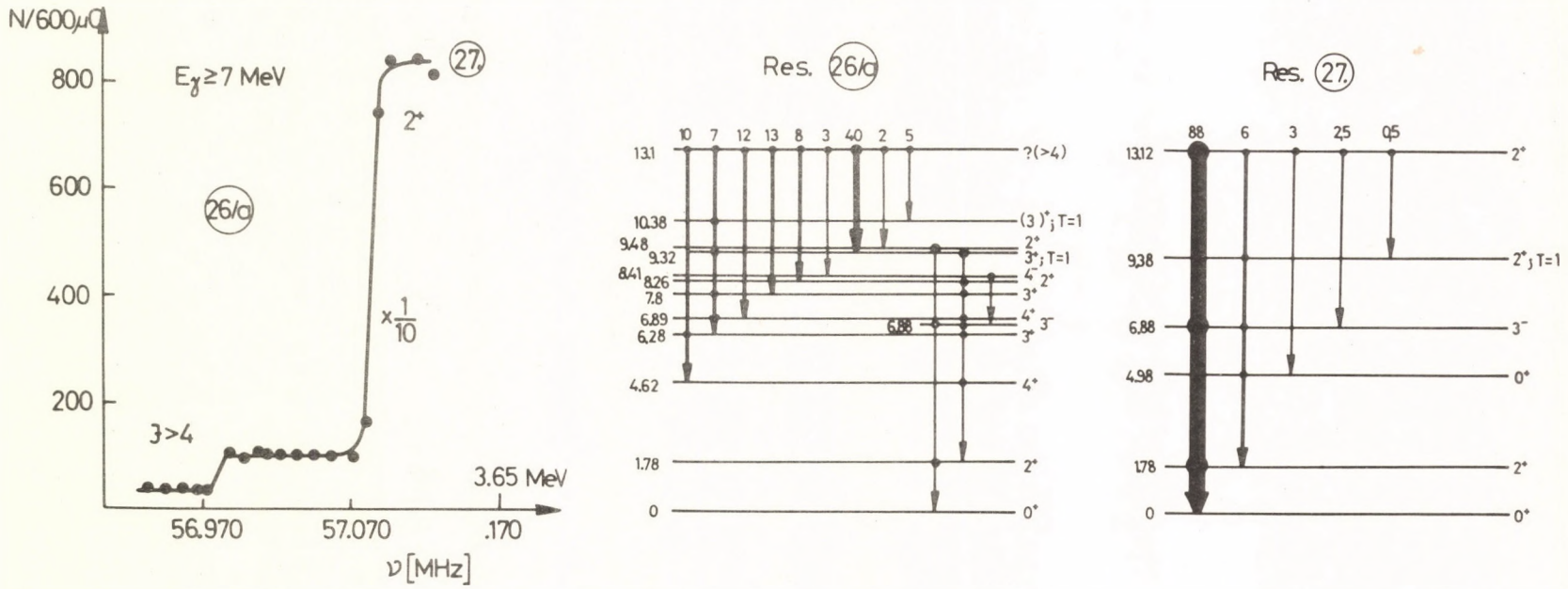
Egy (α,γ) reakció tanulmányozása során a legnagyobb gondot a $^{13}C(\alpha,n)^{16}O$ háttér reakció okozza. A NaJ(Tl) szcintillációs kristályban a környező anagokban lelassuló neutronok befogódnak és az ebből eredő γ-háttér kb. 6-7 MeV energiáig terjed. A természetes ^{13}C gyakoriság kicsiny ugyan (1,1%), de a reakció hatáskeresztmetszete nagy, igy a Ge(Li) detektorok elterjedése előtt csak az alap- és első néhány gerjesztett állapotra vezető γ-vonalakra terjedtek ki a vizsgálatok. A Ge(Li) detektorok jobb energia felbontásánál még fontosabb az, hogy γ-detektálási és termikus neutron befogási hatásfok viszonya pl. egy 60 cm^3 Ge(Li) detektornak kb. 1 nagyságrenddel jobb, mint egy 10x10 cm NaJ-nak [24]. Ez a tény a jó felbontással együtt lehetővé teszi gyengye és / vagy alacsonyenergiáju γ-átmenetek tanulmányozását is. Természetesen a kisebb γ-detektálási hatásfok miatt a mérési idő lényegesen hosszabb lesz.

Ge(Li) alkalmazásával sem nélkülözhető azonban a ^{13}C kiküszöbölése a vákuumrendszerből, hiszen a gerjesztési függvények mérése éppen hatásfok okokból általában ma is NaJ kristállyal történik. Itt kell ugyanis megjegyezni, hogy az (α,γ) reakciók hatáskeresztmetszete alacsony, durván azt lehet mondani, hogy zárt héj (4n magok) esetén a legnagyobb, ettől távolodva csökken, ami az $\frac{E_b(n)}{E_b(\alpha)}$ viszony csökkenésével kapcsolatos [2].

Fentiek alapján a kisérleti követelményeket az alábbiakban lehet összefoglalni:

- tiszta, olajmentes vákuumrendszer,
- target előtti nyalábkifagyasztás,
- kis térfogatu, s igy gyorsan leszivható targetház (targetcserénél a szén lerakódás elkerülése érdekében),
- jó nyalábvezetés (a target közelében a nyaláb ne ütközzék semilyen felületbe, pl. blendébe),
- nagy nyalábáram a kis hatáskeresztmetszet miatt (a szokásosan használt nyaláb-intenzitás 10-20μA, de lehet találni méréseket 100μA-vel is [15]), és ebből következően
- direkt vagy indirekt targethütés (általában desztillált vizzel).

A mérésekhez használt eszközök nem bonyolultak, mindössze egy-egy nagyméretü (kis hatáskeresztmetszet; nagy γ-energiák) NaJ és Ge(Li) detektor, valamint szögbeállitásukhoz egy szögasztal szükséges.



2. ábra

A $^{24}Mg(\alpha,\gamma)^{28}Si$ reakció vastag-target gerjesztési függvény-részlete az uj (26/a), valamint a korábban ismert (27) rezonanciák bomlássémájával [4].

Az elektronikát illetően időben is stabil erősitőkön és egycsatornás integrális és differenciális diszkriminátorokon kivül - egyes speciális esetektől eltekintve - másra nincs szükség.

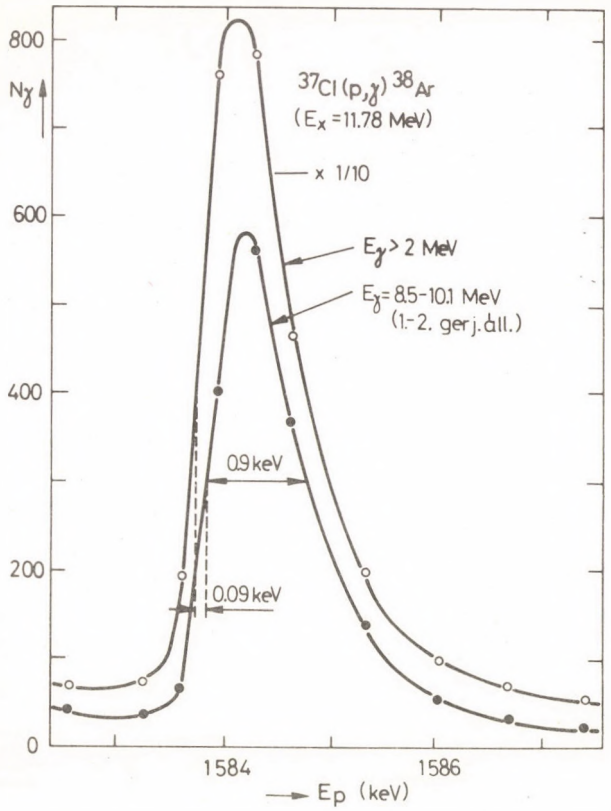
III. Nyerhető fontosabb magspektroszkópiai adatok

a./ Hozamgörbe

Természetszerüen - rezonancia reakcióról lévén szó - a mérés első fázisa a gerjesztési függvény felvétele, a rezonanciák megkeresése. Az emlitett neutron háttér miatt a NaJ detektor után alkalmazott integrális vagy differenciális energia-ablakok lehetővé teszik különböző energiáju γ-csoportokra a gerjesztési függvények felvételét, ami módot nyujt a közelfekvő, egymást részben vagy egész átfedő rezonanciák, az u.n. rezonancia-dublettek szétválasztására. E módszer akkor alkalmazható, ha a szóbanforgó állapotok elbomlásának módja (az u.n. elágazási viszony) különböző, ami multipolaritás okból nyilvánvaló erősen eltérő J impulzusmomentumu állapotok esetén. Ilyen példát mutat a 2. ábra a $^{24}Mg(\alpha,\gamma)^{28}Si$ reakcióban, integrális targeten mérve [4]. Egy oktupól átmenet kicsiny valószinüsége miatt a szokásos, csak az alap (0^+) és első gerjesztett állapotra (2^+) történő bomlás észlelésére beállitott energia-ablakkal - mint az ábra bomlássémájából látható - csak a nagyobb energiáju rezonancia jelenne meg. (A bomlásséma a későbbi spektrummérés alapján készült.) A szétválasztás ezen módszere sokszor a gyorsitó felbontásánál jóval közelebb eső rezonanciák esetén is kiválóan használható, mint azt a 3. ábra mutatja [30], ahol $\Delta E \approx 90$ eV. (A hozamgörbére vonatkozó fenti kijelentések (p,γ) reakcióra is érvényesek.)

A gerjesztési függvényeket célszerü minél vékonyabb targetekkel mérni a jobb szeparáció érdekében. Azonban (α,γ) esetén ez mindig a felbontás és a hozam közötti kompromisszumot jelenti. Ezért legtöbbször u.n. félvastag targeteket használnak (5-10 keV), ami nem zárja ki sem az egyes részletek vékony targeteken történő finomabb kimérésének szükségességét, sem - a spektrummmérést és igy a bomlásséma ismeretét követő - integrális hozamgörbe mérést a rezonancia erősségek meghatározása céljából. A rezonancia-erősséggel kapcsolatos kérdésekkel foglalkozunk az alábbiakban.

Egy (α,γ) reakció segitségével a közbenső mag rezonancia-állapotai, γ-bomlásuk révén gerjesztett kötött állapotai, valamint maguk a bomlásban résztvevő γ-átmenetek vizsgálhatók, s ilyen vonatkozásban a rezonanciák teljes és parciális szélességének ismerete nagyon fontos (lásd pl. [31] és [34]).



3. ábra

Közelfekvő (ΔE=90 eV) rezonancia-dublett szétválasztása 1 keV-os gyorsitó felbontás mellett [30].

Az integrális rezonancia-"lépcsők" alacsonyenergiáju felfutásának $\Gamma_{exp.}$ "inter-quartilis" távolsága (a lépcső ¼-e és ¾-e) a legtöbb rezonanciára független a bombázó energiától, és a Γ_i instrumentális szélességgel egyenlő. Amennyiben azonban $\Gamma_{exp.}-\Gamma_i$ pozitiv, közvetlenül maghatározható a teljes szélesség a

$$\Gamma^2 = \Gamma_{exp}^2 - \Gamma_i^2 \qquad (2)$$

összefüggésből (ez az u.n. természetes szélesség), ami csak akkor igaz, ha a kapott "lapos" rezonancia alakot nem egy közelfekvő dublett okozza.

A Γ_γ radiális szélesség meghatározását teszi lehetővé a rezonancia $\omega\gamma$ erősségének mérése. Ez a mennyiség természetesen szoros kapcsolatban van a befogási reakció σ_r rezonancia-hatáskeresztmetszetével, nevezetesen [2]:

$$\frac{\sigma_r \cdot \Gamma}{4\pi \lambda^2} = \omega\gamma = \frac{2J+1}{(2i+1)(2I+1)} \frac{\Gamma_i \Gamma_o}{\Gamma} = \frac{S}{(2i+1)(2I+1)} \qquad (4)$$

ahol i és I a bombázó részecske ill. targetmag spinje, J a rezonancia spinje, Γ_i ill. Γ_o a parciális szélességek a be- ill. kimenő csatornára és $\Gamma=\sum_n \Gamma_n$ a teljes szélesség, ahol az összegzés az összes lehetséges reakciócsatornára történik.

Az összefüggés itt nem részletezett módon kifejezhető közvetlenül mérhető, illetve a táblázatokból kikereshető mennyiségekkel, abszolut vagy relativ mérés és ezen belül vékony vagy vastag targetek esetére [32] [2]. Az abszolut meghatározás rendkivül preciz, aprólékos kisérleti munkát igényel, ezért szokásosabb az irodalomban található néhány pontos abszolut meghatározást (pl.[29]) alapul venni és ehhez relative mérni. A mérés természetéből következik, hogy a geometriának és a target állapotának mérés közben nem szabad változni, ezért ha az irodalomban nincs abszolut erősség-mérés a kérdéses (α,γ) reakció egyetlen rezonanciájára sem, célszerü ugyanazon targetmag egyik (p,γ) rezonanciáját erősség standardként használni (intenzitás okokból általában elég sok (p,γ) erősség ismeretes), s összehasonlitani a vizsgált reakció legerősebb rezonanciájával. Ezt a relativ mérést legjobb vékony targeten végezni (ezért választandó a legerősebb rezonancia (α,γ)-ban), az

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{(2i_1+1)m_1(m_2+M)^2E_1^{3/2}k_1^{\frac{1}{2}}q_1Y_1(\nu)K_2}{(2i_2+1)m_2(m_1+M)^2E_2^{3/2}k_2^{\frac{1}{2}}q_2Y_2(\nu)K_1} \qquad (5)$$

összefüggést használva [32], ahol i_j a bombázó részek spinje, m_j, illetve M a bombázó részek és targetmag tömege, E_j illetve q_j a bombázó részek energiája, illetve töltése, k_j az analizáló mágnesre jellemző mennyiésgek, $Y_j(\nu)$ a differenciális rezonanciagörbék alatti területek, és K_j dimenzió nélküli számok, melyek a detektor-hatásfokokkal, a használt energia-küszöbökkel és a rezonanciák elágazási arányaival kapcsolatosak.

A vékony target választás mellett szól az a körülmény, hogy a fenti kifejezés szemben a vastag target formulával nem tartalmazza az ε fékezőképességet, amely elég bizonytalan lehet (target-oxidáció stb.). Az ilymódon meghatározott rezonancia-erősség szolgálhat most már másodlagos standardként a többi rezonancia erősségének meghatározásához, most már a többségében gyenge rezonanciák miatt vastag targeten [32]:

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{E_1\varepsilon_1y_1(E)K_2}{E_2\varepsilon_2y_2(E)K_1} \qquad (6)$$

ahol $y_j(E)$ a rezonancia-"lépcsők" magasságai és ε_j a target-anyag

fékezőképessége az egyes energiáknál.

A (6) képlet - szemben egy hasonló, de vékony targetre vonatkozó kifejezéssel - tartalmazza ugyan az ε-t, mégis a sokszor említett kis hozamok miatt célszerübb az integrális módszert használni, mert ellenkező esetben a rossz statisztika a területmérést (diff. target) bizonytalanná teszi.

A rezonancia-erősség mérésével foglalkozó fenti kitérő után térjünk vissza a radiális szélesség kérdéséhez, melyre az erősség ismerete alapján máris becslés adható, ugyanis általában $\Gamma_\gamma << \Gamma_\alpha$, igy egy (α,γ) reakció rezonancia állapotára [4]-ből

$$\Gamma_\gamma \geq \frac{S}{(2J+1)} \qquad (7)$$

A Γ_γ érték pontosan is megadható, ha megmérjük, vagy más mérésekből ismerjük a teljes szélesség más összetevőit (Γ_α, Γ_p esetleg Γ_n), de esetünkben elegendő a rugalmas alfa-szórás erősségének ismerete, ahonnan a $\frac{\Gamma_\alpha}{\Gamma}$ viszonyt megkaphatjuk.

A rezonancia-állapotból egy kötött állapotra vezető γ-átmenet szélességét nyilván a

$$\Gamma^k = b \cdot \Gamma_\gamma \qquad (8)$$

adja, ahol b az illető γ-átmenet elágazási aránya. Ez a mennyiség Weisskopf egységekben a γ-átmenet erősségének mértéke:

$$|M|^2 = \frac{b \cdot \Gamma_\gamma}{\Gamma_W} \qquad (9)$$

A Γ_W Weisskopf szélességek a különböző multipolaritásu γ-átmenetekre az egyrészecske becslés alapján könnyen számolhatók [33]. A radiális szélességek ismerete tehát lehetőséget nyujt a kezdő- és vég-állapot spin-paritásától függő különböző multipolaritásu γ-átmenetek erősség szerinti rendszerezésére, ami viszont felvilágositást ad nemcsak az izospin kiválasztási szabályok érvényességi határaira [34],de kétes esetekben lehetővé teszi az állapotok paritásának (lásd.III.c. rész), izospinjének [12] meghatározását, sőt egy-egy állapot konfigurációjának becslésében is segitségre lehet [9] [12]. Jelen összefoglaló keretein belül nincs lehetőség a multipól átmenetek tulajdonságaival, multipól keveredések, izoskalár-izovektor járulékok kérdésével, kiválasztási

szabályokkal, illetve ezen mennyiségekből nyerhető információkkal foglalkozni, mindössze egyetlen megjegyzést teszünk a rezonancia nivók izospinjére vonatkozóan.

Egy (α,γ) reakcióval - mivel mind a targetmag, mind az α-részecske 0 izospinü - elvileg csak T=0-ás rezonancia állapotok gerjeszthetők. A kisérletek tanusága szerint azonban magas gerjesztési energiák esetén T=1 és T=2-es állapotok is gerjeszthetők [9] [11] [12] [18] [23] [27]. Ennek az a magyarázata, hogy a nagy nivósürüségü, egymást átfedő nivók tartományában izospin keveredés léphet fel [11] [35], vagyis ilyen magas gerjesztési energiáknál -ahol bonyolult konfigurációk alakulhatnak ki - az izospin már nem jó kvantumszám.

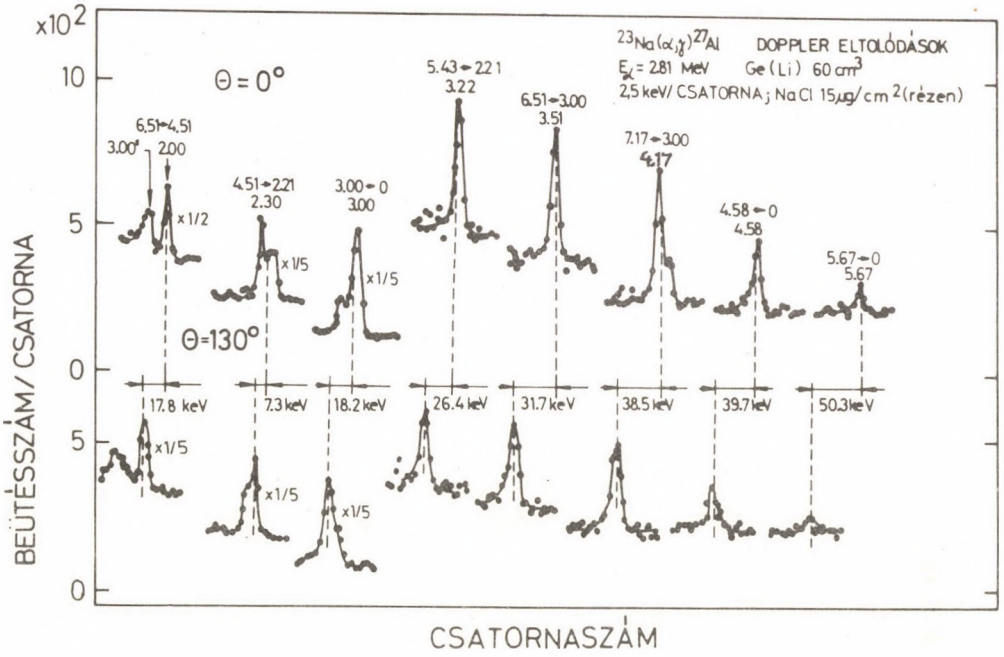
b./ Energia-spektrum

Az a./ pontban megmutattuk, hogy erősség-méréssel történő Γ_γ radiális szélesség meghatározásához a rezonancia (vagy kötött) állapot elbomlási módjának, az elágazási viszonynak ismerete elengedhetetlen. Ezeket a mennyiségeket a spektrummérés szolgáltatja. Spektrumokat energia-meghatározási célból a nyalábirányhoz képest 90°-os szögnél (nincs Doppler-eltolódás), az elágazási viszony meghatározásához 55°-os szögnél célszerü mérni. Az utóbbi szögnél ugyanis a másodrendü Legendre polinomnak zérushelye van, a negyedrendü pedig az esetek többségében olyan kis járulékot jelent, amit a reakció kis hatáskeresztmetszete miatti elágazási viszony hibaértékek meghaladnak. Összefoglalva: 55°-nál a γ-vonalak Ge(Li) hatásfokra normált területviszonyai szögeloszlásra történő korrekció nélkül, közvetlenül megadják az elágazási viszonyokat. (Ismeretes, hogy a γ-részek szögeloszlás formulájában a paritás-kiválasztási szabály miatt csak páros indexü Legendre polinomok lépnek fel.)

Egy 55°-os spektrumot mutat a 4. ábra [4], mely egyben alkalmas a mérési időigény szemléltetésére: a $^{24}Mg(\alpha,\gamma)^{28}Si$ reakció ezen átlagos erősségü (S=0,3 eV) rezonanciáján a spektrum felvételéhez 8 órára volt szükség 15μA nyalábintenzitás mellett, 120 cm^3-es Ge(Li) detektorral.

A spektrummméréssel kapcsolatos az (α,γ) reakciók nyujtotta másik vonzó lehetőség, nevezetesen a kötött állapotok élettartam-mérése Doppler eltolódás segitségével. Két előnyt élvez az (α,γ) reakció ebből a szempontból. Az egyik, hogy - direkt befogásról lévén szó - a részecske-gamma koincidencia mérés komplikációja elesik, s igy egy a bombázó részecske irányához képest előre és hátrairányu szögnél felvett spektrumban a vizsgált γ-vonalak ΔE energia különbsége adja a Doppler eltolódást. A másik előny (pl. (p,γ) méréssel szemben) a meglökött gerjesztett magok nagyobb kezdeti sebessége, mellyel az energia eltolódás arányos [36].

Becslésként azt lehet mondani, hogy az (α,γ) mérések tipikus energia-viszonyai mellett az eltolódás mértéke 20-50 keV lehet [3], ami könnyen mérhető. Erre mutat egy példát az 5. ábra [25].

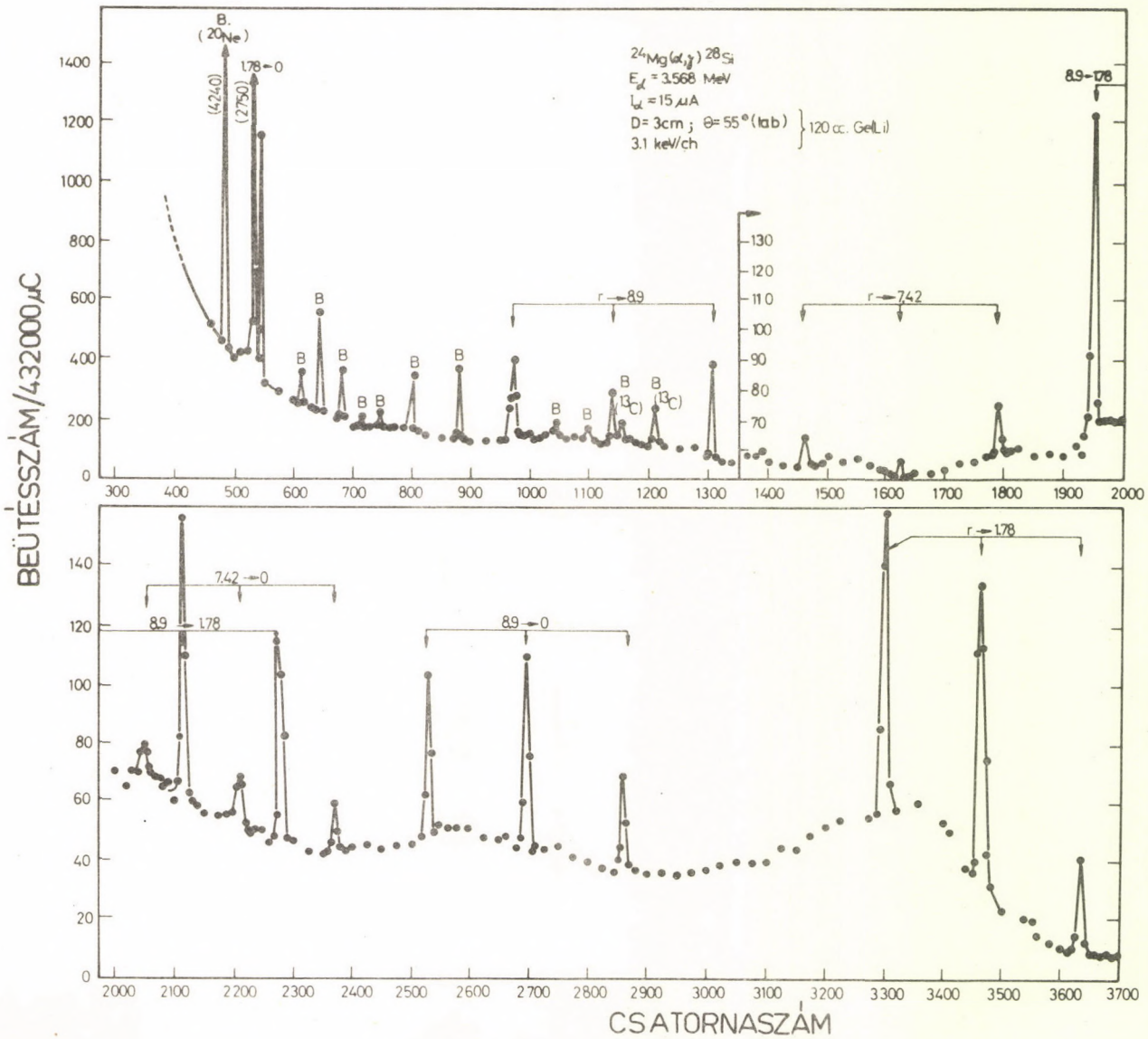


5. ábra

Doppler eltolódások a $^{23}Na(\alpha,\gamma)^{27}Al$ reakcióban [25].

Az igy meghatározható τ élettertam lehetőséget nyujt a kötött állapotok szélességének meghatározására, s igy az elágazási arányok ismeretében a multipól átmenetek erősségének tanulmányozására, a határozatlansági reláció segitségével. A gyakorlat számára kézenfekvő egységekben kifejezve:

$$\Gamma(meV) = \frac{658,2}{\tau(fs)} \qquad (10)$$



4. ábra

Rezonancia-spektrum a $^{24}Mg(\alpha,\gamma)^{27}Al$ reakcióban. A háttér vonalakat "B" jelöli [4].

c./ Szögeloszlás mérés

Sugárzásos átmenetek esetén mind a rezonancia-, mind a kötött-állapotok spin-paritásának meghatározására a γ-részek szögeloszlás, vagy szögkorrelációs mérése ad felvilágositást. A szögeloszlásra, illetve szögkorrelációkra vonatkozó elméleti számitások és összefüggések részletesen megtalálhatók az irodalomban [37] [38] az ezekben szereplő mennyiségek táblázatos felsorolásával együtt. Röviden, egy mért szögeloszlás leirására az

$$y(\theta) = \sum_k Q_k A_k P_k(\cos\theta) \qquad k = 0, 2, 4, \ldots \qquad (11)$$

kifejezés szolgál, ahol $P_k(\cos\theta)$ Legendre polinomok, A_k a Legendre polinomok amplitudói, az u.n. szögeloszlás-együtthatók, Q_k az u.n. "attenuation"-paraméter.

A Q_k paraméter köti össze a mért és a

$$W(\theta) = \sum_k A_k P_k(\cos\theta) \qquad (12)$$

elméleti szögeloszlást. Q_k-k a mérés geometriájától és a detektor méretétől függő és számolható mennyiségek [39]. Az A_k amplitudók táblázatokban találhatók és a spin-, pályaimpulzus-viszonyokat, valamint az x multipól keveredési arányokat tartalmazzák.

Az elmélet részletes tárgyalása külön közleményt igényelne, ezért ehelyett az alábbiakban a legegyszerübb esetre adunk egy példát és bonyolultabb esetre utalunk a továbbvitel irányára.

Tekintettel arra, hogy az α-részecske spinnélküli, az (α,γ) reakciók primér γ-vonalaira a szögeloszlások elméleti leirása egyszerüsödik. Páros-páros targetmagok (0^+) esetén további egyszerüsitésre vezet az, hogy ezek rezonancia-állapotai - mint arra már utaltunk - természetes paritásuak, s igy amennyiben γ_0-bomlás létezik, a rezonancia J^Π értéke 1^- vagy 2^+ lehet; J=0 vagy J>2 állapotok nem bomolhatnak a szintén 0^+ végmag-alapállapotra (J>2 esetben multipól erősség megfontolás miatt). Másszóval γ_0-ra a szögeloszlás [40]:

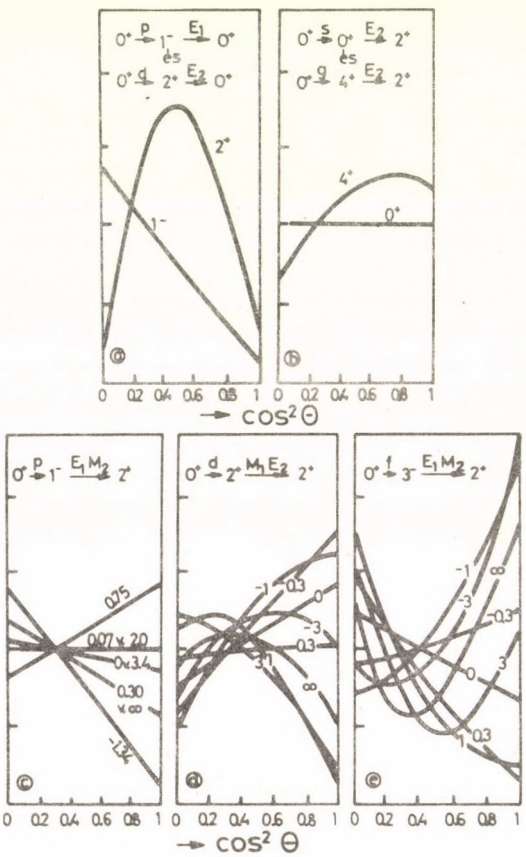
$$W(\theta) \sim \sin^2\theta \sim 1-P_2(\cos\theta) \qquad (J^\Pi = 1^-)$$

és (13)

$$W(\theta) \sim \sin^2 2\theta \sim 1+5/7P_2(\cos\theta)-12/7P_4(\cos\theta) \quad (J^\Pi = 2^+)$$

Ezt mutatja a 6.a. ábra [5]. A (13) kifejezések egyszerüségének oka, hogy nincs sem csatornaspin-, sem multipól keveredés.

Nem ilyen egyszerü a helyzet γ_1 átmenet esetén ($J^\Pi=2^+$-ra vezet), éppen a lehetséges multipól keveredés miatt (kivéve a 6.b. ábra esetét, ahol az átmenet $0^+ \to 2^+$, azaz tiszta E2; és $4^+ \to 2^+$, azaz E2M3, viszont egy oktupól átmenet nagyon kis valószinüségü). Ez látszik a 6.c.d. és e. ábrákból, melyek a multipól keveredési együtthatókat paraméterként tüntetik fel.



6. ábra

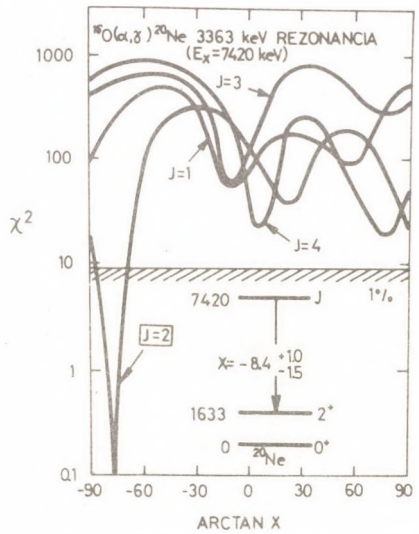
Páros-páros magok α-befogását követő γ-átmenetek elméleti szögeloszlásai [5].

6.a. γ_0-szögeloszlások

6.b. γ_1-szögeloszlások tiszta multipól átmenetek esetén

6.c. γ_1-szögeloszlások multipól keveredés esetén,
d. a kvadrupól-dipól keveredési arányokkal, mint
e. paraméterekkel.

Ezen γ_1 szögeloszlások csak ritkán szolgáltatnak egyértelmü J^{Π} értéket, mert pl. a 6.b. ábra $0^+ \to 2^+$, vagy $4^+ \to 2^+$ görbéi leirhatók egy $2^+ \to 2^+$ (6.d. ábra) görbével megfelelő x paraméter mellett, különösen a mérési hibákat szem előtt tartva. A keveredési arány pontos meghatározása szokásosan χ^2-próbával történik, ahol a χ^2 értékeket ábrázolják a különböző J-kre, mint paraméterekre az arctanx függvényében. Az 1%-os megbizhatósági határ adja a helyes J értéket és az x keveredési paramétert (7. ábra [9]).



7. ábra

Spin és keveredési paraméter meghatározása χ^2-próbával [9].

Sokszor a J érték mellé a paritást (ha nem páros-páros target) csak a γ-átmenet erősségéből lehet megadni a már emlitett erősség szisztematika [34] alapján, kizárásos alapon.

Olyan esetekben, amikor ez a módszer kettő vagy több J értéket is megenged, a γ-kaszkád (példánkban $r \to 2^+ \to 0^+$) szögkorrelációjának mérése segit.

Bonyolultabb eset előtt állunk akkor, ha a targetmag spinje nem zéró. Ekkor a (12) képlet A_K együtthatójában fellép a p(m) "populációs" együttható is, mely megadja, hogy az átmenetben a nivó m szubállapotai milyen valószinüséggel vesznek részt.

A szekundér átmenetekre - melyek a kötött állapotokra adnak magspektroszkópiai adatokat - elvileg ugyancsak a fentiek érvényesek.

IV. Összefoglalás

Energetikai okokból az (α,γ) reakciók mérésére az alacsonyenergiáju gyorsitók a legalkalmasabbak ($E_\alpha \approx 1\text{-}7$ MeV).

A gyorsitó technikai, detektálási és elektronikai követelményeket a II. részben részletesen tárgyaltuk.

Egyetlen kérdést érintünk még röviden, nevezetesen az ugyanazon közbenső (és egyben vég-) magra vezető (p,γ) reakciókat. A cikkben egy-egy megjegyzés erejéig már utaltunk a (p,γ) reakciók jóval nagyobb hatáskeresztmetszetére, ezért felvetődik a kérdés, miért érdemes akkor a fáradságosabb (α,γ)-val foglalkozni? Azért, mert:

1./ a (p,γ)-val gerjeszthető rezonanciák sürüsége nagyobb (a targetspin, protonspin és ℓ lehetséges beállásai miatt), a rezonanciák sokszor alig, vagy egyáltalán nem különülnek el (dublettek), mig (α,γ)-ban az emlitett J szelekció tisztább képet ad;

2./ a nagyobb ℓ-transzfer következtében (α,γ)-val nagyobb spinü állapotok is gerjeszthetők;

3./ a nagyobb visszalökési energia miatt (α,γ)-ban a Doppler eltolódás és igy az élettartam mérése pontosabb és

4./ a szögeloszlások elméleti leirása spinnélküli részecske esetén jóval egyszerübb.

Bár a felsorolás nem teljes, mégis azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a két reakció kiegésziti egymást, ami csak az egyik reakcióval gerjeszthető rezonanciák esetén triviális, mig egy mindkettőben jelentkező rezonancia esetén pl. a spin-paritás meghatározása (p,γ)-val jóval komplikáltabb, amit ezért célszerü (α,γ)-ban mérni, ugyanakkor az elágazási arányok jobb statisztikával nyerhetők (p,γ)-ból. Az egymásnak megfelelő (α,γ) és (p,γ) rezonanciák biztos kijelölése (a különböző gyorsitók eltérő hitelesitése és az általában sürü (p,γ) rezonanciák miatt) az elágazási arányok egyezéséből történhet, ami ismét a kölcsönös mérés mellett szól.

Befejezésül megjegyezzük még, hogy a cikkben teljességre nem törekedhettünk. Célunk az (α,γ) munkák során leggyakrabban használt módszerek, következtetések ismertetése volt, igy pl. nem szóltunk a γ-részek polarizációjának méréséről, mely közvetlenül a paritás értéket szolgáltatja, vagy az eredmények különböző magmodellekkel való összehasonlitásáról, konfigurációs következtetésekről, stb. Bár a két utóbbi fontos, de magról-magra változik, s igy nehezen általánositható.

IRODALOM

[1] A. Szalay, E. Csongor, Phys. Rev. 74 (1948) 1063

[2] H.E. Gove, Nuclear Reactions, vol. 1, szerk.: P.M. Endt and M. Demeur (North-Holland Publishing Co., Amsterdam, 1959)

[3] C. van der Leun, Fifth Summerschool on Nuclear Physics, Poland (1972) 1-32 p.

[4] J. W. Maas, E. Somorjai, még nem publikált

[5] P. J. M. Smulders, Thesis Utrecht University (1965)

[6] P. J. Smulders, Physica 30 (1964) 1197

[7] P. J. Smulders, P. M. Endt, Physica 28 (1962) 1093

[8] P. J. Smulders, Physica 31 (1965) 973

[9] T. K. Alexander et al., Nucl. Phys. A197 (1972)1

[10] W. R. Dixon et al., Nucl. Phys. A202 (1973) 579

[11] R. B. Watson et al., Nucl. Phys. A203 (1973) 209

[12] N. A. Jelley et al., Physics Letters 40B (1972) 200

[13] J. D. Mac Arthur, Bull. Amer. Phys. Soc. 17 (1972) 90

[14] J. P. Russel et al., Nucl. Phys. A187 (1972) 449

[15] E. A. Heighway, J. D. Mac Arthur, Bull. Amer. Phys. Soc. 15 (1970) 783

[16] P. B. Lyons, Nucl. Phys. A130 (1969) 25

[17] H. Grawe, K. P. Lieb, Nucl. Phys. A127 (1969) 13

[18] L. Meyer-Schützmeister et al., Nucl. Phys. A108 (1968) 180

[19] J. A. Weinman et al., Phys. Rev. 133 (1963) B590

[20] A. Rytz et al., Nucl. Phys. 43 (1963) 229

[21] C. van der Leun, G. Wiechers, Nucl. Phys. 52 (1964) 104

[22] F. C. Erné, C. van der Leun, Nucl. Phys. 52 (1964) 515

[23] K. A. Snover et al., Phys. Rev. Letters 22 (1969) 239

[24] M. J. A. de Voigt et al., Nucl. Phys. A170 (1971) 449

[25] M. J. A. de Voigt et al., Nucl. Phys. A170 (1971) 467

[26] M. J. A. de Voigt et al., Nucl. Phys. A176 (1971) 97

[27] C. Rolfs et al., Nucl. Phys. A199 (1973) 257; 289; 306; 328

[28] D. W. O. Rogers et al., Can. J. of Physics 50 (1972) 2428

[29] G. A. P. Engelbertink, Thesis Utrecht University (1968)

[30] C. Alderliesten et al., internal report, Robert J. van de Graaff Lab. Utrecht, 1973.

[31] L. Végh, ATOMKI Közl. 15 (1973) 229

[32] J. W. Maas, Utrecht University internal report V3434 (1971)

[33] D. H. Wilkinson, Nuclear Spectroscopy B, szerk.: Ajzenberg-Selove (Academic Press, N.Y. and London, 1960)

[34] P. M. Endt, C. van der Leun, Atomic Data and Nuclear Data Tables 13 (1974) 67

[35] I. Fodor, Magyar Fizikai Folyóirat XX (1972) 431

[36] Á. Kiss, ATOMKI Közl. 13 (1971) 121

[37] H. J. Rose, D. M. Brink, Rev. Mod. Phys. 39 (1967) 306

[38] A. J. Ferguson, Angular correlation methods in gamma-ray spectroscopy (North-Holland Publ. Co., Amsterdam, 1965)

[39] A. M. Hoogenboom, Thesis Utrecht University (1958)
A. E. Litherland, A. J. Ferguson, Can. J. of Physics 39 1961 (788)

[40] W. T. Sharp et al., Chalk River Report AECL-97 (1953)

MŰHELYÜNKBŐL - LABORATÓRIUMUNKBÓL

ATOMKI Közlemények 16 (1974) 261-266.

ELEKTRONIKUS FÉLAUTOMATA SZERVOBERENDEZÉS EMISSZIÓS SPEKTROGRÁFHOZ

SÁMSONI ZOLTÁN, LAKATOS TAMÁS

Bevezetés

A spektrográfok kiegészitő automatikus szervoberendezéseiről csak nagyon kevés irodalmi közlés található, de Azcona és Camunas [1] még 1950-ben ismertettek egy automatikus szabályozó berendezést, amely a gerjesztő áramkör automatikus zárását, a résrekesz nyitását és zárását, valamint a lemezkazetta továbbitását végzi. Astonin és munkatársai [2] egy ellenőrző berendezést készitettek, amely megakadályozza, hogy a lemeznek ugyanarra a helyére ismételt expozició történjék. Varsányi és Bardócz [3] lemeztartó és mozgató szerkezetet ismertettek, amely a fényforrás mellől működtethető és ugyanitt ellenőrizhető a számláló szerkezet segitségével a kazetta mindenkori állása. Sámsoni és munkatársai [4] 1967-ben ismertettek egy automatikusan exponáló fényrekeszt. Ez biztositja, hogy a gerjesztő készülék áramkörének zárásával egyidejüleg egy kapcsolóórával és egy villamos tápegységgel vezérelt fényrekesz a spektrográf rése előtt az előre meghatározott expoziciós időtartamra automatikusan kinyiljék, majd az expoziciós idő leteltével ugyancsak önmüködően lezárjon. A tápegységet ugy épitették fel, hogy a fényrekesz lezárásával egyidejüleg bekapcsolja az elektródák beállitásához szükséges hátsó megvilágitó lámpát. Az ujabb felvétel indulásának pillanatában a fényrekesz nyitásával az automatika az elektróda-megvilágitó lámpát önmüködően kikapcsolja.

Célkitüzés

Az uj korszerü spektrográfokon több, gyárilag beépitett automatikus berendezés segiti az analitikus vegyész munkáját. Hazánkban jelenleg használatban lévő spektrográfok tulnyomó része azonban nem rendelkezik gyakorlatilag semmiféle automatikával. Gyakorlati

tapasztalataink alapján szükségesnek látszott az előzőekben ismertetett részleges teljesitőképességü berendezés továbbfejlesztése egy nagyobb teljesitményü félautomatikus szervoberendezéssé. Ez segitséget jelenthet a szinképelemző laboratóriumok munkájának megkönnyitésére és termelékenységének emelése terén is.

Célkitüzésünk az volt, hogy a spektrográf vezérlő automatikája a következő feladatokat lássa el:

1/ Az előre beállitott expoziciós időtartamra a résrekesz automatikus nyitása, az expozició befejezésekor pedig a résrekesz automatikus lezárása.

2/ A résrekesz önmüködő nyitásával egyidejüleg zárja a gerjesztőkészülék bekapcsolásának áramkörét és inditsa meg az expoziciót. A kivánt expoziciós idő után kapcsolja ki a gerjesztő készüléket.

3/ Az expozició után a fényrekesz lezárásával egyidejüleg a hátsó, elektródbeállitó megvilágitó lámpát kapcsolja be az uj elektródpár beállitásához.

4/ A lemez kazetta gombnyomásra történő automatikus továbbitása a kivánt fokozattal. A vezérlőberendezés elektronikusan ugy legyen reteszelve, hogy a lemezkazetta továbbitása nélkül ne váljék lehetségessé ujabb felvételt készitení a már exponált spektrumsávra.

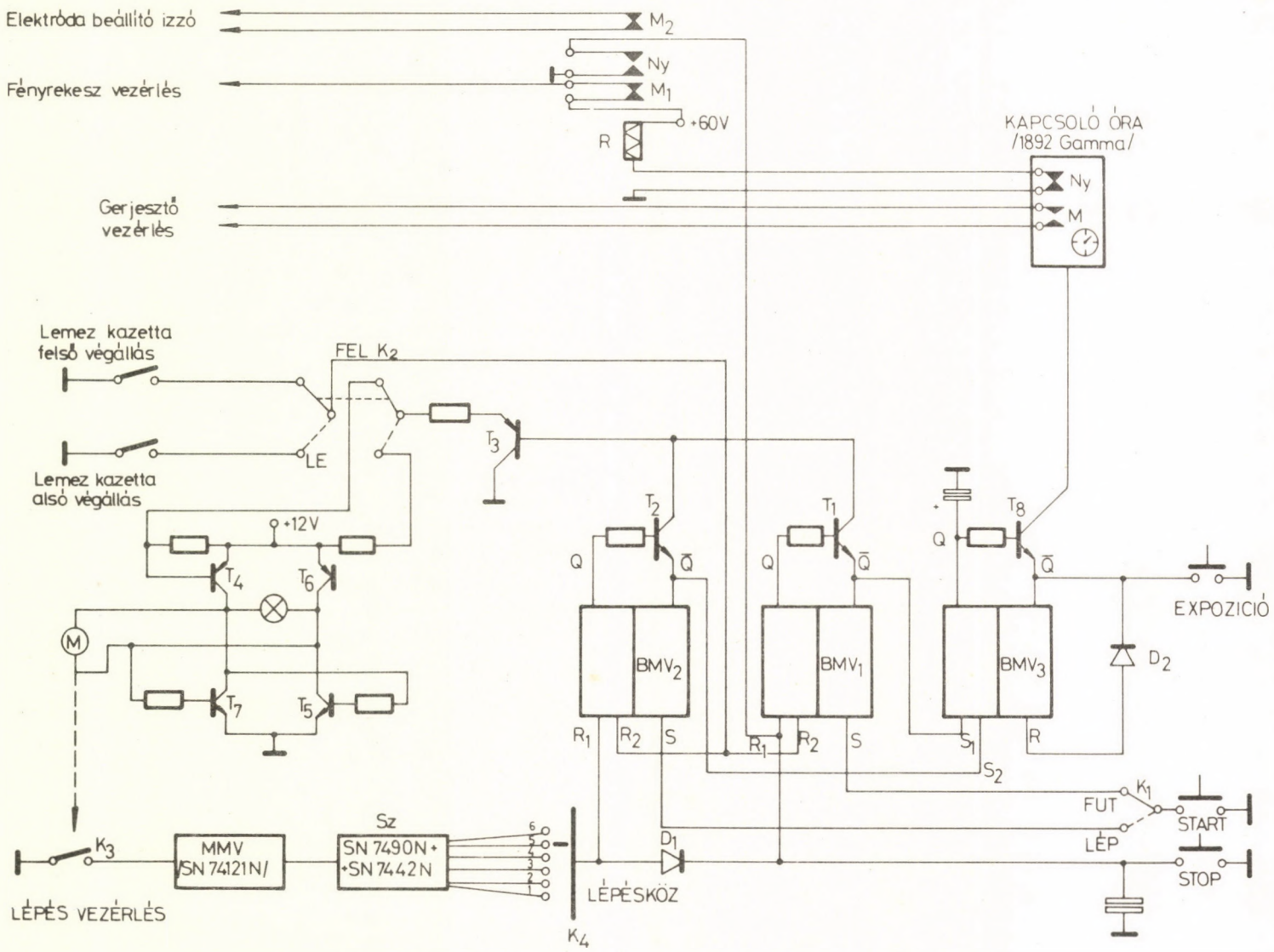
5/ A lemezkazetta továbbitása történhessék tetszés szerint 1., 2., 3., 4., 5 és 6 mm-es lépésekben akár felfelé, akár lefelé. Ezen kivül lehetséges legyen nem lépésenkénti, hanem folyamatos kazetta továbbitás is, egy megkivánt tetszőleges kazetta állásig.

6/ A lemezkazetta (folyamatos vagy lépésenkénti) továbbitásakor a végálláskapcsolók automatikusan állitsák le a kazetta továbbitást. Ez a követelmény mind a 9 cm-es, mind a 6 cm-es lemezeknél egyaránt teljesedjék.

7/ A vezérlő automatika reteszelése biztositsa, hogy ha a lemezkazetta valamelyik végállását elérte, akkor az ujbóli inditás csak az ellenkező irányban legyen lehetséges.

8/ Esetleges téves kezelés kiküszöbölésére az expoziciós idő alatt a kazetta-továbbitó mechanizmus ne legyen müködtethető.

Intézetünkben sikerült kifejlesztenünk egy olyan elektronikus félautomata szervoberendezést, amely valamennyi fent megfogalmazott követelménynek eleget tesz. A vezérlőberendezés blokkvázlatát az 1. ábrán mutatjuk be.



1. ábra

A vezérlőberendezés működése.

Az 1. ábrán bemutatott blokkvázlaton M-mel jelzett egyenáramu elektromotor a spektrográf lemez kazettájának továbbitását végzi. A motor - megfelelő áttétel közbeiktatásával - a kazetta-továbbitó mechanizmus kézi forgatótárcsáját hajtja meg. Ily módon egyrészt az automatika beépitése a legkisebb átalakitással valósitható meg, másrészt a vezérlés és a motor forgásirányával együtt a kazetta továbbitási irányának megváltoztatása egyszerüen kivitelezhető. Minthogy a kézi forgató tárcsával egy teljes körülforgatással pontosan 1 mm-rel mozdul el a lemezkazetta, igy a kivánt elmozdulás érzékelése egy, a kézi forgatótárcsa tengelyével megfelelő módon vezérelt kapcsolóval oldható meg.

A vezérlőberendezés müködését az 1. ábrán látható blokkvázlat alapján magyarázzuk. Az M jelü motort a T_1-T_7 tranzisztorok közbeiktatásával két kétstabil állapotu billenőkör (BMV_1 és BMV_2) vezérli. Ezen multivibrátorok egy set (S) és két reset (R) bemenettel rendelkeznek. A START nyomógombot müködtetve a K_1 kapcsoló állásától függően vagy az egyik vagy a másik billenőkör logikai "igen" állapotba billen, amely a K_2 kapcsoló állásától függő polaritásu feszültséget ad az M motorra. A K_1 kapcsoló FUT állásában a kazetta le vagy felfelé elmozdul, és mindaddig halad, amig a billenőkört a STOP nyomógomb megnyomása vagy a kazetta által vezérelt megfelelő végálláskapcsoló alaphelyzetébe vissza nem állitja.

Ha a K_1 kapcsoló LÉP állásában inditjuk el a kazettát, a minden főtengelyfordulat után (1-1 mm) egy impulzust adó MMV monostabil multivibrátor jeleit számláló és dekódoló SZ számláló egység kimenetei a K_4 előválasztó kapcsolón át - annak állásától függő fordulatszám megtétele után - szintén alaphelyzetbe billentik a BMV_2-t. Igy lehetőség nyilik a kazetta 1, 2,...6 miliméterrel történő továbbitására.

A BMV_3 kétstabil állapotu billenőkör az expozició előkészitésére szolgál. Ha a BMV_1 és BMV_2 bármelyike logikai "igen" állapotba billen, a BMV_3 követi, és ebben az állapotban marad a kazetta megállitása után is. Az EXPOZICIÓ nyomógomb müködtetése, amely a fentiek értelmében csak a START nyomógomb előzetes benyomása után (a lemezkazetta továbbitása után) hatásos, igy bekapcsolhatja a T_8 tranzisztort, mely a kapcsoló órát inditja. Az EXPOZICIÓ nyomógomb hatására a D_2 diódán át a BMV_3 billenőkör is alapállapotba kerül vissza, azaz a lemezkazetta továbbitása nélkül nem lehetséges a már exponált spektrumsávra ujabb felvétel készitése. A kapcsolóórán előre beállitott ideig az órában levő relé M munkaérintkezői zárnak és müködtetik a gerjesztő készüléket. Az Ny nyugalmi érintkezőn eddig folyó áram megszakad, igy az R relé elenged, és kikapcsolja a résrekesz vezérlését. (A résrekesz akkor nyit.) Egyidejüleg az R relé STOP nyomógombbal párhuzamosan kapcsolt nyugalmi érintkezője zárt állapotba kerül, és megakadályozza, hogy a kétstabil állapotu billenőkörök bármelyikét - és igy a kazettát továbbitó motort - müködtetni lehessen az expozició időtartama alatt. A relé M_2 munkaérintkezői az expoziciós idő alatt kikapcsolják a beállitó izzót. (Az ábrán a vezérlő egységet

alapállapotban láthatjuk.)

A felhasznált monostabil multivibrátor a számláló és a dekódoló integrált áramkörök tipusai SN 74121 N, SN 7490 N és SN 7442 N. A három bistabil billenőkört két SN 7410 N tipusu - egyenként három darab három bemenetü logikai NAND kaput tartalmazó - integrált áramkör felhasználásával alakitottuk ki, igy egyszerüen biztositható volt, hogy az inditás vagy visszabillentés nulla szinten és kellő számu bemeneten történhessen.

Összefoglalás

Szerzők egy félautomata elektronikus vezérlőberendezést ismertetnek, amely emissziós spektrográfokhoz adaptálható. A vezérlőberendezés a hozzácsatlakoztatott kapcsolóórával együtt a következő feladatokat látja el:

1/ Vezérli a gerjesztő készülék kapcsolását, a résrekesz nyitását és zárását, az elektródbeállitó lámpa kapcsolását.

2/ Müködteti a lemezkazetta továbbitását mindkét irányban akár előre beállitható lépésenként, akár folyamatosan. A vezérlő egység reteszelései és kapcsolási logikája ugy van megoldva, hogy kiküszöböli a megvilágitó lámpa fényének bejutását a lemezre, a lemezkazettának expozició közbeni továbbitását, a már exponált spektrumsávra történő ismételt felvételkészitést. A félautomata elektronikus vezérlőberendezést ZEISS Q-24 spektrográfhoz adaptáltuk, de természetesen hasonló rendszerü más gyártmányu spektrográfokhoz is alkalmazható.

Irodalom

[1] De Azcona J.M. Lopez, Puig A. Camunas, Rev. Cienc. Aplicada (Madrid) 4. 394-402. 1950. Cit.: C.A. 45. 6061 c. 1951.

[2] Astoin N., Vodar B., Matin J., Journ. Phys. Radium 13. 108-109. 1952. - Cit.: C.A. 46. 5973.g. 1952.

[3] Varsányi F., Bardócz Á., Magy. Fiz. Folyóirat. 3. 137-139. 1955.

[4] SámsoniZ., Bácsy Gy., Csuka I., Magy. Kémikusok Lapja 22. 493-494. 1967.

ATOMKI Közlemények 16 (1974) 267-276.

BÉRSZÁMFEJTÉS KISSZÁMITÓGÉPPEL

SZÉKELY GÉZA és ASZTALOS GYULA

Bevezetés

Hazánk számitástechnikai iparának és a számitástechnika alkalmazásának nagyarányu fejlesztése következtében a közeljövőben igen sok vállalat és intézmény kap számitógépet, nagy többségükben kisszámitógépet. Ez a tény olyan programok előzetes kidolgozását követeli meg, melyeket az uj számitógéptulajdonosok kis átdolgozással közvetlenül felhasználhatnak. Az alábbiakban az egyik ilyen általános (ha nem a legáltalánosabb) adatfeldolgozási feladat, a bérszámfejtés gépesitését mutatjuk be.

A bérszámfejtés hagyományos menete

A hagyományos bérszámfejtés kétfajta nyomtatvány, a személyi karton és a bérelszámolási (fizetési) jegyzék párhuzamos vezetésén alapul. A személyi karton a dolgozó személyi adatain és a munkáltatóval való kapcsolatának adatain kivül ugyanazokat a rovatokat tartalmazza, mint a bérelszámolási jegyzék, de amig ez utóbbi csak egy hónapra érvényes, addig az előbbi folyamatosan vezethető. A bérszámfejtő feladata, hogy a hónap közben történt változásokat rögzitse a személyi kartonokon és ezek szerint állitsa ki a hónap végén a bérelszámolási jegyzéket. A fentiek alapján két alapvető gépesitési mód lehetséges:

a/ a személyi kartonok gépi tárolása, vezetése és a bérelszámolási jegyzék gépi számolása és kiirása

b/ csak a bérelszámolási jegyzék gépi számolása és kiirása.

Az adott gépi konfiguráció és a vállalati létszám alapján mi a b/ változat megvalósitása mellett döntöttünk.

A program megirásának körülményei

Az adminisztrativ munkát végző dolgozók tulterheltsége volt az a legfontosabb tényező, amely intézetünkben a program megirását sürgette. Ezenkivül több más program mellett ezzel is a számitástechnika alkalmazásának helyi elterjesztését tüztük ki célul, és ugy terveztük, hogy a program elkészülte után gazdaságossági vizsgálatok alapján döntünk bevezetéséről.

A bérszámfejtő program első változatát az intézet igazgatójának kezdeményezésére 1971 őszén készitettük el az ODRA-1013 gép FALA'69 autokódjában. A gazdaságossági elemzés azt mutatta, hogy a bérszámfejtő havi 2-3 napi munkáját kell összevetni a gép 90-100 percnyi munkájával, tehát csak meglehetősen alacsony (kb. 170.- Ft) gépidőköltség mellett olcsóbb a gépi munka. Mivel azonban rendelkeztünk elegendő szabad kapacitással - és véleményünk szerint magyarországi viszonylatban mindenütt hasonló a helyzet - mindenképpen célszerünek látszott a bérszámfejtőt ez alól a rutinmunka alól felmenteni. A gazdasági vezetés elfogadta és 1972. január 1-től bevezette intézetünkben a gépi bérszámfejtést. Az azóta szerzett tapasztalatok alapján 1973. őszén gépi kódra dolgoztuk át a programot. Az átirás olyan sikeresnek bizonyult, hogy célszerünek láttuk közzétenni a program rövid leirását.

A program ismertetése

I. A tárolás módja

Ahhoz, hogy a program fő lépéseit megértsük, szükség van a gépben való tárolás leirására. Mivel gépünk, az ODRA-1013 39+1 bit szóhosszal rendelkezik és csak 8K szó a memóriája, ezért egy szóba több adatot is elhelyezhetünk. Ezeket az összetett adatokat gépi kódu szinten aránylag egyszerü kezelni, és előnye az, hogy általa jóval több adat vihető a memóriába. A programban egy dolgozó

adatait 16 gépi szóban helyeztük el (1. ábra), igy blokkonként (nálunk 128 szó) nyolc személy adatai férnek el. Nagyon lényeges, hogy egy fő által lefoglalt memóriaterület 2 hatványa legyen, igy ugyanis mód nyilik az adatok blokkonkénti kezelésére, és ez legtöbb gép esetén jelentősen meggyorsitja a feldolgozást.

ALAPBÉR 2			KORPÓTLÉK 19			INTÉZETI PÓTL. 20	1
BÉRALAP ÖSSZ. 21			NYELVPÓTLÉK 5			EGYÉB PÓTLÉK 6	2
BETEGSÉG MIATTI LÉV. 7			NYUGDIJJÁRULÉK 22			HONVÉDELMI HOZZ. 23	3
HAVI ÖSSZ.BÉR 24			ILLETMÉNY ELŐLEG 9			TÜZELŐ 10	4
TÉRITMÉNY 11			KST BETÉT 12			KST TÖRLESZTÉS 13	5
LEVONÁS ÖSSZ.			LETILTÁS 15			BIZTOSITÁS 14	6
EHAVI MUL. NAPOK 1	MULTHAVI MUL.NAP. 27	RÉGI MUL. NAP. 28	KORPOT-LÉK % 3	INT 4	HONV. 8	TERMÉSZETBENI JUTT. 29	7
KIFIZETENDŐ ÖSSZ. 26			1 NAPRA ESŐ BÉR			TÁPPÉNZES NAPOK 18	8
TÁPPÉNZ 25			CSALÁDI PÓTLÉK 16			LAKBÉRHOZZ. 17	9
MULT HAVI BRUTTO 30			RÉGI LEVONÁS 31			KÓD 32	10
							11
							12
			A DOLGOZÓ NEVE ÉS KULCSSZÁMA				13
							14
							15
							16

1. ábra

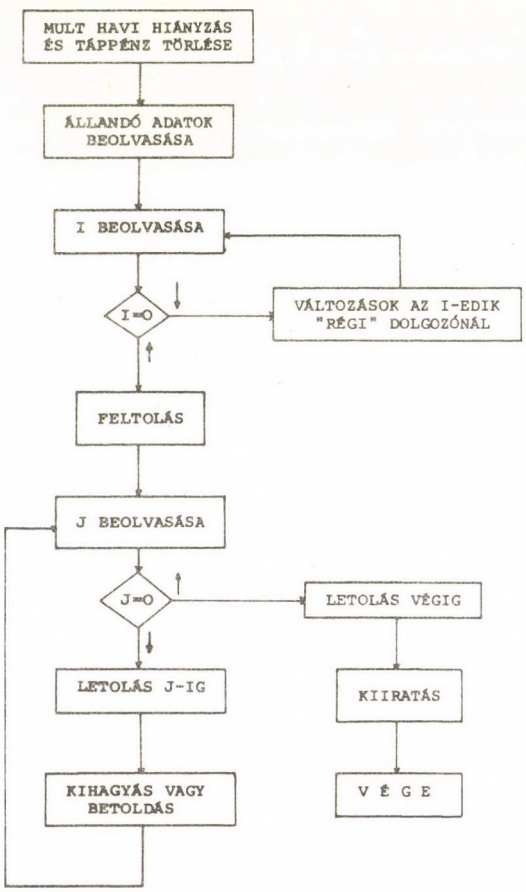
Egy dolgozó számára lefoglalt szavak.

II. A feldolgozás menete

A program futtatása után a gépben tárolt adatokat bináris kódu lyukszalagon kihozzuk, és a következő futtatás alkalmával első lépésként beolvassuk a memóriába. Ezután a lyukszalagon rögzitett változásokat adatszalagként olvassa be a program, elvégzi a számitásokat és kiirja a bérelszámolási jegyzéket. Háttértároló jelenléte esetén természetesen célszerü file-ra menteni hónap közben az adatokat.

III. A program fő részeinek ismertetése

A program legfőbb lépéseit a 2. ábra blokksémáján szemléltetjük.



2. ábra.

A program blokk-diagramja.

1. Mult havi hiányzás és táppénz törlése

Az előző hónap hiányzásai miatti levonások, ill. táppénzek kifizetése még szerepel az adatok között az uj bérszámfejtés megkezdésekor, ezért ezeket egyrészt törölni kell, másrészt tesztelési szempontból elraktározni.

2. Állandó adatok beolvasása

Állandó adatok alatt a következőket értjük:

a jelen hónap munkanapjainak száma,
a mult hónap munkanapjainak száma,
az egyes kategóriákban lévő dolgozók száma.

Ezek közül csak a legutóbbi szorul magyarázatra. Kategóriák alatt a következőkben a bérszámfejtés szempontjából diszkréten kezelhető csoportokat értjük, azaz, ahol az egyes rovatok adataiból képzett összegeket önállóan kell megadni. Ilyen kategória pl. az állandó, az időszaki, vagy a szerződéses dolgozók csoportja.

3. Változások a "régi" dolgozóknál

"Régi" dolgozók alatt itt mindazokat értjük, akik nem ebben a hónapban léptek alkalmazásba a vállalatnál, tehát egy sorszám alapján a program ki tudja keresni az adataikat a memóriában lévő mult havi adathalmazból. A dolgozó sorszáma után annak a rovatnak a sorszáma szerepel az adatok között, melyben a változás történt, utána pedig a változás mértéke. Ez utóbbi lehet fix összeg, vagy valamilyen más, megállapodás szerinti adat, aminek alapján a gép kiszámitja a megfelelő rovat uj értékét.

4. Feltolás

Uj dolgozók betoldása, illetve régiek kihagyása esetén át kell rendezni a memóriában lévő adathalmazt. Tapasztalataink alapján ezt leggyorsabban és legegyszerübben ugy végezhetjük el, hogy az adathalmazt, amely eddig a memória alsó cimein helyezkedett el, feltoljuk a felső cimekre és részenként toljuk vissza a kihagyások, illetve betoldások helyétől függően.

5. Kihagyások, betoldások, letolás

A kihagyást negativ, a betoldást pozitiv sorszámmal jelöljük az adatszalagon, abszolut érték szerint monoton növekvő sorrendben. Betoldás esetén az uj dolgozó nevét és a bérének kiszámolásához szükséges adatokat is fel kell tüntetni a régi névsorban képzeletben elfoglalt sorszáma után. A számolás menete itt a következő:

a/ a gép beolvas egy sorszámot (nulla eseétn vége ennek a résznek)

b/ eddig a sorszámig letolja az adatokat

c/ elvégzi a kihagyást vagy betoldást és visszatér az a/ pontra.

Az adathalmaz visszatolása után a 2. pontban beolvasott kategóriák szerint megkezdődik a bérelszámolási jegyzék lyukszalagra perforálása. A program 24 soronként kiirja a rovatok részösszegeit, majd az egyes kategóriákban kiszámolt teljes összegeit. Mivel nálunk 69 karakter szélességü telexgépek állnak rendelkezésre a kiiratáshoz, a jegyzéket három hasábból állitja össze a program. A telexen kiiratott bérelszámolási jegyzéket a 3. ábrán mutatjuk be.

IV. Az eredmények ellenőrzése

Mivel a bérelszámolási munkánál a gyorsaságnál is lényegesebb a pontosság követelménye, eredményeinket csak ellenőrzés után célszerü a gépből kihozatni. A programba beépitett ellenőrző rendszer számitási fázisai:

1. E(I) = mult havi kategóriák rovatainak összegei
2. M(I) = hiányzás és táppénz okozta eltérések
3. V(I) = változások a "régi" dolgozóknál
4. B(I) = betoldások és kihagyások által okozott eltérések
5. U(I) = uj kategóriák rovatainak összegei
6. E(I) + M(I) + V(I) + B(I) = U(I) ,

   I = 1, 2, ..., rovatok száma

Amennyiben a 6. pontban az egyenlőség nem teljesül, ugy a gép nem az eredményt perforálja ki, hanem csak azoknak a dolgozóknak a sorait irja ki, akiknél számolás történt, tehát akiknek a sorszámai szerepeltek a beolvasott adatszalagon. Ezen információ elemzése viszonylag kis idő alatt a hiba megtalálására vezet. Az egyenlőség teljesülése esetén jó volt a számitás és következhet a jegyzék szalagra lyukasztása.

SI IOIMULI IRINAPI ISISZ.I IZI	I	ILLETMENYEK ALAP- IFIZETESI	POTLEKOK KOR	INT.	INYELVIEGYEBI	BERALAPI OSSZ.	1 INAP- RA IESO BERI	BETEG- SEG VAGY EGYEB LEV.	HAVI OSSZ. BER- JARAN- DOSAG	LEVONASOK NYUGDI JAR.	HONV. HOZZ.	ILLETMI ELOLEGI	TUZELO	ITERIT- MENY	KST BETETI	KST TORL.	IBIZTOSITASI	ILETIL- TAS	LEVONASI OSSZ.	LEVO- NAS UTANI OSSZ.	CSA- LADI POTL.	LAK- BER- HOZZ.	ITAPI PENI ZESITAPPENZI NA- IPOKI	KIFIZE- TENDO OSSZEG	A DOLGOZO NEVE, ALAIRASA	IGI K.IOI IRI ISZ.ISI IZI
I I 1 I		2	3	4	5	6			7		8	9	10	11	12	13	14	15			16	17	18I			
1	0	1700	136	551	0	0	2387	0	0	2387	119	0	0	0	0	500	0	20	0	639	1748	0	0	0	0	1748	ABONYI BELANE	954 1
2	0	1750	35	536	0	0	2321	0	0	2321	116	0	0	0	0	200	0	0	0	316	2005	0	0	0	0	2005	ANTAL MARCELL	962 2
3	0	1650	33	505	0	0	2188	0	0	2188	88	0	0	0	0	100	0	20	0	208	1980	0	0	0	0	1980	ARADI PETER	962 3
4	0	3000	180	954	0	0	4134	0	0	4134	289	0	0	0	0	200	0	0	0	489	3645	400	0	0	0	4045	DR BAKONYI ILONA	924 4
5	0	1600	0	480	0	0	2080	0	0	2080	83	0	0	0	0	0	0	0	0	83	1997	960	0	0	0	2957	BALOG ADAM	933 5
6	0	2200	220	726	0	0	3146	0	0	3146	189	0	0	0	0	200	0	20	0	409	2737	400	68	0	0	3205	BALOGH LASZLO	961 6
7	0	1350	27	413	0	0	1790	0	0	1790	54	0	0	0	0	0	0	0	0	54	1736	400	233	0	0	2369	BARABAS PAL	954 7
8	0	2500	50	765	140	0	3455	0	0	3455	207	0	0	0	0	0	0	0	0	207	3248	0	0	0	0	3248	DR BENYATS SAMUEL	924 8
9	0	1100	0	330	0	0	1430	0	0	1430	43	0	0	0	0	100	0	0	0	143	1287	0	0	0	0	1287	BERECZKY TIHAMER	955 9
10	0	1450	0	435	0	0	1885	0	0	1885	75	0	0	0	0	0	0	20	0	95	1790	0	0	0	0	1790	BERKI GABORNE	962 10
11	5	1800	108	572	0	0	2480	118	590	1890	76	0	0	0	0	100	700	20	0	896	994	0	0	5	443	1437	BIHARI ANIKO	961 11
12	0	2300	276	773	0	129	3478	0	0	3478	209	0	0	0	0	100	0	20	0	329	3149	0	0	0	0	3149	BIMBO ZOLTAN	961 12
13	0	1800	72	562	0	0	2434	0	0	2434	122	0	0	0	0	0	0	20	220	362	2072	290	0	0	0	2362	BUGYOR ANNA	962 13
14	0	3500	280	1134	0	0	4914	0	0	4914	344	0	0	0	0	100	0	10	0	454	4460	400	0	0	0	4860	DR CSOKA ELEMER	924 14
15	0	1700	170	561	0	0	2431	0	0	2431	122	0	0	0	0	200	0	40	0	362	2069	0	0	0	0	2069	CZIBERE ZSOLTNE	931 15
16	0	5250	420	1701	0	0	7371	0	0	7371	737	0	0	0	0	0	0	0	0	737	6634	400	0	0	0	7034	DR DAVID KAZMER	923 16
17	0	2100	0	630	0	0	2730	0	0	2730	137	0	0	0	0	150	0	20	340	647	2083	0	0	0	0	2083	DEBRECZENI TIBOR	924 17
18	0	2200	308	752	0	0	3260	0	0	3260	196	0	133	0	0	250	0	40	0	619	2641	0	142	0	0	2783	DR DOBO JOZSEF	961 18
19	0	1200	0	360	0	0	1560	0	0	1560	47	0	0	0	0	0	0	0	0	47	1513	0	0	0	0	1513	ENYEDI CSABANE	955 19
20	0	2200	44	673	0	0	2917	0	0	2917	146	0	0	0	0	150	0	20	0	316	2601	0	0	0	0	2601	FARKAS GERGELYNE	924 20
21	0	2000	120	636	0	0	2756	0	0	2756	138	0	0	0	0	100	0	20	0	258	2498	0	0	0	0	2498	FELEKI SANDOR	961 21
22	0	3000	240	972	140	0	4352	0	0	4352	305	0	0	0	0	100	0	20	0	425	3927	0	0	0	0	3927	DR FELEGYHAZI ZSOFIA	924 22
23	0	1300	104	421	0	0	1825	0	0	1825	73	0	0	0	0	0	0	20	0	93	1732	0	0	0	0	1732	GURTSAK KEVE	967 23
24	0	1400	56	437	0	0	1893	0	0	1893	76	0	0	0	0	0	0	20	0	96	1797	0	0	0	0	1797	HOROWITZ ERNO	964 24
	0	50050	2879	15879	280	129	69217	0	590	69627	3991	0	133	0	0	2550	700	350	560	8284	60343	3250	443	0	443	64479		

3. ábra

Fizetési jegyzék

V. A program futási ideje, gazdaságosság

A futási időt, mint az alább felsorolt részidők is mutatják, elsősorban az input/output müveletek gyorsasága határozza meg.

Bináris adathalmaz és program beolvasása	4'
Adatszalag beolvasása és számolás	1' - 4'
Eredmény papirszalagra lyukasztása	14'
Uj bináris adathalmaz papirszalagra lyukasztása	3'

A fenti idők 190-es létszámu költségvetési intézmény bérszámfejtésére vonatkoznak, ODRA-1013 központi egység, FS-1500 szalagolvasó és Facit szalaglyukasztó perifériák felhasználása esetén. A tényleges számolási idő az egész program futásának csak egy töredékét teszi ki, ezért a gép számolási gyorsasága kisebb mértékben befolyásolja a futási időt, mint az input/output müveletek gyorsasága. (Az ODRA-1013 ciklusideje ferriten 8 mikrosec.)

Látható, hogy ha a bináris program és az adathalmaz tárolását háttértárolón, az eredmény kiirását pedig sornyomtatóval tudnánk megoldani, a futási idő jelentősen lecsökkenne. E perifériák lassubb tipusainak felhasználása esetén is kétszer-háromszor rövidebb futási időt kapunk. Például egy R-10 kisgép mágnesszalag és sornyomtató perifériákkal kb. 10' teljes futási időt tudna elérni a fenti létszám mellett.

Példánk szerint a hagyományos bérszámfejtést végző dolgozó 2-3 napi munkájával szemben az ODRA-1013 kb. 25', az R-10 kb. 10' alatt végzi el a feladatot. Nyilvánvaló tehát, hogy a gépi bérszámfejtés nemcsak gyorsabb, pontosabb, hanem olcsóbb is.

További lehetőségek

Elsőként "A bérszámfejtés hagyományos menete" cimü fejezetünk a/ pontjában leirt gépesitési lehetőséget vizsgáljuk meg. Ennek megvalósitása a gépesités egy magasabb szintjét jelentené, ugyanis itt állandó file-on lehetne tartani a személyi kartonok tartalmát, oda kellene bevinni hónap közben a változásokat, és a bérelszámolási jegyzék számitásához nem kellene adatszalagot irni, hanem a program a személyi kartonokat tartalmazó file lekérdezése alapján

automatikusan szolgáltatná a jegyzéket. Emellett mód nyilna arra, hogy kisebb programokkal bármilyen, a személyi kartonok adataira épülő statisztikát tudjon a gép szolgáltatni tetszőleges időpontban. Ez a magasabb fejlettségi fok nagyobb programrendszerrel és elegendően nagy háttértárolóval érhető el.

Itt kell megemlitenünk, hogy az általunk alkalmazott adattárolás (1. ábra) is tartalmaz egy kódszám nevü rovatot, melyet mi is hasonló statisztikák összeállitására használunk. Ezek természetesen a havi bérelszámolási jegyzékre épülnek.

A létszámra vonatkozó korlátról az alábbiakat mondhatjuk. Programunk kb. 360 főnyi dolgozó adataival tud egyidejüleg számolni. Mivel a bérszámfejtést minden egyes kategóriában külön-külön végre lehet hajtani, ezért ha a legmagasabb létszámu kategóriába tartozó dolgozók adatai befférnek egyszerre a memóriába (a program mellett), akkor a bérszámfejtés elvégezhető. Ellenkező esetben is megoldható a feladat ugy, hogy a gépben egyszerre csak néhány adatblokkot tartunk, és számolás után a héttértárolóba visszük, illetve onnan hivunk be ujabb adatblokkot.

A legkisebb gépi memóriát egy olyan bérszámfejtési rendszer igényelne, melyben a dolgozók adatait lyukkártyákon tárolnánk, és a géppel gyakorlatilag csak a kártyák kiiratását vezérelnénk. Ez a megoldási tipus kártyaolvasó, sornyomtató és kártylyukasztó (off-line) perifériákat igényel. A módszer hátránya, hogy sok benne a tévesztési lehetőség és továbbfejlesztésre nem alkalmas.

A konkrét számitási algoritmusokat itt nem ismertettük, mert egyrészt nagyon egyszerü müveletekről van szó, másrészt programunk csak költségvetési intézmények bérszámfejtésére alkalmas. Éppen amiatt azonban, hogy nagyon egyszerüek a müveletek és a számolás maga a programnak csak kis hányadát teszi ki, kis átalakitással a vállalatok és intézmények igen széles körében alkalmazható.

Összefoglalás

A program közlésével elsősorban az uj számitógéptulajdonosoknak akartunk segiteni. Egy ilyen program helyi megvalósitása a kezdeti időkben megmutatja a számitástechnika alkalmazásának előnyeit, segiti a gép kihasználását, a programozók rutinszerzését. Szeretnénk, ha ez a cikk is hozzájárulna a számitástechnika hazai elterjesztéséhez.

ATOMKI Közlemények 16 (1974) 277-287.

MÉRÉSI ADATOK FELDOLGOZÁSA "HEWLETT-PACKARD 9100A" SZÁMITÓGÉP SEGITSÉGÉVEL

KOVÁCS PÁL, URAY ISTVÁN

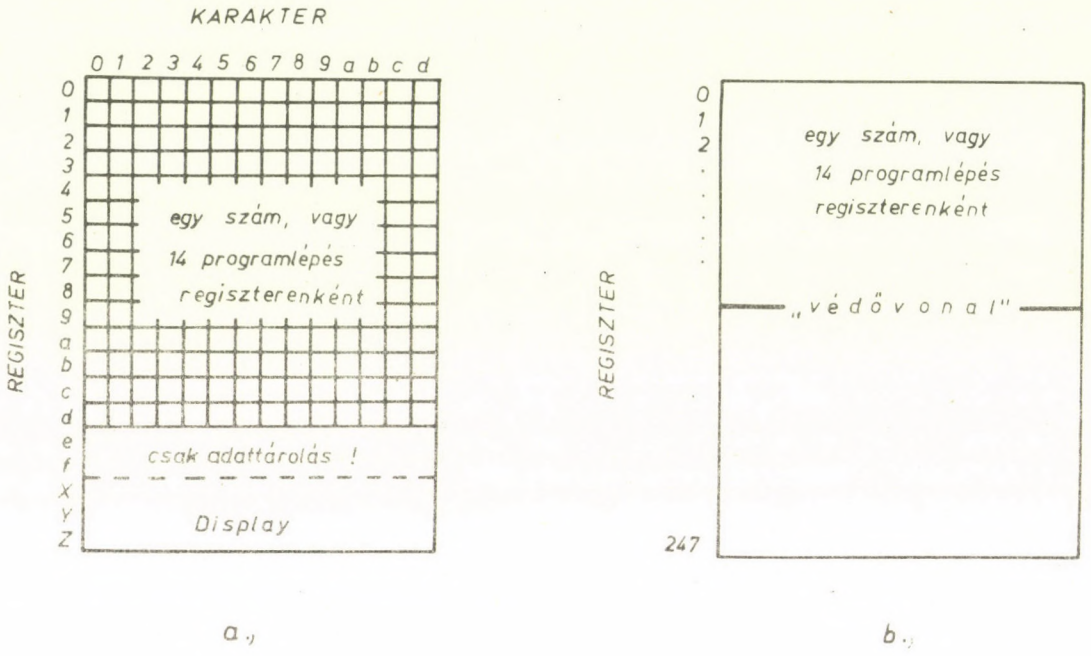
After the short description of the "Hewlett-Packard 9100A" desk computer three comprehensive programs are given. The "storage program" simplifies the data storage to the extended memory. The "spectra-plotting program" is able to plot the measured data with their errors. The "polynom fitting program" fits polynom of first or second degree on the measured points.

A "Hewlett-Packard 9100A" számitógép bemutatása után három sokoldaluan felhasználható programot ismertetünk. Az adatbeviteli program a kiegészitő memóriába való adatbevitelt egyszerüsiti. A spektrumrajzoló program mérési adatok és azok hibáinak kirajzolására alkalmas. A polinomillesztő program segitségével elsővagy másodfoku polinom illeszthető a mérési pontokra.

После описание настольной ЭВМ типа "Hewlett-Packard 9100A" показываются три разносторонно используемые программы. Программа для ввода данных упрощает их ввод в дополнительную память. Программа для изображения спектров способна к вычерчиванию экспериментальных данных и их ошибок. С помощью программы, накладывающей полином можно накладывать полином первой или второй степени на экспериментальные данные.

A kisérleti adatok feldolgozása gyakran komoly matematikai apparátust, vagy kézi módszerekkel már el nem végezhető, nagymennyiségü számolást igényel. E feladatok jelentős része azonban már kis számitógépeken is megoldható. A következőkben egy olyan - intézetünkben található - asztali számitógépet szeretnénk röviden ismertetni, mely kis memóriája ellenére igen sokoldaluan felhasználható mérési adatok feldolgozására és értékelésére.

A Hewlett-Packard 9100A harmadik generációs asztali kisszámitógép alap- és puffermemóriával rendelkezik. Előbbi a puffermemóriától függetlenül is használható. Az alap- és puffermemória "térképét" és a regiszterek jelöléseit (a regisztercimeket) az 1. ábra szemlélteti. Az alapmemória 19, a puffermemória 248 regiszterből áll. Mindkét memória regiszterei 14 karakteresek, kivéve az alapmemória két akkumulátor (e és f) és három un. display (x, y, z,) regiszterét. Ezek csak számkonstansok tárolására használhatók, mig



1. ábra

A számitógép alap- (a) és kiegészitő memóriájának (b) térképe.

a többi regiszter mindegyike vagy 14 programlépést, vagy egy számot tárolhat.

Mivel a memória tárolókapaciátsa igen kicsi, a gép legelőnyösebben viszonylag kisszámu adat sokoldalu feldolgozására használható.

A puffermemóriában tárolt programok vagy adatok "védővonal" segitségével megóvhatók az esetleges törlődéstől.

A számokat fixpontos vagy lebegőpontos alakban, a szögeket fokokban vagy radiánokban adhatjuk meg. A számitógépnek megadható legnagyobb illetve legkisebb szám $\pm 10^{99}$, a számolási pontosság pedig minden müveletre tiz értékes jegy. A gépet a klaviatura segitségével lehet programozni. A programok mágneskártyákon rögzithetők, s ezekről vissza is olvashatók a gép memóriájába a mágneses rögzitő és mágneskártyaolvasó segitségével.

Az alapgéphez a következő kiegészitő egységek csatlakoznak:

- HP-9160A kártyaolvasó
- HP-9120A nyomtató
- HP-9125A X-Y rajzoló
- HP-9101A puffermemória

A HP asztali számitógép egyszerü és jól áttekinthető gépi nyelvvel rendelkezik, ezért könnyen programozható. Sokoldalu felhasználhatóságát nagyban elősegitik - kis memóriája ellenére is - a beépitett egyszerü szubrutinok, (pl. szögfüggvények, logaritmus, exponenciális függvény, stb.).

A számitógép utasitásainak jelölése és jelentése a gép kezelési utasitásában részletesen megtalálható, [1]-[5] ezek ismertetésére itt nem térhetünk ki.

A számitógép programkönyvtárában [6]-[8] különböző alkalmazási területekre viszonylag sok kidolgozott program áll a felhasználók rendelkezésére. Gyakran adódnak azonban olyan feladatok, melyek megoldására alkalmas program nem található a programkönyvtárban, ezért feltétlenül indokolt ennek bővitése. A következőkben néhány olyan, általunk összeállitott HP programot ismertetünk, amely mérési adatok értékelése során sokoldaluan alkalmazható, igy mások érdeklődésére is számot tarthat. Ezek a programok egyben azt is példázzák, hogy a gép adottságaiból származó nehézségek és hiányosságok (pl. manuális adatbevitel, kis memória) sok feladatnál - viszonylag egyszerüen - áthidalhatók.

ADATBEVITELI PROGRAM

Programösszefoglaló:

Katalógusszám (mágneskártya száma): 15/A
Azonositási szám: 248 (az első megállást követően az X regiszterben jelenik meg)
Számitógép: HP-9100A
Memóriaigény: alap- és puffermemória

A program részletes leirása

A puffermemóriába való adatbevitel igen egyszerüen elvégezhető. A beirandó számot az Y, a regisztercimet az X regiszterbe irjuk, s az FMT, y→() utasitások hatására megtörténik az adatbevitel.

Sok adat bevitele esetén (a puffermemória 248 adat tárolására alkalmas) a munkát gyorsabbá tehetjük, a tévesztés lehetőségét pedig csökkenthetjük, ha az adatbevitelhez szükséges "manuális" tevékenységet redukáljuk. Ezt a célt szolgálja az adatbeviteli program.

Mivel a program viszonylag egyszerü és rövig, a HP számitógép programozási technikájába való bepillantás kedvéért közöljük a programlistát (a továbbiakban ettől eltekintünk):

Reg.	Char.	Pr. lépés	Reg.	Char.	Pr. lépés	Reg.	Char.	Pr. lépés
0	0	CLEAR	1	0	↑	2	0	a
	1	2		1	f		1	if x<y
	2	4		2	+		2	2
	3	8		3	STOP		3	7
	4	STOP		4	↑		4	GO TO
	5	x→( )		5	f		5	0
	6	a		6	FMT		6	a
	7	↓		7	y→( )		7	a
	8	x→( )		8	0		8	↑
	9	f		9	↑		9	↑
	a	0		a	1		a	PRINT
	b	↑		b	acc+		b	END
	c	↑		c	f			
	d	b		d	↑			

A program blokksémája a 2.a ábrán látható. A blokksémában alkalmazott jelölések jelentése a következő:

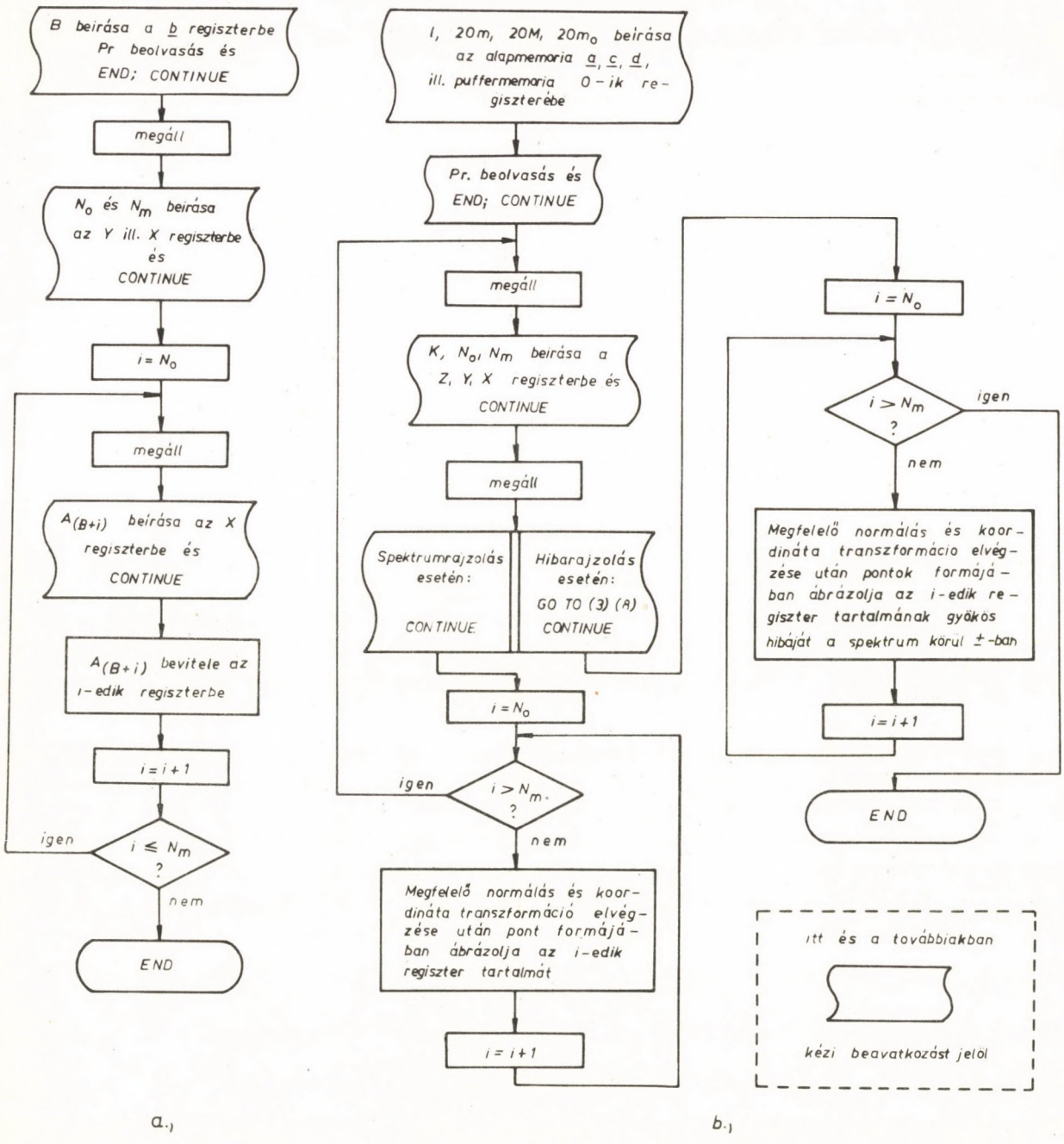
N_o = a kezdő regiszter cime $(0 \leq N_o \leq 247)$

N_m = az utolsó regiszter cime $(N_o \leq N_m \leq 247)$

i = a soron következő regiszter cime $(N_o \leq i \leq N_m)$

B = az alapmemória b regiszterébe irandó konstans (ha az adatszalag adatainak beolvasását nem az első adattól kezdjük). A B+i összeg a következő adat sorszámaként (ℓ) megjelenik a display-n.

$A_{(B+i)}$ = az i-edik regiszterbe beolvasandó adat.



2. ábra

Az adatbeviteli (a) és spektrumrajzoló program (b) blokk-vázlata.

SPEKTRUMRAJZOLÓ PROGRAM

Programösszefoglaló:

Katalógusszám: 18/A
Azonositó szám: 246 (az első megállás után az X regiszterben jelenik meg)
Számitógép: HP-9100A a hozzá csatlakozó X-Y recorderrel
Memóriaigény: alap- és puffermemória

A program részletes leirása

A program különböző spektrumok és más, a független változó egyenlő lépésközü értékeihez tartozó mérési adatok kirajzolására alkalmas. Függőleges és vizszintes irányban a lépték[1] és az origó helye tetszőlegesen megválasztható. A kivánt ábra tehát a HP plotterének 250x380 mm-es rajzfelületén bárhol elkészithető. A kirajzolandó értékeket az adatbeviteli programmal vihetjük be a puffermemóriába. Egy ilyen adatbeviteli - rajzolási munkaciklus alatt maximálisan 246 adat rajzolható ki. A program segitségével ábrázolhatók a csatornatartalmakkal együtt azok egyszeres gyökös hibái, ponthármasok, illetve az alsó és felső hibahatárt összekötő szakaszok[2] formájában. Amennyiben a hibarajzoláshoz nem ragaszkodunk, lehetőség van a spektrumok folytonos vonallal való kirajzolására is.[3] (A 3. ábra egy spektrumrészlet ábrázolásának különböző lehetőségeit illusztrálja.)

A program elinditása előtt a következő adatok bevitele szükséges

l = az origó x koordinátája mm-ben (l→"a" regiszterbe)

m_o = az origó y koordinátája mm-ben ($20 \cdot m_o$→puffermemória 0. regiszterébe)

M = a rajzolási tartomány felső határa y irányban mm-ben (20·M→"d" regiszterbe)

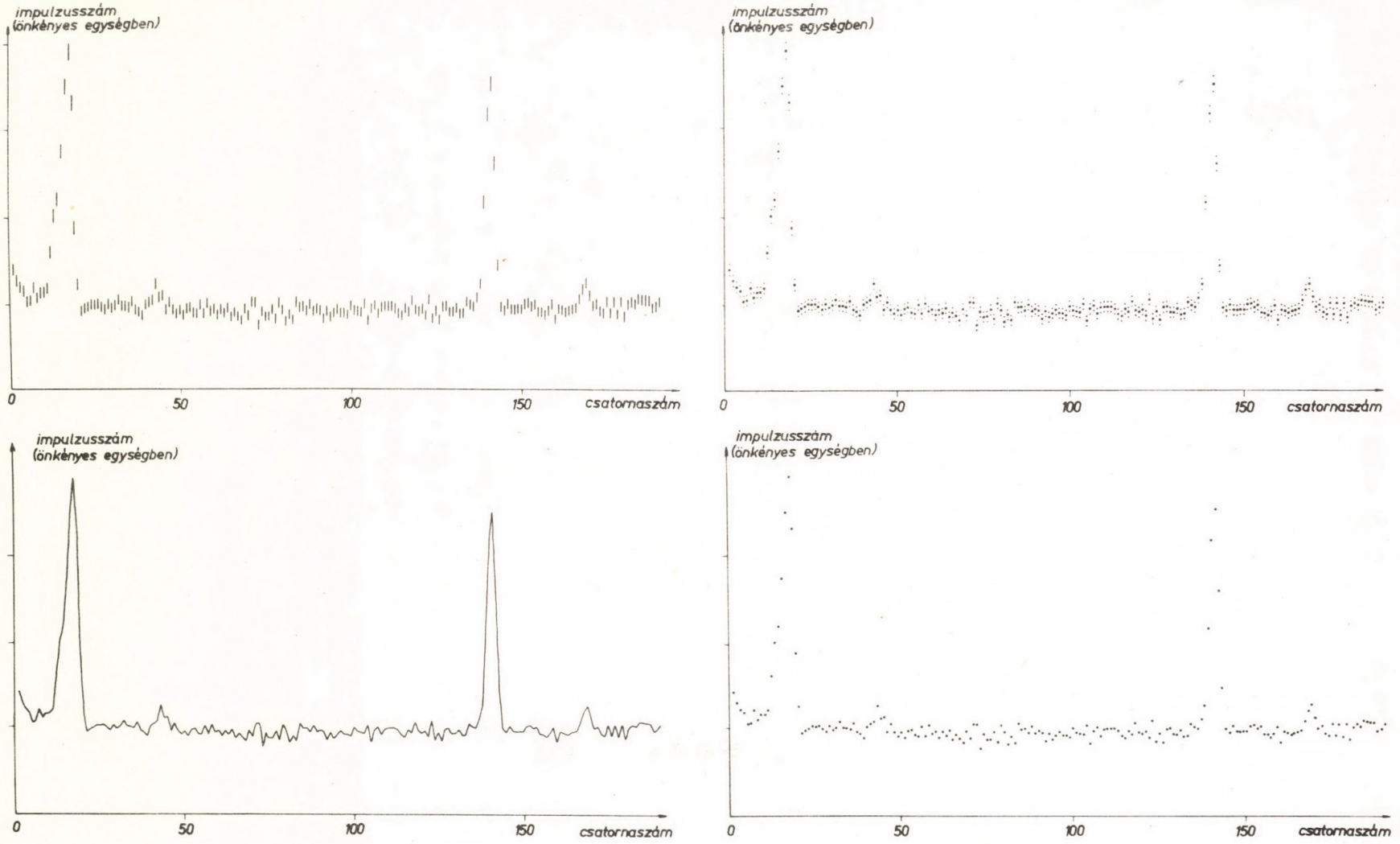
m = a rajzolási tartomány alsó határa y irányban mm-ben (20·m→"c" regiszterbe)

A m és M birtokában a program automatikusan védi a plottert attól hogy tul nagy pozitiv vagy negativ érték rajzolása esetén a toll kifusson a megengedett rajzfelületről.

1) A vizszintes léptékváltoztatás a program minimális módositásával érhető el.

2) Két programlépés megváltoztatásával érhető el.

3) Két programlépést kell mindössze megváltoztatni.



3. ábra

Spektrum ábrázolásának különböző lehetőségei.

A program blokksémáját a 2.b ábra szemlélteti. A blokksémában a következő jelöléseket használjuk:

K = Függőleges (y) irányu normálási faktor, mely az 1 mm függőleges kitérésnek megfelelő ordináta érték huszadrésze.

N_o és N_m = Azon két regiszter sorszáma, melynek tartalma egy adott lépték esetén elsőnek, illetve utolsónak kerül kirajzolásra. ($1 \leq N_o$; $N_m \leq 246$)

i = a soron következő regiszter cime.

POLINOMILLESZTŐ PROGRAM

A program a mérési pontokra sulyozott legkisebb négyzetek módszerével polinómot illeszt. A sulyok a mért értékek szórásnégyzeteinek reciprokai. A polinom együtthatóira vonatkozó egyenletrendszert a

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{n} \frac{1}{\sigma_i^2}[y_i - y(x_i)] = \min \qquad (1)$$

feltételből nyerjük, ahol y_i = a független változó x_i értékéhez tartozó mérési adat, σ_i =az y_i mért érték szórása, $y(x_i)$ =az illesztett $y(x_i) = \sum_{j=0}^{k} a_j x^j$ polinom x_i-ben felvett értéke, n pedig a mérési pontok száma.

Mivel a program maximálisan másodfoku polinom illesztésére alkalmas, a továbbiakban csak az első- illetve másodfoku polinomillesztésre vonatkozó összefüggéseket közöljük.

Az

$$y(x) = a_o + a_1 x + a_2 x^2 \qquad (2)$$

polinom esetében az (1) feltétel a következő egyenletrendszerre vezet:

$$\begin{aligned} a_o X_o + a_1 X_1 + a_2 X_2 &= Y_1 \\ a_o X_1 + a_1 X_2 + a_2 X_3 &= Y_2 \\ a_o X_2 + a_1 X_3 + a_2 X_4 &= Y_3 \end{aligned} \qquad (3)$$

ahol

$$X_{k-1} = \sum_{i=1}^{n} \frac{x_i^{k-1}}{\sigma_i^2} \qquad (k = 1, 2, 3, 4, 5)$$

és

$$Y_k = \sum_{i=1}^{n} \frac{y_i x_i^{k-1}}{\sigma_i^2} \qquad (k = 1, 2, 3).$$

A (3) egyenletrendszer megoldása:

$$a_j = \sum_{k=1}^{3} \frac{Y_k \cdot A_{j+1,k}}{D} \qquad (j = 0, 1, 2),$$

ahol

$$A_{11} = X_2X_4 - X_3^2,$$
$$A_{22} = X_oX_4 - X_2^2,$$
$$A_{33} = X_oX_2 - X_1^2,$$
$$A_{12} = A_{21} = X_2X_3 - X_1X_4$$
$$A_{13} = A_{31} = X_1X_3 - X_2^2$$
$$A_{23} = A_{32} = X_1X_2 - X_oX_3$$

D pedig a (3) egyenletrendszer determinánsa.

Az elsőfoku polinomillesztés összefüggései a másodfoku illesztés formuláiból speciális esetként kaphatók. Ez esetben

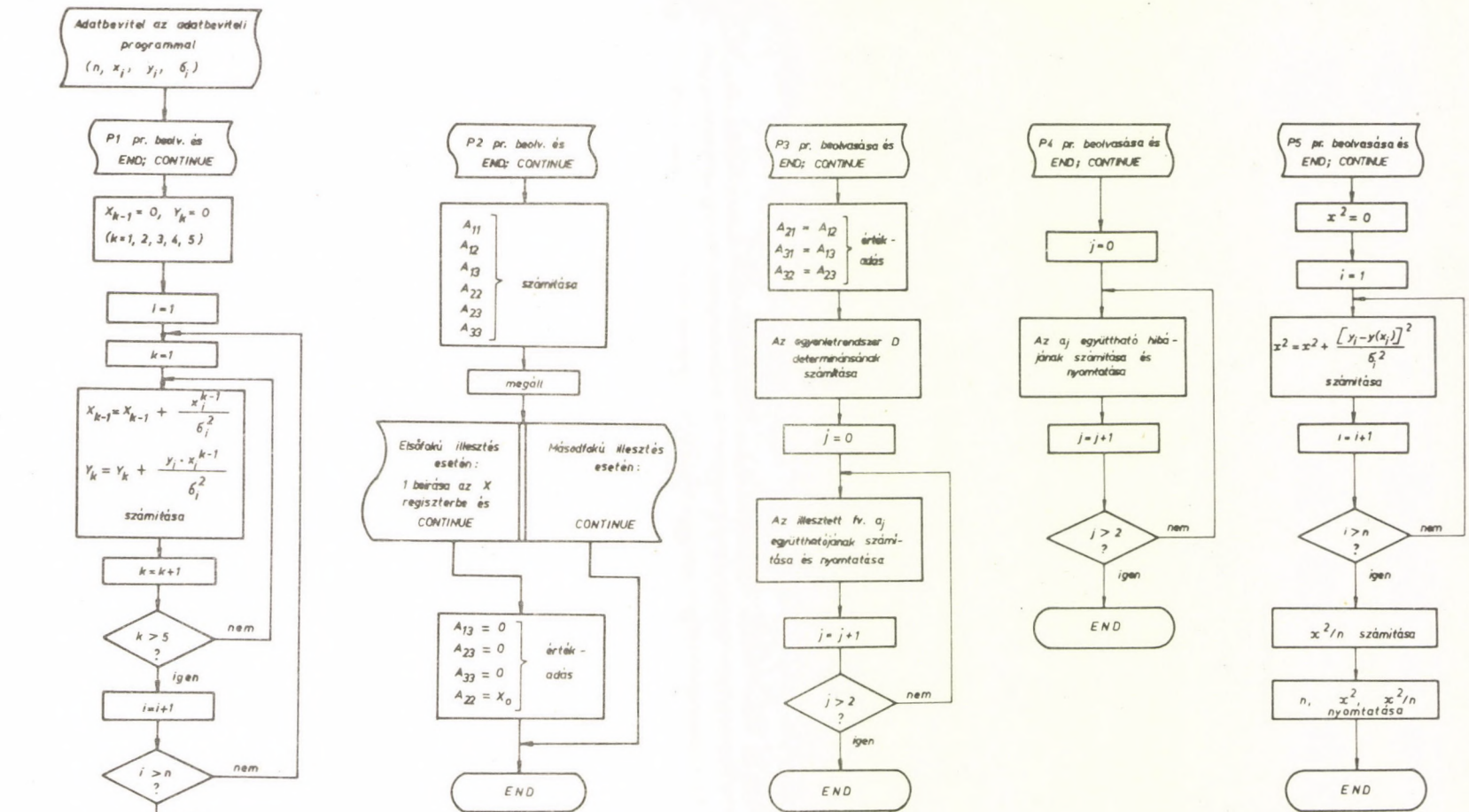
$$X_3 = Y_3 = A_{13} = A_{23} = A_{33} = 0,$$
$$X_4 = 1 \text{ és}$$
$$A_{22} = X_o.$$

Az a_j együtthatók hibájának a következő Δa_j értéket tekintjük:

$$\Delta a_j = \left[\sum_{i=1}^{n} \left(\frac{\partial a_j}{\partial y_i} \cdot \sigma_i \right)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \qquad (j = 0, 1, 2).$$

Az illesztőprogram részletes leirása

A programmal első- vagy másodfoku polinom illeszthető - maximálisan 75 mérési pontra - a sulyozott legkisebb négyzetek módszerével. A számolás eredményeként az illesztett polinom együtthatóit,



4. ábra

A polinomillesztő program blokkvázlata.

azok hibáját, valamint az illesztés jóságára jellemző χ^2 illetve χ^2/n értéket kapjuk meg.

A feldolgozandó adatokat az adatbeviteli program segitségével a puffermemóriába kell bevinni a következő módon:

regisztercim: 0; 1...20; 21...20+n; 21+n...20+2n; 21+2n...20+3n;

tartalom: n; üresen hagyni; $x_1 \ldots x_n$; $y_1 \ldots y_n$; $\sigma_1 \ldots \sigma_n$;

Maga az illesztőprogram hosszu és nem fér el az alapmemóriában. Ezért öt részprogramra bontottuk fel: P1, P2, P3, P4 és P5. A részprogramokat külön be kell olvasni és futtatni. A futtatási sorrend a következő: adatbeviteli program → P1→P2→P3→P4→P5. Elsőfoku polinom illesztése esetén a fokszámot külön közölni kell a P1 és P2 részprogrammal. A program blokksémáját a 4. ábrán mutatjuk be.

Programösszefoglaló:

Katalógusszámok: P1 : 20/A
P2 : 20/B
P3 : 19/A
P4 : 19/B
P5 : 18/B

Azonositó számok: minden részprogram lefutása után a sorszámuknak megfelelő szám jelenik meg az X, Y és Z regiszterben.

Számitógép: HP-9100A

Memóriaigény: alap- és puffermemória.

IRODALOM

[1] Hewlett-Packard Calculator (9100A) Operating and Programming,

[2] Hewlett-Packard Calculator Extended Memory. Operating Manual.

[3] Hewlett-Packard Calculator Plotter. Operating Manual.

[4] Hewlett-Packard Calculator Printer (9120A) Operating Manual.

[5] Hewlett-Packard Marked Card Reader (9160A) Operating Manual.

[6] Hewlett-Packard Calculator (9100A) Program Library.

[7] Hewlett-Packard Calculator Extended Memory 9101A . Program Library.

[8] Hewlett-Packard X-Y Plotter 9125A , Programs.

Az ATOMKI KÖZLEMÉNYEK évenként több számban jelenik meg. Tudományos intézeteknek cserepéldányképpen vagy kérésükre dijtalanul megküldjük, kötelezettség nélkül. Magánszemélyeknek esetenkénti kérésére 1-1 számot vagy különlenyomatot szivesen küldünk. Ilyen irányu kéréseket az intézet könyvtárszolgálatához kell irányitani. /ATOMKI, 4001 Debrecen, Postafiók: 51./

Szerkesztő Bizottság: Szalay Sándor elnök, Gyarmati Borbála titkár, Berényi Dénes, Csikai Gyula, Medveczky László.

Kiadja a
Magyar Tudományos Akadémia
Atommag Kutató Intézete
D e b r e c e n

A kiadásért és szerkesztésért felelős
Szalay Sándor az Intézet igazgatója

Példányszám: 700

1974/3

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

ATOMKI

СООБЩЕНИЯ

ТОМ 16 №3

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ стр.

Е. Колтаи, Ш. Салаи, Новая лаборатория электростатического ускорителя в ATOMKI 181

Г. Хок, Универсальное фермиевское взаимодействие 193

Г. Хок, Модель независимых частиц и применение к 1p и (2s,1d) оболочкам 207

Е. Шоморяи, (α,γ) реакции на лёгких ядрах 243

ПО МАСТЕРСКИМ И ЛАБОРАТОРИЯМ

З. Шамшони, Т. Лакатош, Электроническое полуавтоматическое управляющее устройство для эмиссионного спектрографа 261

Г. Секей, Г. Асталош, Расчет зарплат на малогабаритной ЭВМ 267

П. Ковач, И. Ураи, Обработка экспериментальных данных с помощью ЭВМ типа "Hewlett-Packard 9100A" 277

ATOMKI

BULLETIN

Volume 16 Number 3

CONTENTS

SCIENTIFIC PAPERS Page

E. Koltay, A. Szalay, Introductory description of the new electrostatic accelerator laboratory of the ATOMKI 181

G. Hock, Universal Fermi interaction 193

G. Hock, The individual-particle model and application to the 1p and (2s,1d) shells 207

E. Somorjai, (α,γ) reactions on light nuclei (Review) 243

FROM OUR WORKSHOP AND LABORATORY

Z. Sámsoni, T. Lakatos, Electronic halfautomatic servoequipment for emission spectrograph 261

G. Székely, Gy. Asztalos, Wage accounting with small computer 267

P. Kovács, I. Uray, Data processing using a "Hewlett-Packard 9100A" calculator 277

310.565

ATOMKI

KÖZLEMÉNYEK

16. kötet 4. szám

MTA
ATOMMAG KUTATÓ INTÉZETE
DEBRECEN
1974.

2

539 HU ISSN 0004-7155

ATOMKI

KÖZLEMÉNYEK

16. kötet 4 szám

TARTALOMJEGYZÉK

TUDOMÁNYOS KÖZLEMÉNYEK Oldal

Hunyadi I., G.M. Osetinsky és Schlenk B., A $^{15}N(^{3}He,\alpha)^{14}N$ magreakció vizsgálata az $E_{^{3}He}$=2-4 MeV energia tartományban. 289

Cseh J., Gyarmati B., A nem kötött állapotra vezető stripping reakciók leirására leggyakrabban használt módszerek összehasonlitása modellszámitásban. 299

Medveczky L., és G.M. Hassib, A cellulóznitrát film uj jellemzői neutronok magmeglökéses nyomdetektálásában. 315

Tárkányi F., Novák D., Füle K., Szupravezető mágneses rendszer magspektroszkópiai célokra. 325

Józsa I., Pető G., Csikai Gy. és K.D. Vinh Long, A Pu-Be, Po-Be és a Cf^{252} laboratóriumi neutronforrások alkalmazási lehetősége aktivációs analizisben. 339

Bődy Z.T., Hasadási spektrumra átlagolt (n,2n) keresztmetszetek számitása. 351

Székely G., Megjegyzés az "ALGAMMA, Ge(Li) spektrométerrel mért γ-spektrum kiértékelő program" /G. Székely, ATOMKI Közl. 15. 259-272 (1973)/ c. cikkhez. 355

Székely G. és Vertse T., Az ATOMKI Programkönyvtár és használata. 361

Balogh K., A kálium-argon földtani kormeghatározási módszer alkalmazási lehetőségei és korlátai. (Összefoglaló közlemény) 373

Vertse T., Magfizikai programnyilvántartás 389

ATOMKI Közlemények 16/4 (1974) 289-297.

INVESTIGATION OF THE REACTION $^{15}N/^{3}He, \alpha/^{14}N$ IN THE ENERGY RANGE $E_{^{3}He}$=2-4 MeV

I. HUNYADI, G. M. OSETINSKY* and B. SCHLENK
ATOMKI H-4001, Debrecen, Pf. 51. Hungary

Angular distributions of the α_0, α_1 and α_2 groups from the reaction $^{15}N(^{3}He,\alpha)^{14}N$ have been measured in the bombarding energy range 2-4 MeV using solid state track detectors. The angular distributions of α_0, α_1 and α_2 groups have been observed at 18 and 13 different bombarding energies, respectively. The integrated cross-sections of the groups investigated are also presented. From the analyses of the experimental data it was concluded that in the α_0 channel above 2,5 MeV both compound and direct reaction processes are present, but with the increase of the bombarding energy the contribution of direct interaction increases. In the α_1 and α_2 channels the compound nucleus formation dominates in the energy range investigated.

ИССЛЕДРВАНИЕ ЯДЕРНОЙ РЕАКЦИИ $^{15}N(^{3}He,\alpha)^{14}N$ В РАЙОНЕ ЭНЕРГИИ $E_{^{3}He}$=2-4 МЕВ.
Использованием диэлектрических детекторов измерялись угловые распределения гпупп частиц α_0, α_1 и α_2 из реакции $^{15}N(^{3}He,\alpha)^{14}N$ при 18 и 13 значениях энергии бомбардирующих частиц и диапазоне 2-4 МэВ. Интегральные сечения исследованных групп также определились. Из экспериментальных данных можно делать вывод о том, что в канале α_0 при энергиях выше 2,5 МэВ в месте с вкладом образования составного ядра появляется вклад прямого процесса, который с повышением энергии становится более значительным. В каналах α_1 и α_2 при исследованных энергиях механизм образования составного ядра играет преобладающую роль.

A $^{15}N(^{3}He,\alpha)^{14}N$ MAGREAKCIÓ VIZSGÁLATA AZ $E_{^{3}He}$=2-4 MEV ENERGIA TARTOMÁNYBAN.
Szilárdtest nyomdetektor technika alkalmazásával meghatároztuk a $^{15}N(^{3}He,\alpha)^{14}N$ magreakció α_0, α_1 és α_2 csoportjainak szögeloszlásait 18, illetve 13 különböző energiánál a 2-4 MeV bombázó energia tartományban. Megadjuk a vizs-

* Joint Institute for Nuclear Research. Dubna.

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA KÖNYVTÁRA

gált csoportok integrált hatáskeresztmetszeteit is. A kísérleti adatokból az a következtetés vonható le, hogy az α_0 csatornában 2,5 MeV bombázó energia felett a közbenső mag képződés járuléka mellett direkt folyamat járuléka is fellép, amely a bombázó energia növelésével egyre jelentősebbé válik. Az α_1 és α_2 csatornákban a vizsgált energiáknál a közbenső mag képződés mechanizmusa játszik meghatározó szerepet.

Introduction

The previous studies of the $^{15}N(^3He,\alpha)^{14}N$ reaction in the range of low bombarding energies can be summarised briefly as follows. D. D. Clayton has investigated the level scheme of the ^{14}N nucleus in the range of excitation 4-8 MeV by measuring the alpha particle spectrum from the reaction $^{15}N(^3He,\alpha)^{14}N$ with the aid of a magnetic spectrometer. [1]. At $E_{^3He}$=2,76 MeV bombarding energy angular distributions of three alpha particle groups were also measured and from this data qualitative conclusions concerning the reaction mechanism were deduced. W. Bohne et al. have studied the angular distributions of different alpha groups of this reaction at an incident energy 11 MeV [2]. The experimental data could be described on the basis of the DWBA model and spectroscopic factors of 13 final states were extracted. Recently G. M. Osetinsky et al. have measured the excitation function of the first five most energetic alpha groups and the angular distributions of the α_0 and α_1 groups of the reaction $^{15}N(^3He,\alpha)^{14}N$ in the bombarding energy range 1,98-4,2 MeV [3]. An attempt was made to describe the experimental angular distributions on the basis of the DWBA model taking into consideration also the compound nuclear contribution calculated by the Hauser-Feshbach theory.

In the present work we have used plastic track detector technique elaborated in our laboratories[4][5][6]to study the angular distributions of α_0, α_1 and α_2 groups originated from the reaction $^{15}N(^3He,\alpha)^{14}N$. For the choice of this technique accounts its significant advantage that a complete angular distribution can be measured by a single irradiation. The experimental data obtained in this work can be regarded as a completion of the angular distribution measurements of G. M. Osetinsky et al. with a different measuring technique.

Experimental procedure

The plastic track detector films were irradiated in the Neutron Physical Laboratory of the Joint Institute for Nuclear Research, Dubna. The beam of ^3He ions accelerated by a 5 MeV Van de Graaff

generator was magnetically analysed and focused onto the gas target placed in the center of the reaction chamber. The "point-like" gas cell encircled by an 1 mg/cm^2 thick Ni foil was filled with nitrogen gas enriched to 98,5 % in ^{15}N. The gas pressure in the cell was 40 mmHg. A Faraday cup connected to a current integrator served as a beam monitor. The uncertainty in the energy determination of the ^3He beam in the center of the target was about 30 keV, while the energy spread due to the Ni window was less than 40 keV.

The gas used in the target cell had about 0,5 % ^{14}N content. The energies of the α_0, α_1 and $\alpha_2+\alpha_3$ groups of the $^{14}N(^3He,\alpha)^{13}N$ reaction differ only slightly from those of the α_0, α_1 and α_2 groups of the $^{15}N(^3He,\alpha)^{14}N$ reaction. The plastic track detector technique used in this experiment did not make possible to separate the contribution of α groups due to the ^{14}N contamination from the α groups of the measured reaction. This inseparable contribution resulted a 2 % increase in the error of the angular distribution measurement.

Two cellulose acetate (T-cellit) films, 40 μm and 100 μm thick, put closely onto each other were fixed on the outer side of the curved wall of a metal cylindrical holder of diameter 75 mm. The gas cell was placed at the center of this cylindrical holder. The plastic detectors covered the angular range 15°-165°. The emitted alpha particles passing through circular openings of 4,5 mm in diameter drilled at every 15° on the metal holder entered perpendiculary in the plastic films. Using suitable Al-degrading foils of different thickness on the inner side of the cylindrical holder at the positions of the circular openings it could be achieved that the α_2 and α_1 groups stopped in the 40 μm thick film, while the α_0 group passed through it and stopped in the 100 μm film put closely behind. At the same time the energy dependence of the emitted alpha groups on laboratory angles was also eliminated to an extent, that the energy of the α_2 group was the same within an accuracy of ±0,1 MeV in the angular range investigated. As a result of this equalization the tracks of particles of the same alpha group appeared at once on the surface of the detector independently of the laboratory angle after etching the irradiated detectors in the track revealing solution suitable for T-Cellit [4]. The tracks belonging to the α_1 and α_2 groups appeared on the back surface of the 40 μm thick film in succession. The front side of this detector was mechanically screened from the etching solution. The 100 μm thick film was etched on both sides and the tracks of the α_0 group appeared on the frontal surface of the detector. Due to the relatively large difference in the ranges of the α_0, α_1 and α_2 groups it was easy to distinguish one group from the other on the basis of the difference in their appearance time and track diameter. The relative yields were obtained by simple scanning the irradiated areas using an optical microscope of 400 magnification.

Further details regarding the irradiation and evaluation of the plastic track detectors can be find in previous papers. [4], [6].

Results and discussions

The experimentally measured angular distributions have been analysed in terms of Legendre polynomials by the method of least squares. The analysis of a given angular distribution was carried out up to P_ℓ needed for the best fit in accordance with the experimental errors. The resulting curves are shown in Figures 1, 2 and 3 representing the angular distributions of the α_0, α_1 and α_2 groups in three dimensional form.

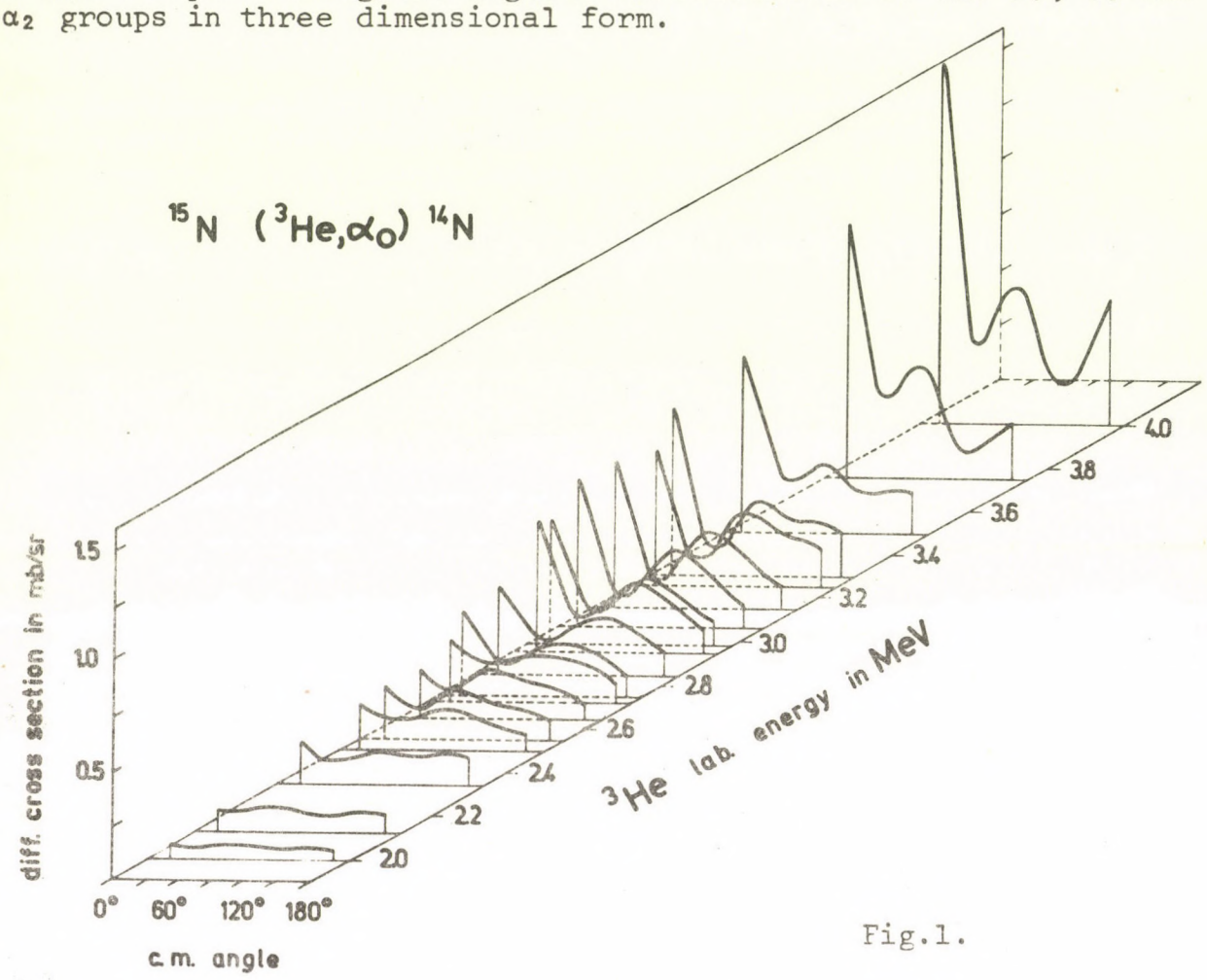


Fig.1.

The angular distribution of the α_0 group. The solid lines represent the least square fits of the experimental points to a series of Legendre polinomials.

Угловые распределения группы α_0. Сплошные кривые обозначают полиномы Лежандра приложенные к экспериментальным данным по методе наименьших квадратов.

Az α_0 csoport szögeloszlásai. A folytonos vonalak a kisérleti pontokhoz a legkisebb négyzetek módszerével illesztett Legendre polinómokat jelölik.

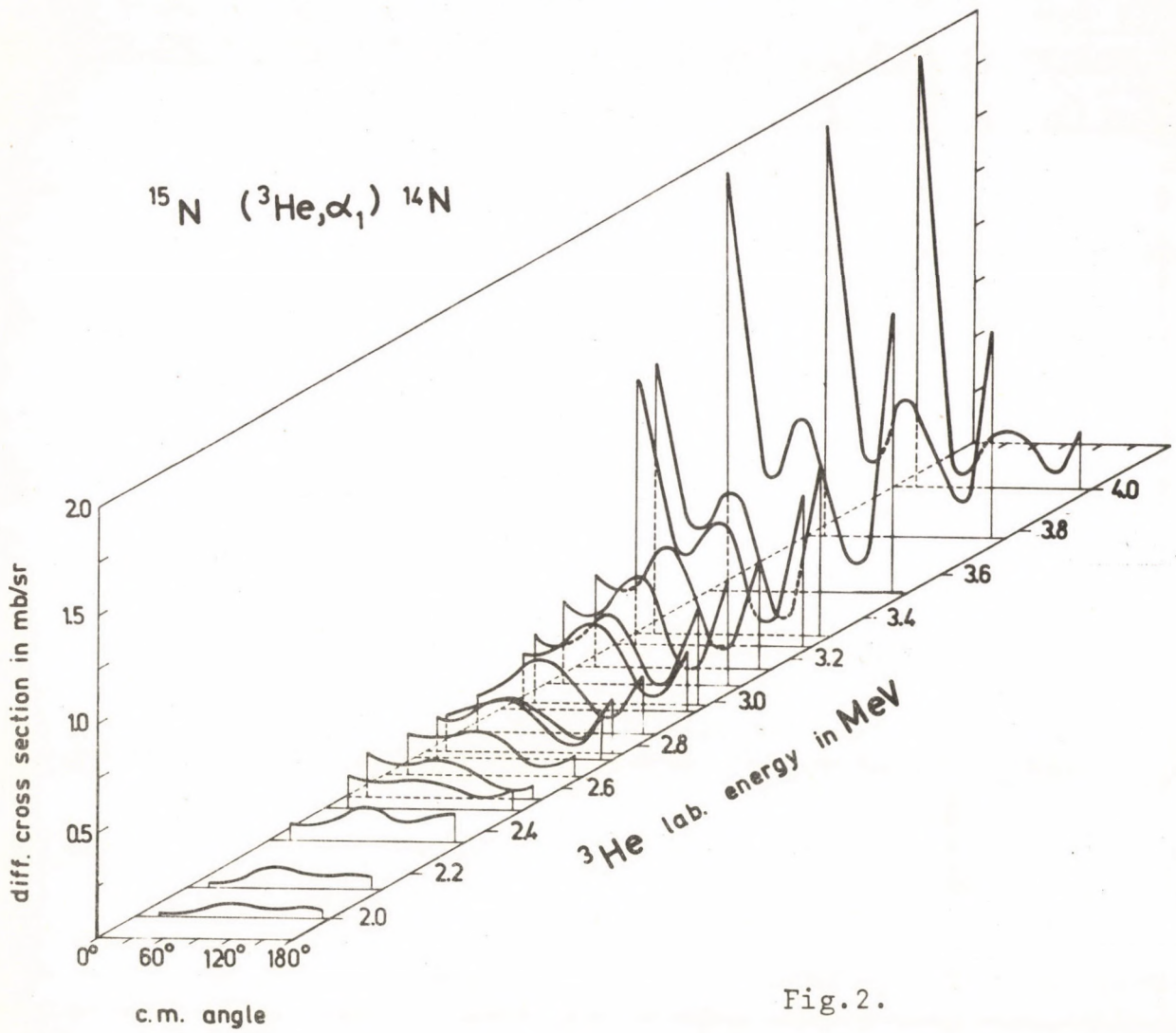


Fig.2.

The angular distributions of the α_1 group. The solid lines have the same meaning as in Fig.1.

Угловые распределения группы α_1. Значение сплошных кривых соответсвует рис.1.

Az α_1 csoport szögeloszlásai. A folytonos vonalak jelentése az 1. ábrán látható.

The relative error of the angular distributions is less than 6 % for all the three groups. This error involves the statistical error, the uncertainty in the scanning and the error originated from the contribution of the $^{14}N(^{3}He,\alpha)^{13}N$ background reaction. The absolute values of the differential cross-section were determined by normalization to the absolute excitation function measured at $\Theta_{lab}=90°$ by G. M. Osetinsky et al. with an accuracy of 5 %.

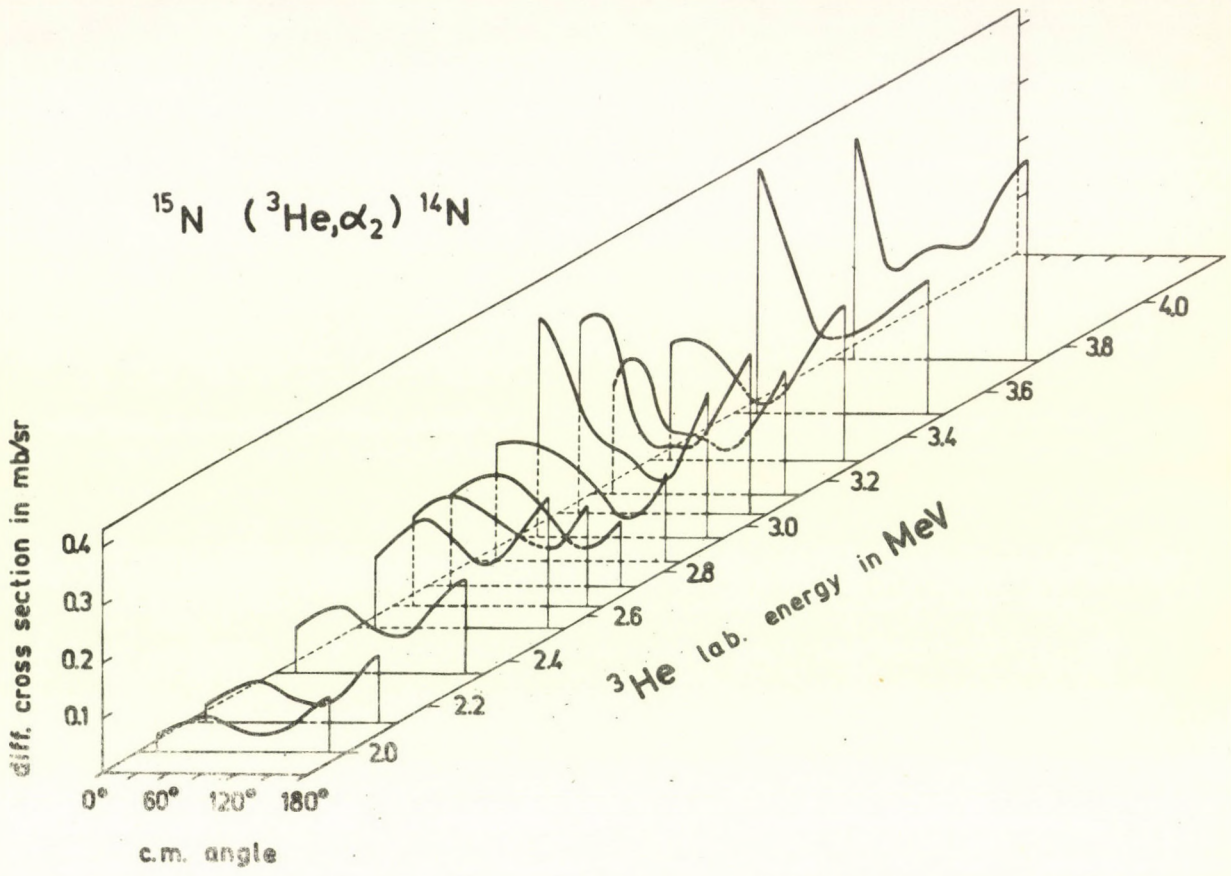


Fig. 3.

The angular distributions of the α_2 group. The solid lines have the same meaning as in Fig.1.

Угловые распределения группы α_2. Значение сплошных кривых соотвесвует рис. 1.

Az α_2 csoport szögeloszlásai. A folytonos vonalak jelentése az 1. ábrán látható.

Figure 4. shows the integrated cross-sections ($\sigma_{tot} = 4\pi A_0$) of the α groups investigated as a function of the bombarding energy. The indicated error is about 9 % and represents the error originated from the uncertainty of the angular distribution measurements and normalization.

On the basis of the experimental results shown in the Figures the following conclusions can be drawn.

In the energy range 2,0-2,5 MeV the angular distributions of the α_0 group are nearly isotropic. With the increase of the bombarding

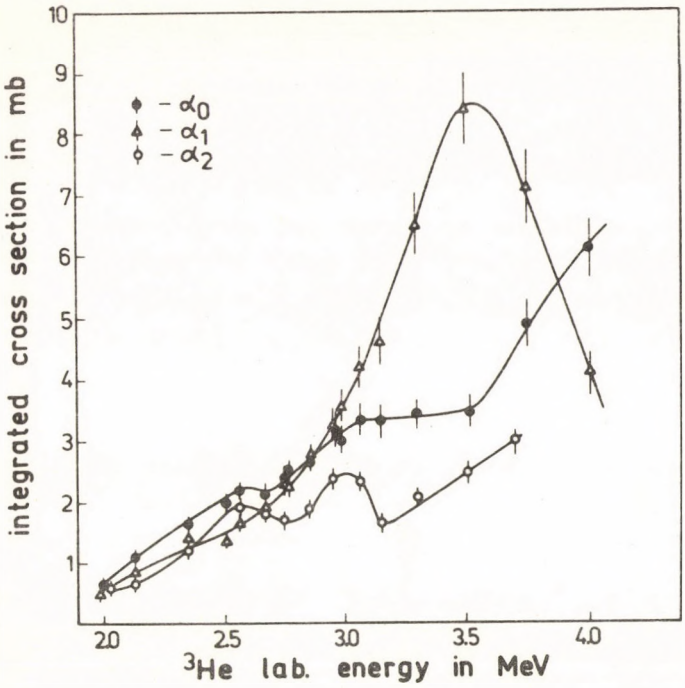


Fig.4.

The energy dependence of the total cross-sections of the α_0, α_1 and α_2 groups derived by integration of the angular distributions shown in Fig. 1., 2. and 3.

Зависимость от энернии полных сечений групп α_0, α_1 и α_2. Определение полных сечений проводилось интенрированием угловых распределений показанных на рисунках 1., 2. и 3.

Az α_0, α_1 és α_2 csoportok totális hatáskeresztmetszetének energia függése. A totális hatáskeresztmetszetek meghatározása az 1., 2. és 3. ábrákon bemutatott szögeloszlások integrálása révén történt.

energy the feature of the angular distributions changes and a more and more strong maximum can be observed at forward angles which is characteristic of the direct reaction mechanism. At bombarding energies higher than 2,5 MeV G. M. Osetinsky achieved an approximately good fit to the experimental data for angles less than 30° by DWBA calculations taking into account also the compound nuclear contribution [3]. These calculations reproduced well at 5° the energy dependence of the differential cross-section and the extracted spectroscopic factor was in agreement with the results obtained at higher energies and from other single nucleon transfer reaction on ^{15}N [2]. Therefore it may be concluded that in the reaction mechanism of the α_0 group above 2,5 MeV the compound nucleus formation simultaneously takes place with the single neutron pick-up process and with the increase of the bombarding energy the direct interaction becomes more and more predominant.

The angular distributions of the α_1 group shown in Figure 2. change in the function of the bombarding energy, and above 3 MeV the yields at small and large angles considerably increase. DWBA and Hauser-Feshbach calculations carried out by G. M. Osetinsky et al. completely failed to describe the angular distributions of this group. From the energy dependence of the integrated cross-section and from that of the Legendre coefficients a strong resonance-like maximum of about 600 keV width can be stated at $E_{^3He} \simeq 3{,}5$ MeV. The nature of this resonance is not cleared up as yet, it can be also resulted from the interference effect of overlapping compound levels in ^{18}F. It can be noted that in the investigated excitation energy range (15,8-17,5 MeV) of ^{18}F compound nucleus the mean level spacing is estimated to be several 10 keV while the mean level width some 100 keV.[3],[7]. In the knowledge of the initial and final spins and considering the rules of angular momentum coupling as well as the parity and isospin conservation, one can assume that for partial wawes $l \leq 3$ the $J=0^+$, 1^-, 2^+, 3^- and 4^+; $T=1$ compound levels of ^{18}F participate mainly in the process leaving the nucleus ^{14}N in its first excited state. ($J^\Pi=0^+$, $T=1$, $E_{exc}=2{,}31$ MeV) From the detailed studies of $^{16}O(d,\alpha_1)^{14}N^*$ and $^{14}N(\alpha,\alpha_1)^{14}N^*$ isospin forbidden reactions it is also known that in the α_1 excitation functions of both reaction many resonances are present even at these excitation energies, this implies ^{18}F states with the isospin impurities of 10-25 %. [9], [10], [11]. The experimental results therefore suggest that compound nucleus formation dominates in the α_1 channel.

The shape of angular distributions of the α_2 group displays essential and random changes with the bombarding energy. Resonance-like structure with the width of several 100 keV can be observed in the integrated cross-section as well as in the Legendre coefficients in the function of the ^3He energy. The angular distribution of the α_2 group averaged over the energy range investigated is nearly symmetrical, but the minimum is shifted to about 100°. A computer programme written by D. Wilmore was used to calculate the compound nuclear cross-section by the Hauser-Feshbach theory. This calculation, however, could not reproduce well the averaged angular distribution. Two circumstances can account for this unsatisfactory fit. On the one hand, in the experiment the extent of the energy range was to small for correct statistical evaluation. On the other hand, in the calculations we were able to take into account only a third part of the about 100 opened reaction channels.

As a summary, it can be stated that our study of the $^{15}N(^3He,\alpha)^{14}N$ reaction using plastic track detectors has confirmed the results obtained by G. M. Osetinsky et al. and, at the same time, it has yielded new experimental data. The angular distributions of the α_0 and α_1 groups measured at 18 different bombarding energies agreed fairly well with those measured by G. M. Osetinsky et al., in those cases when the bombarding energy has coincided in both experiments. In addition the extension of the α_1 angular distribution measurements up to 165° as well as the angular distributions of the α_2 group at 13 different

energies in the range 2-4 MeV can be considered as new experimental results.

The authors gratefully acknowledge discussions with Drs. B. Gyarmati, Gy. Somogyi and L. Végh, and also wish to thank Dr. T. Vertse for making available the Hauser-Feshbach program, and Drs. B. Fryszczyn and J. Tőke for their participation in performing the irradiations.

References

[1] D. D. Clayton, Phys. Rev., 128, (1962) 2254.

[2] W. Bohne, H. Homeyer, H. Lettau, H. Morgenstern, J. Scheer and F. Sichelschmidt, Nucl. Phys., A154, (1970) 105.

[3] Г. М. Осетинский, Я. Тынэ, Б. Фрыщин, Препринт ОИЯИ, Дубна. P15-7515 (1973)

[4] G. Somogyi, B. Schlenk, M. Várnagy, L. Meskó and A. Valek, Nucl. Instr. Methods, 63, (1968) 189.

[5] L. Meskó, B. Schlenk, G. Somogyi and A. Valek, Nucl. Phys. A130, (1969) 449.

[6] I. Hunyadi, B. Schlenk, G. Somogyi and D. S. Srivastava, Acta Phys. Hung. 30, (1971) 73.

[7] F. Ajzenberg-Selove, Energy levels of light nuclei A=18-20 Nucl. Phys. A190, (1972) No.1.

[8] D. Wilmore, A computer programme for the calculation of compound nuclear cross-sections by the Hauser-Feshbach theory. AERE-R5053 (1966)

[9] J. Jobst, S. Messelt and H. T. Richards, Phys. Rev., 178, (1969) 1663.

[10] P. L. Jolivette, Bull. Am. Phys. Soc. 15, (1970) 1686.

[11] P. B. Tollefsrud and P. L. Jolivette, Phys. Rev. C1, (1970) 398.

ATOMKI Közlemények 16/4 (1974) 299-314.

A NEM-KÖTÖTT ÁLLAPOTRA VEZETŐ STRIPPING REAKCIÓK LEÍRÁSÁRA LEGGYAKRABBAN HASZNÁLT MÓDSZEREK ÖSSZEHASONLÍTÁSA MODELLSZÁMÍTÁSBAN

CSEH JÓZSEF, GYARMATI BORBÁLA

ATOMKI H-4001, Debrecen, Pf. 51. Hungary

A stripping hatáskeresztmetszet rezonanciától származó járulékát általában a DWBA keretein belül, formafaktorként szórási hullámfüggvényt vagy Gamow-függvényt használva számitják, a konvergencia gyorsitására, illetve a divergens integrál regularizálására különböző matematikai és numerikus eljárásokat alkalmazva. Egy olyan modellben, amelyben az integrálok egzaktul megadhatók (síkhullám+négyszögvölgy) kiszámitottuk a hatáskeresztmetszetet a fenti eljárások egy-egy képviselőjével, valamint a DWBA keresztmetszet egy Berggrentől származó általánositását használva. Eredményül az adódott, hogy ha a rezonancia jó közelitéssel Lorentz-alaku, a különböző módszerek igen közeleső eredményeket szolgáltatnak, de ha a rezonancia jelentős háttéren ül, az eredmények eltérnek egymástól (példánkban mintegy 25 %-kal).

COMPARISON OF THE MOST OFTEN USED METHODS FOR THE DESCRIPTION OF STRIPPING TO UNBOUND STATE IN A MODEL CALCULATION. The contribution of a resonance to the stripping cross-section is generally computed in the frame-work of the DWBA. As formfactor either scattering wavefunction or Gamow function is used, and various mathematical and numerical procedures are adapted in order to speed up the slow convergence of the radial integral or to regularize the divergent integral. In a model in which the integrals can exactly be given (plane waves+square well) the cross-section has been computed with a representative of each above mentiond method as well as with a formula come from a generalization of the DWBA cross-section by Berggren. The results led to the conclusion that in the case of approximately Lorentz shaped rezonances the different methods provide nearly identical cross-section values, but in the case of resonances having significant background the cross-section values are scattered (in the example presented by about 25 %).

СРАВНЕНИЕ НАИБОЛЕЕ РАСПРОСТРАНЕННЫХ МЕТОДОВ ОПИСАНИЯ РЕАКЦИЙ СРЫВА, ВЕДУЩИХ К НЕСВЯЗАННЫМ СОСТОЯНИЯМ В МОДЕЛЬНЫХ РАСЧЕТАХ. Доля сечения реакции срыва, соответствующая резонансу, обычно расчитывается в рамках DWBA используя в качестве формфактора волновую функцию рассеяния или функцию Гамова. Для ускорения конвергенции и регуляризации дивергентных интегралов применяются разные математические и нумерические процедуры. В такой модели, в которой интегралы можно задать точно(плоская волна+прямоугольная яма), мы вычислили сечение с помощью прототипов вышеуказанных методов, а также с использованием обобщения сечения DWBA, введенного Бергреном. В результате мы получили, что если резонанс имеет в хорошем приближении форму Лоренца, то разные методы дают очень близкие результаты, но если резонанс находится на значительном фоне, результаты отличаются друг от друга (в нашем примере приблизительно 25 %).

Bevezetés

A kötött állapotra vezető stripping reakciók leirására kiterjedten használt torzitott hullámu Born-közelités (DWBA) nagy sikere érthetővé teszi, hogy a nem-kötött állapotra vezető folyamatok hatáskeresztmetszetének számitását is igyekeznek - a fogalmi és gyakorlati nehézségek ellenére - a DWBA keretei között tartani. Ez elsősorban azt jelenti, hogy a rugalmatlan folyamatokat, köztük a bombázó részecske két részre hasadásával járó folyamatokat gyengének tételezzük fel a bombázó rész szóródásához képest, valamint a felhasadt bombázó részeeske két része közötti végállapoti kölcsönhatást elhanyagoljuk. Ha mind a két részecske pozitiv energiáju, az utóbbi feltevés jogossága kérdéses lehet, azonban ha a nem-kötött állapot keskeny, azaz hosszu életü rezonancia, mégis fenntartható.

A folyamatot általában ugy irják le, hogy a DWBA hatáskeresztmetszet végképletében a kötött állapotot leiró formafaktort helyettesitik valamilyen a rezonanciát leiró formafaktorral. A leggyakrabban használt eljárások egyike a "befogott" részecske hullámfüggvényének helyére egy szórási függvény adott ℓj értékhez tartozó komponensét teszi. Mivel azonban ez nem irja le a teljes rezonanciát mint a kvantummechanikai rendszer (nem-stacionárius) sajátállapotát, a rezonanciát magába foglaló energiaintervallumra integrált hatáskeresztmetszetet tekinti a rezonancia járulékának. Ez tartalmazza azt a hallgatólagos feltevést, hogy a nem-rezonáns háttér elhanyagolható. Ha a rezonancia Lorentz-alaku (mint ahogy például a 3. ábrán bemutatott jó közelitéssel az), az energia szerinti integrál zárt formában megadható. A már parciális hullámokat tartalmazó radiális integrál konvergens, de igen lassan konvergál. A kovergencia gyorsitására $e^{-\varepsilon r}$ alaku konvergenciafaktort szokás bevezetni és numerikusan végrehajtani a $\lim_{\varepsilon \to 0}$ határátmenetet, vagy a komplex r-sikon konturintegrálással megadni az integrált. Ha biztositottnak tekinthető, hogy a rezonanciát (és csak a rezonanciát) teljes egészében figyelembe

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA KÖNYVTÁRA

vettük, a spektroszkópiai faktor a szokásos módon számitható ($S=(\frac{d\sigma}{d\Omega_p})_{exp}/(\frac{d\sigma}{d\Omega_p})^{rez}_{DWBA}$, p az észlelt részecskét jelöli).

Az eljárások egy másik csoportja a formafaktort Gamow-függvénnyel* helyettesiti kihasználva, hogy keskeny rezonancia esetén a szórási függvény energiára integrált Lorentz-amplitudóju, rezonanciamaximumban vett, tisztán kifutó része numerikusan kevéssé tér el a rezonanciához, mint komplex energia-sajátértékhez tartozó, közelitőleg 1-re normált Gamow-függvénytől. (Igy ez a helyettesités a nem-rezonáns háttér teljes figyelmen kivül hagyását is jelenti.) Azt a gyakorlati nehézséget, hogy a Gamow-függvényt tartalmazó radiális integrál Riemann-értelemben nem létezik, az Abel-féle regularizációs eljárás segitségével győzi le: Gauss-alaku konvergenciafaktort alkalmaz és a határátmenetet numerikusan hajtja végre. Mivel a Gamow-függvény a rezonancia (általánositott) kvantummechanikai sajátfüggvénye, a spektroszkópiai faktor a kötött állapotra vezető strippingnél megszokott módon nyerhető.

A Gamow-függvény használatára egy következetes, de tudomásunk szerint a gyakorlatban még nem használt eljárást mutat be T. Berggren[3]. A hatáskeresztmetszet-formulát a valós k tengelyen azonos átalakitással a hullámszám analitikus függvényévé teszi és az energiaintegrált a komplex k-sikon konturintegrálással határozza meg. A pólusjárulék kizárólagos figyelembevétele egy olyan formulához vezet, amely a Gamow-függvényt sajátosságainak megfelelően, következetesen tartalmazza. A mátrixelemek Riemann-értelemben általában nem léteznek, pl. az Abel-féle eljárással regularizálhatók.

Az e közleményben bemutatott munka célja az volt, hogy egy olyan modellben hasonlitsuk össze a fent vázolt eljárásokat, amelyben

---

* Gamow-függvénynek nevezzük az egyrészecske Schrődinger-egyenlet radiális részének tisztán kifutó aszimptotikáju, komplex energiasajátértékhez tartozó megoldását. A Gamow-megoldást tényezőként tartalmazó közönséges kvantummechanikai belsőszorzat nem létezik, de definiálható [1] egy általánositott belső szorzat. Az általánositás két eleme:

1/ a ket helyzetben álló $|\psi\rangle$ Gamow-megoldáshoz konjugált imaginárius ként bra helyzetben álló időtükrözöttje $\langle\tilde{\psi}|$ tartozik

2/ helyreprezentációban az integranduszba egy $g(\varepsilon,r)$ konvergenciafaktor irandó és az integrál $\varepsilon\to 0$ határértéke tekintendő a skalárszorzat értékének.

Ebben az értelemben a Gamow-függvény 1-re normálható. Belátható [2], hogy a normálási állandó γ^2 rendig $\sqrt{2\gamma}$-val egyenlő, γ a komplex sajátenergiához tartozó hullámszám képzetes része.

a lassu konvergenciából, illetve divergenciából adódó numerikus nehézségek elesnek, és igy az eljárások közötti lényegi különbségekből származó eltérések tisztán előállhatnak. Ebben a modellben a töltés és spin nélküli befutó és kölcsönhatás nélkül továbbhaladó részecskét sikhullám, a targetmagot egy valós, gömbszimmetrikus derékszögü potenciálvölgy képviseli. A következő fejezetekben rendre a fenti eljárásoknak a modellünkbeli részletes leirása, a numerikus eredmények és az eredmények megbeszélése található.

A vizsgált módszerek leirása modellünkben

Modellünkben az A+d→p+B*→p→A→n reakcióval foglalkozunk. A tömegét végtelennek tekintjük.

A reakció lezajlása után a protont és neutront irány és energia szerint detektálva, a differenciális hatáskeresztmetszet általános alakja [3]:

$$d^6\sigma = \frac{(2\pi)^4 m_d}{\hbar^2 k_d} |\langle \vec{k}_p, \Phi^{(-)}_{\vec{k}_n} | \underline{T} | \vec{k}_d, \Phi_o \rangle|^2 \delta(E_d - E_n - E_p) d^3\vec{k}_n d^3\vec{k}_p \qquad (1)$$

Itt m tömeget, k hullámszámot, E energiát jelöl, $E_d = E^{\text{kinetikus}}_{\text{deuteron}} - E^{\text{kötési}}_{\text{deuteron}}$. A (-) index befutó határfeltételre utal, a $|\vec{k}_d, \Phi_o\rangle$ kezdeti állapot jelentése - mivel a targetnek nem tulajdonithatunk szerkezetet - : (deuteron-sikhullám) × (a deuteron $\beta(|\vec{r}_n - \vec{r}_p|)$ belső hullámfüggvénye).

A hatáskeresztmetszetből egy rezonancia járulékát akarjuk szeparálni. E célból integrálni kell a $\vec{k}_n$ szögére a teljes térszögben és E_n, E_p energiára abban a tartományban, amelyik a rezonanciához tartozik.

A neutron-hullámfüggvényt parciális hullámok szerint sorbafejtve és az integrálást elvégezve a $\vec{k}_n$ szögére és E_p-re a következőt kapjuk:

$$\frac{d^2\sigma}{d\Omega_p dk_n} = \frac{(2\pi)^4 m_d m_p}{\hbar^4 k_d} k_p(k_n) \frac{2}{\pi} \sum_{\ell j m} \Big| \langle \vec{k}_p(k_n), \frac{\psi_\ell(-k_n, r_n)}{r_n} Y_{\ell m}(\hat{r}_n) | \underline{T} | \vec{k}_d, \Phi_o \rangle \Big|^2 \qquad (2)$$

A rezonanciajárulék meghatározását a bevezetésben mondottak szerint a következő módokon végezzük el.

1/ Szórási neutronfüggvények használatával kiszámitjuk a differenciális hatáskeresztmetszetet és numerikusan integrálunk a neutronenergia (hullámszám) szerint. Ily módon a háttér egy részét is számitásba vesszük. Ez természetesen leválasztható a kisérleti görbéknél szokásos eljárással.
A numerikus integrálás nagy számolásigénye miatt ezt a módszert nagyon ritkán alkalmazzák [4].

2/ Feltételezve, hogy a rezonancia Lorentz-alaku, a neutron energiája szerinti integrálást egzaktul elvégezzük, a rezonanciajárulék a rezonanciamaximumhoz tartozó szórási fügvénnyel fejezhető ki [5].

3/ Egyrészecske-állapotfüggvénnyel kifejezett formulához jutunk, ha a 2/ módon előállitott hatáskeresztmetszetben a szórási függvényt normált Gamow-függvényre cseréljük. Ez várhatóan nem okoz nagy eltérést [6].

4/ (2)-ben az abszolutérték-négyzetet olyan kifejezéssel helyettesitjük, amelyik vele egybeesik valós (fizikai) k-értékekre, de analitikus és igy komplex görbe mentén integrálható. Az integrálból csak a pólus-járulékot tartjuk meg. Ez az eljárás szintén rezonanciafüggvénnyel kifejezett hatáskeresztmetszetformulát eredményez [3].

1/ A rendszer Hamilton-operátorát a kimenő csatornában a következő képpen bontjuk fel:

$$\underline{H} = (\underline{K_{nA}}+\underline{K_{pB}}+\underline{V_{nA}})+\underline{V_{pB}}+(\underline{V_{pn}}+\underline{V_{pA}}-\underline{V_{pB}}) \qquad (3)$$

A három tag közül az első a reakciópartnerek kinetikusenergia és belső Hamilton-operátorát tartalmazza, a másik kettő pedig a kölcsönhatási operátor. A direkt reakció létrejöttéért az utolsó tag, a maradék kölcsönhatás potenciálja a felelős. Erre nézve a direkt reakciók leirásában általánosan használt közelitéssel élünk:

$$\underline{V_{pn}}+\underline{V_{pA}}-\underline{V_{pB}} \approx \underline{V_{pn}} \qquad (4)$$

Az első rendü Born-közelitésnek megfelelően a $\underline{I}$ operátort a maradék kölcsönhatás operátorával közelitjük, tehát tekintetbe véve (4)-et.

A zéró-hatótáv-közelités szerint

$$\underline{V_{np}}(|\vec{r}_n-\vec{r}_p|)\beta(|\vec{r}_n-\vec{r}_p|)\approx D_o\delta(\vec{r}_n-\vec{r}_p)$$

Emiatt a (2) mátrixelemben kijelölt hatszoros integrál ($\vec{r}_n$ és $\vec{r}_p$ szerint) háromszoros integrálra redukálódik.

A leirt stripping-reakcióhoz rendszerint az átadott impulzus-momentumnak meghatározott értéke rendelhető, ezért egy ℓ kvantumszámhoz tartozó hatáskeresztmetszettel foglalkozunk:

$$\frac{d^2\sigma}{d\Omega_p dk_n} = \frac{(2\pi)^4 m_d m_p}{\hbar^4 k_d} k_p(k_n) \frac{2}{\pi} \sum_m |M|^2 \qquad (5)$$

$$M = D_o \int d\vec{r} [e^{-i\vec{k}_p\vec{r}} \frac{1}{r} \psi_\ell^*(-k_n, r) Y_{\ell m}^*(\hat{r}) e^{i\vec{k}_d\vec{r}}] \qquad (6)$$

Vezessük be a $\vec{k} = \vec{k}_d - \vec{k}_p$ röviditő jelölést, az $e^{i\vec{k}\vec{r}}$ sikhullámot fejtsük sorba a gömbfüggvények szerint:

$$M = 4\pi D_o i^\ell Y_{\ell m}^*(\hat{k}) \int dr [r^2 j_\ell(kr) \frac{1}{r} \psi_{\ell m}^*(-k_n, r)] \qquad (7)$$

Itt $j_\ell(z)$ a szférikus Bessel-függvényt jelöli [7].

Modellünkben a neutron-hullámfüggvényt a radiális Schrődinger-egyenlet megoldásával kapjuk a következő potenciál mellett:

$$V(r) = \begin{cases} -V_o & \text{ha} \quad r<R; \quad V_o>0 \\ 0 & \text{ha} \quad r \geq R \end{cases}$$

Az $\alpha^2 = \frac{2m}{\hbar^2}(E_n + V_o)$ és $k_n^2 = \frac{2mE_n}{\hbar^2}$ jelölésekkel a megoldás:

$$\psi_\ell(k_n, r) = a i \alpha r j_\ell(\alpha r) \quad \text{ha} \quad r<R \qquad (8)$$

$$\psi_\ell(k_n, r) = \tfrac{1}{2} i [-i k_n r h_\ell^-(k_n r) - S i k_n r h_\ell^+(k_n r)] \text{ ha } r \geq R$$

a normálási együttható, $h_\ell^\pm$ a szférikus Hankel-függvények: $h_\ell^\pm(z) = j_\ell(z) \pm i n_\ell(z)$, S-et a külső és belső tartományban érvényes megoldás logaritmus deriváltjainak R helyen való egyezése határozza meg.

A radiális integrálást R és ∞ között végezzük, a belső tartományból adódó járulékokat a sikhullámközelitésben szokásos módon elhanyagoljuk. A

$$J_1 = \tfrac{1}{2}\int_R^\infty h_\ell^+(kr)h_\ell^+(-k_n r)r^2dr$$

$$J_2 = \tfrac{1}{2}\int_R^\infty h_\ell^-(kr)h_\ell^+(-k_n r)r^2dr$$

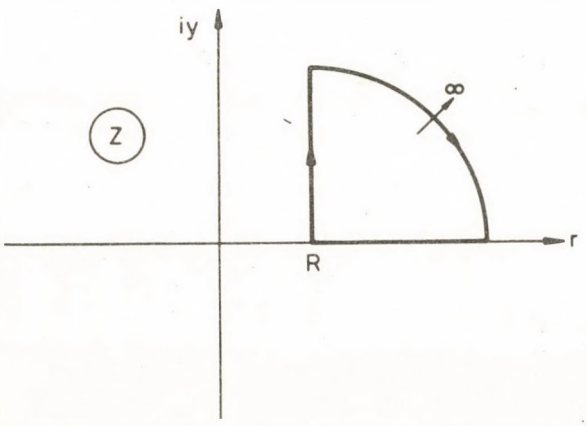
$$J_3 = \tfrac{1}{2}\int_R^\infty h_\ell^+(kr)h_\ell^-(-k_n r)r^2dr \qquad (9)$$

$$J_4 = \tfrac{1}{2}\int_R^\infty h_\ell^-(kr)h_\ell^-(-k_n r)r^2dr$$

integrálokat a Hankel függvények analitikus tulajdonságai és aszimptotikus viselkedése, valamint az energiamegmaradásból és a $\vec{k}$ definiciójából következő

$$k > k_n$$

reláció miatt zárt formában meghatározhatjuk [7]. A valós tengely helyett J_1 és J_3 kiszámitását az ábra szerinti kontur mentén végezzük [5].



1.ábra Integrációs ut J_1 és J_3 kiszámitásához.

Fig.1. Contour for integrating J_1 and J_3.

Рис.1. Кнтур интегрирования для вцчисления J_1 и J_3.

J_2-t és J_4-et olyan konturon számitjuk ki, amely az előbbinek a valós tengelyre való tükrözése utján áll elő.

Végül a differenciális hatáskeresztmetszet:

$$\frac{d\sigma}{d\Omega_p} = C\int_{k_n^{min}}^{k_n^{max}} F(k_n)\,dk_n; \quad C = \frac{(2\pi)^4 m_p m_d}{\hbar^4 k_d}\,\frac{2}{\pi}\,\frac{2\ell+1}{4\pi}(4\pi D_o)^2$$

$$F(k_n) = k_n^2 k_p(k_n)\left|(J_1+J_3)+S^*(-k_n)(J_2+J_4)\right|^2 \qquad (10)$$

Az itt szereplő integrálás numerikus után végzendő el.

2/ Ha a hatáskeresztmetszet enegriafüggése Lorentz-alaku, az E_n szerinti integrálás eredménye [5]:

$$\frac{d\sigma}{d\Omega_p} = \tfrac{1}{2}\pi\Gamma \left(\frac{d^2\sigma}{d\Omega_p dE_n}\right)_{E_n=E_n^{rez.max.}} \qquad (11)$$

3/ Bang, Zimányi és Coker [6] a rezonanciához tartozó hatáskeresztmetszet szórási függvénnyel felírt formájában a szórási függvényt Gamow-függvénnyel helyettesiti - normálási faktoraikat előzőleg ugy egyeztetve, hogy jó közelitései legyenek egymásnak. Az igy nyert hatáskeresztmetszet-formula azonos alaku a kötött állapotra vezető stripping DWBA képletével, de a normált kötöttállapoti formafaktor helyett itt normált Gamow-függvény áll. Ezt tekintik a hatáskeresztmetszet rezonanciajárulékának.

Ez a módszer a számolás szokásos menetét a továbbiakban nem változtatja meg. A hatáskeresztmetszetet változatlanul a mátrixelem abszolutérték-négyzetének képzésével nyerjük. A képletekben szereplő protonhullámszámot valósnak tekintjük, és mivel igy a protonenergia is valós mennyiség lesz, az energiamegmaradást csak az energia valós részére tekintjük érvényesnek.

Ismét az 1/-ben leirt közelitéseket alkalmazzuk. A neutron radiális hullámfüggvénye:

$$\frac{\psi_\ell(-k_N,r)}{r} = \frac{\phi_\ell(-k_N,r)}{N} = \begin{cases} \frac{A}{N}\alpha r j_\ell(\alpha r) & \text{ha } r<R \\ -ik_N r \frac{1}{N} h_\ell^+(-k_N r) & \text{ha } r\geq R \end{cases} \qquad (12)$$

N normálási, A illesztési állandó, k_N a rezonanciához tartozó komplex neutron-hullámszám. A radiális integrálás R és ∞ között, valamint az N norma meghatározása egzaktul elvégezhető a szférikus Bessel-, Neumann- és Hankel-függvények integrálformuláinak felhasználásával [7]:

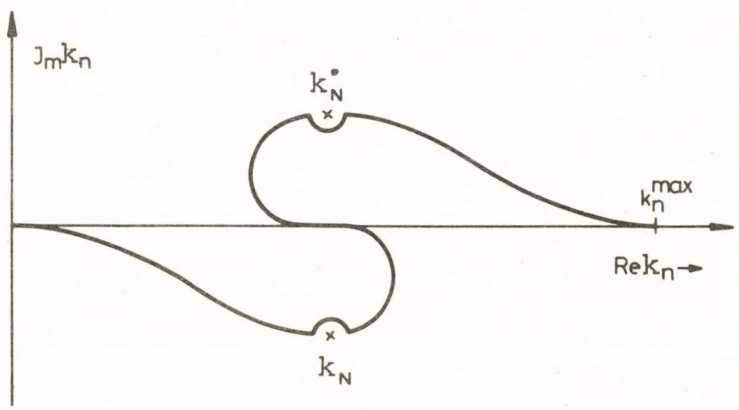
$$\frac{d\sigma}{d\Omega_p} = C\frac{m_n}{\hbar^2}\pi k_p \frac{|k_N J|^2}{|N^2|} \; ; \quad J = \int_R^\infty r^2 j_\ell(kr) h_\ell^+(-k_N r)\,dr \qquad (13)$$

4/ Berggren a (2)-ben lévő abszolutérték-négyzetet a következő kifejezéssel helyettesiti [3]:

$$S_{\ell m} = \langle \vec{k}_p(k_n^*), \frac{\psi_\ell(-k_n^*, r_n)}{r_n} Y_{\ell m}(\hat{r}_n) | \underline{T} | \vec{k}_d, \Phi_o \rangle$$

$$\times \langle \vec{k}_d, \Phi_o | \underline{T}^+ | \vec{k}_p(k_n), \frac{\psi_\ell(-k_n, r_n)}{r_n} Y_{\ell m}(\hat{r}_n) \rangle \qquad (14)$$

Ez valós k_n-ek mellett azonos értéket ad az előzővel, és lehetőséget nyujt a k_n szerinti integrálásnak a komplex k_n sikban felvett kontur mentén való elvégzésére. Az integrációs utat folytonosan deformálhatjuk, amig szingularitásba ütközünk. $S_{\ell m}$ szerkezetéből adódóan ez a valós tengelyre szimmetrikus pontokban történik meg. A pólust egy kicsiny félkörrel vesszük körül, amelynek sugara nullához tart. Határesetben a pólus járulékát a reziduumával kifejezve kapjuk; az integrál főértékét pedig elhanyagoljuk.



2. ábra Integrációs ut a komplex k_n sikban.

Fig. 2. Contour for integration in the complex k_n-plane.

Рис. 2. Контур интегрирования в комплексной k_n плоскости.

$S_{\ell m}$ konstrukciójából következik, hogy $k_n = k_N$ és $k_n = k_N^*$ járuléka egymásnak komplex konjugáltja, ezért összegzés után a határkeresztmetszet kifejezésében csak a valós részük szerepel.

A

$$\Phi_{N\ell m} = \frac{\phi_\ell(-k_N, r)}{Nr} Y_{\ell m}(\hat{r})$$

$$N^2 = \int_0^\infty [\phi_\ell(-k_N, r)]^2 dr \qquad (15)$$

$$\tilde{\Phi}_{N\ell m} = \frac{\phi_\ell(-k_N^*, r)}{N^* r} Y_{\ell m}(\hat{r})$$

normált rezonanciafüggvényekkel a hatáskeresztmetszet:

$$\frac{d\sigma}{d\Omega_p} = \frac{(2\pi)^4 m_d m_p}{\hbar^4 k_d} \mathrm{Re}\{k_p(k_N) \sum_m \langle \vec{k}_p(k_N^*) \tilde{\Phi}_{N\ell m} | \underline{T} | \vec{k}_d, \Phi_o \rangle$$

$$\times \langle \vec{k}_d, \Phi_o | \underline{T}^+ | \vec{k}_p(k_N), \Phi_{N\ell m} \rangle \} \qquad (16)$$

A továbbiakban is a már ismert közelitéseket alkalmazzuk. Példánk egyszerüsége folytán elkerülhetővé válik az exp $(-\varepsilon r^2)$ konvergenciafaktor használata a Gamow-függvényeket tartalmazó mátrixelemben. Ha az integrál konvergens, akkor a konvergenciafaktor alkalmazásával és anélkül kiszámitott értéke természetesen megegyezik. Esetünkben a radiális integrálás egzaktul elvégezhető, ha a bombázó energia egy adott értéket meghalad. Ez általában alacsony korlátot jelent.

A számitás e módjánál az energiamegmaradást komplex számokkal felirt egyenlet fejezi ki. Ily módon a proton is komplex energiával és ebből adódóan komplex hullámszámokkal rendelkezik. Ez utóbbihoz egy olyan hullámvektort rendeltünk, amelynek hosszusága és az irányát kijelölő szögei komplex számok. A hullámvektor hosszának valós és képzetes részét az energia valós és képzetes - az élettartammal forditottan arányos - részének mérése határozza meg. A szögek valós részét kisérletileg jó szög-felbontásu detektor határozhatja meg. A képzetes részt ugy értelmezzük, hogy a vektorok összeadásakor keletkező komplex oldalu háromszögben érvényes legyen a cosinus-tétel. A szögek képzetes részét azonban a számitás során elhagyjuk, ez nem jelent durvább elhanyagolást, mint ami a számitás egyéb részleteiből amugy is adódik. (A számitás során a szögek képzetes részének megtartása várhatóan a szögeloszlás módosulásához vezetne. Kellően pontos elméleti és kisérleti értékek összehasonlitása lehetőséget adna a szögek képzetes részének meghatározására.)

$$\frac{d\sigma_n}{d\Omega_p} = \frac{(2\pi)^4 m_d m_p}{\hbar^4 k_d}(4\pi D_o)^2 \frac{2\ell+1}{4\pi} Re\{k_p(k_N)\frac{-k_N^2}{N^2}(\frac{R^2}{k'^2-k_N^2}[k_N j_\ell(k'R)$$

$$\times h^+_{\ell-1}(-k_N R)+k' j_{\ell-1}(k'R)h^+_\ell(-k_N R)])\}$$

$$N^2 = \frac{A^2}{2}\frac{(\alpha R)^3}{\alpha}[j^2_\ell(\alpha R)-j_{\ell-1}(\alpha R)j_{\ell+1}(\alpha R)]+\frac{(k_N R)^3}{2k_N} \qquad (17)$$

$$\times [h^{+\,2}_\ell(-k_N R)-h^+_{\ell-1}(-k_N R)h^+_{\ell+1}(-k_N R)]$$

$$A = \frac{-ik_N h^+_\ell(-k_N R)}{\alpha j_\ell(\alpha R)}; \quad \alpha = \frac{2m_n}{\hbar^2}(E_n+V_o); \quad \vec{k}' = -\vec{k}_d+\vec{k}_p$$

Az integrálhatóság feltétele:

$\gamma_n > |\gamma'|$; a betük jelentése: $k' = \kappa'-i\gamma'$; $k_n = \kappa_n - i\gamma_n$

Numerikus eredmények

$\ell=4$ átadott impulzusmomentum-kvantumszámhoz tartozó számitásokat végeztünk, a $V_o=44{,}536$ MeV, illetve $V_o=38{,}7$ MeV mélységü 7 fm széles négyszögvölgyekben az $E_n=(1{,}073-i0{,}00263)$MeV, illetve $E_n=(5{,}022-i0{,}582)$MeV energiáknál kialakuló neutronrezonanciával kapcsolatban. Az előbbi rezonanciánál a háttér elhanyagolható: $\delta\approx 0$, az utóbbinál $\delta=-0{,}45$. (A rezonanciára vonatkozó adatokat a [8] hivatkozásból vettük.) A bombázó deuteron energiáját 35 Mev-nek választottuk. A $\Theta=0^o$-hoz tartozó differenciális hatáskeresztmetszetet a 3., illetve 4. ábra mutatja.

A hatáskeresztmetszet szögfüggése az 5. és 6. ábrán látható.

0°-nál, ahol az eltérések leginkább szembeötlők, a hatáskeresztmetszet értékeit az egyes szerzők által javasolt módszerrel számitva a következő felsorolás mutatja:

	E_n=(1,073-i0,00263)MeV	E_n=(5,022-i0,582)MeV
Vincent-Fortune	3.927598	4.395590
Coker	3.925336	4.524909
Berggren	3.925088	3.634410

3. ábra A V_o=44,536 MeV mélységü négyszögvölgyben az E_n=(1,073-i0,00263)MeV energiáju nivóra befogódott neutronhoz tartozó előreirányu (d,p) hatáskeresztmetszet.

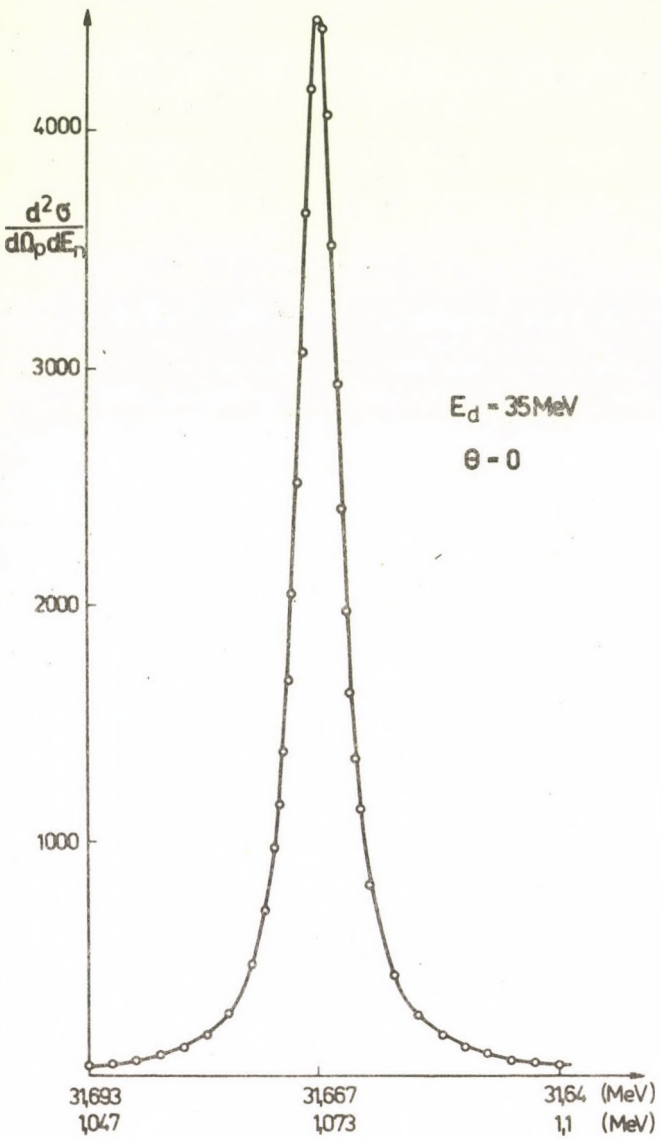


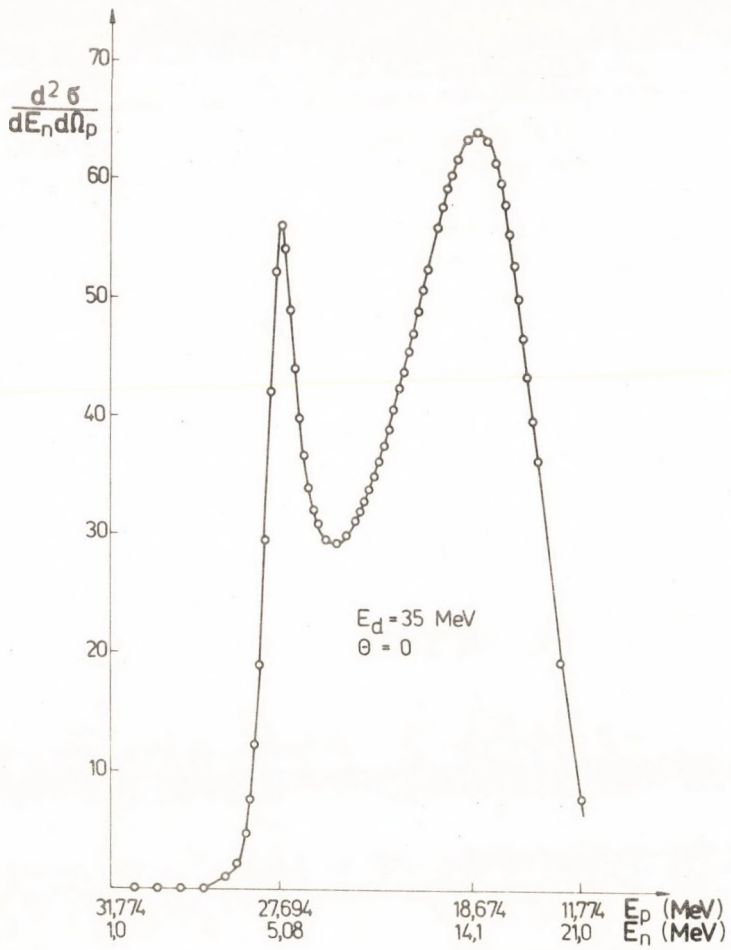
Fig. 3.

Forward (d,p) cross-section belonging to the neutron captured to the E_n=(1,073-i0,00263)MeV level in a square-well of V_o=44,536 MeV depth.

Рис. 3.

Сечение (d,p) реакции в направление вперед, принадлежащее нейтронам, захваченным на уровень с энергией E_n=(1,073-i0,00263) МэВ в прямоугольной яме с глубиной V_o=44,536 МэВ.

A hatáskeresztmetszetet önkényes egységekben mértük.

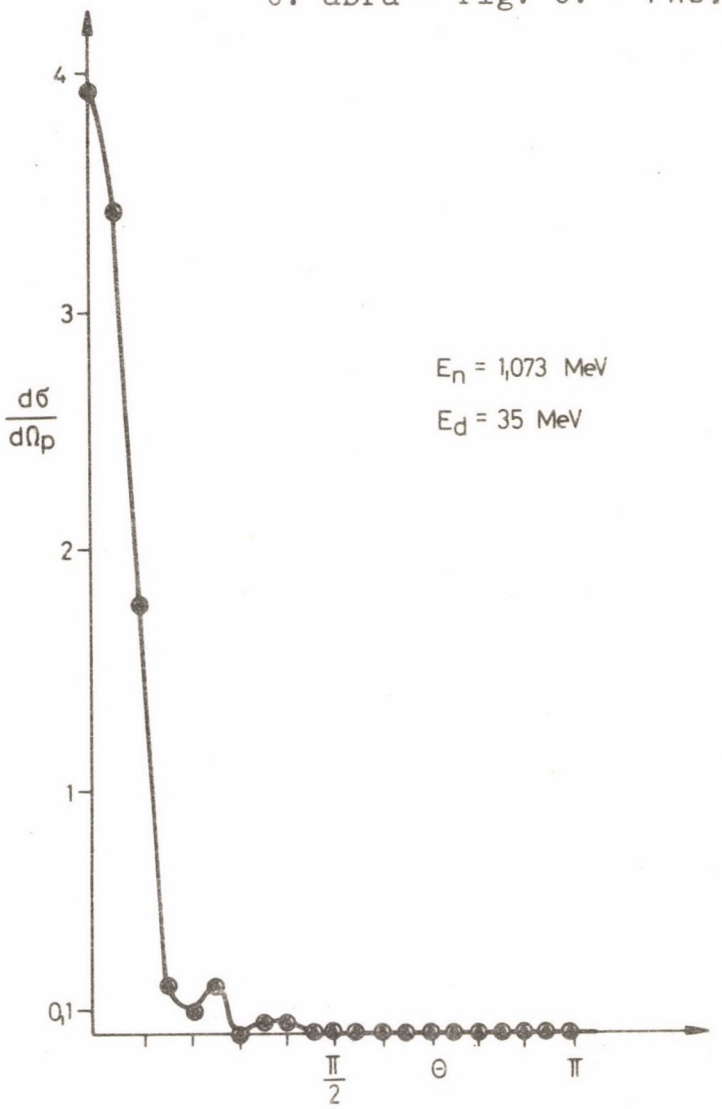


4. ábra A V_o=38,7 MeV mélységü négyszögvölgyben az E_n=(5,022-i0,582)MeV energiáju nivóra befogódott neutronhoz tartozó előreirányu (d,p) hatáskeresztmetszet.

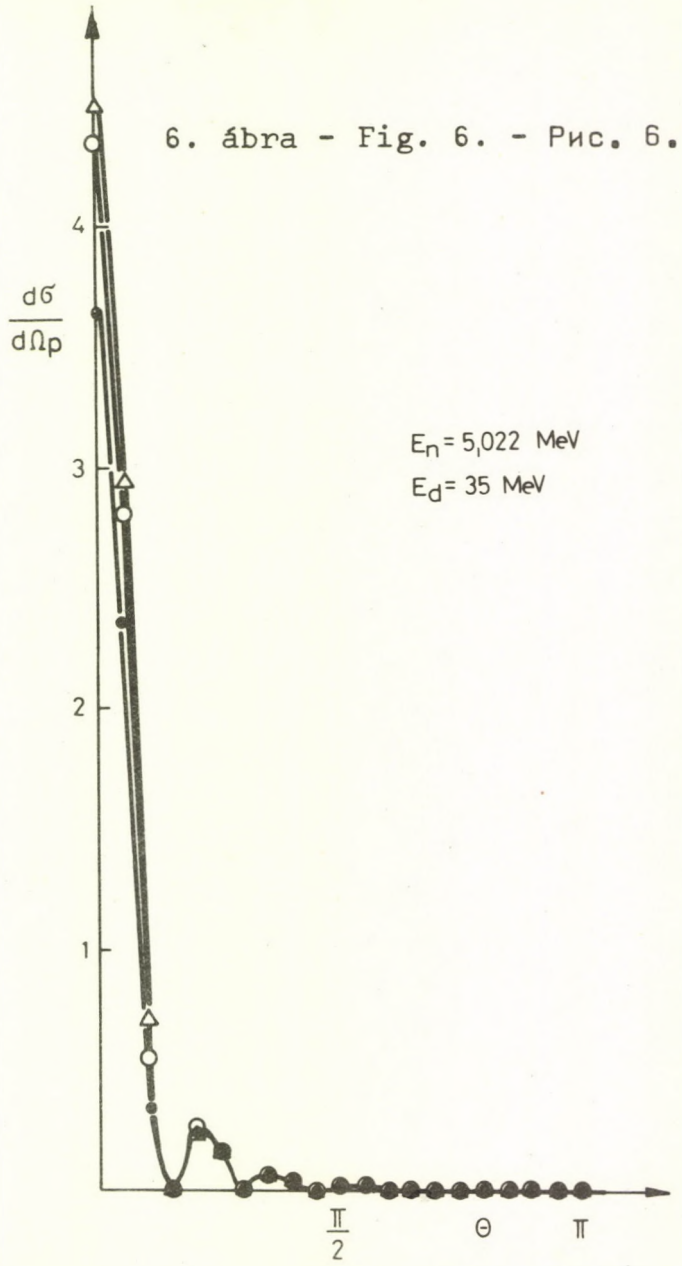
Fig. 4. Forward (d,p) cross-section belonging to the neutron captured to the E_n=(5,022-i0,582)MeV level in a square-well of V_o=38,7 MeV depth.

Рис. 4. Сечение (d,p) реакции в направление вперед, принадлежащее нейтронам, захавченным на уровень с энергией E_n=(5,022-i0,582) МэВ в прямоуголной яме с глубиной V_o=38,7 МэВ.

5. ábra - Fig. 5. - Рис. 5.



6. ábra - Fig. 6. - Рис. 6.



5. - 6. ábra A Vincent-Fortune (o), Coker (Δ) és Berggren (•) módszerével számitott, az $E_n=(1,073-i0,00263)$ MeV (5. ábra) és $E_n=(5,022-i0,582)$ MeV (6. ábra) neutronrezonanciához tartozó szögeloszlások.

Fig. 5. - 6. Angular distributions belonging to the $E_n=(1,073-i0,00263)$ MeV (Fig. 5.) and $E_n=(5,022-i0,582)$ MeV (Fig. 6.) neutron rezonances, calculated with the methods of Vincent-Fortune (o), Coker (Δ) and Berggren(•).

Рис. 5. - 6. Угловые распределения принадлежащие нейтронным резонансам $E_n=(1,073-i0,00263)$ МэВ (рис.5.) и $E_n=(5,022-i0,582)$ МэВ, (рис.6.) вычисленные методом Винсент-Форчун (o), Кокер (Δ), и Бергрен (•).

Diszkusszió

A bevezetésben mondottakból és az ismertetett módszerek modellünkben részletesen bemutatott tárgyalásából kitünik, hogy e módszerek közös vonása, hogy keskeny rezonanciát tételeznek fel és nem veszik figyelembe a hátteret. A módszerek - az integrálok kiszámitására alkalmazott numerikus eljárások különbözőségétől eltekintve - éppen az elhanyagolások módjában különböznek egymástól. Mivel modellünkben a numerikus eljárások különbözősége elesik, a talált eltérések a módszerek lényegi eltérését mérik.

Első példánkban a "befogott" részecskének a targetet reprezentáló négyszögpotenciálon való rugalmas szóródását leiró S-mátrix

$$S = e^{2i\delta}\left(1-\frac{i\Gamma}{E-E_R+\frac{1}{2}i\Gamma}\right)$$

egy-pólus közelitésü formájában szereplő paraméterek értékei ($\delta\approx 0$, $E_R=1,073$ MeV, $\Gamma=0,00526$ MeV) mutatják, hogy háttérmentes, keskeny rezonanciával dolgozunk. Ezt a 3. ábrán látható hatáske-

resztmetszet görbe is megerősiti. E rezonancia esetében az 5.ábrán látható kitünő egyezést mutatja a három különböző módszer.

Második példaként egy jelentős háttéren ülő, széles rezonanciát választottunk (δ=-0,45, $E_R \approx 5{,}022$ MeV, $\Gamma \approx 1{,}164$ MeV). A 4. ábráról leolvasható, hogy a háttér nagy része egy közel fekvő széles rezonanciától ($E_R \approx 14{,}1$ MeV, $\Gamma = 7{,}8$ MeV) ered. A következményt a 6. ábra mutatja: a különböző módszerek igen eltérő eredményeket szolgáltatnak.

Tanulságul azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a tárgyalt módszerek - bár belső konzisztenciájuk foka alapján talán rangsorolhatók lennének - háttérmentes, keskeny rezonancia esetén **gyakorlatilag** egyenértéküek; a helyi adottságok, rendelkezésre álló programok szerint bármelyik választható anélkül, hogy a spektroszkópiai faktorra levont következtetést ez érintené. Nem igy nagy háttéren ülő rezonancia esetén: itt a választott módszer komolyan befolyásolja a spektroszkópiai faktor értékét.

A második példánkhoz hasonló esetekben a nem rezonáns hátteret és több közelfekvő rezonanciát tekintetbe venni képes, kifinomultabb formafaktor használata szükséges, mint amilyen például a Cole és Huby által ajánlott [9].

Köszönjük Vertse Tamás és Lovas Rezső diszkussziók során nyujtott értékes segitségét. Külön köszönet illeti Lovas Rezsőt a kézirat kritikus átolvasásáért.

Irodalom

[1] T. Berggren, Nucl. Phys., A109 (1968) 265.

[2] R. M. More, Phys. Rev., A4 (1971) 1782.

[3] T. Berggren, Nucl. Phys., A169 (1971) 353.

[4] V. Jes Bunakov, Nucl. Phys., A140 (1970) 241.

[5] C. M. Vincent, H. T. Fortune, Phys. Rev., C2 (1970) 782.

[6] J. Bang, J. Zimányi, Nucl. Phys., A139 (1969) 534,
W. R. Coker, Phys. Rev., C7 (1973) 2426.

[7] P. M. Morse, H. Feshbach, Methods of Theoretical Physics, McGraw-Hill, New York, 1953.

[8] Lovas Rezső, Doktori értekezés (kézirat) 1972.

[9] B. J. Cole, R. Huby, Phys. Letters, 46B (1973) 55.

ATOMKI Közlemények 16/4 (1974) 315-324.

NEW CHARACTERISTICS FOR CELLULOSE NITRATE FILM AS A NEUTRON RECOIL TRACK DETECTOR*

G.M. HASSIB** and L. MEDVECZKY

ATOMKI H-4001, Debrecen, Pf. 51. Hungary

The characteristics of the coloured cellulose nitrate film "Kodak LR-115" as a neutron recoil track dosimeter with a rad response have been investigated. The present studies are based on the direct interaction of neutrons with the nuclei of the detector materials.

Samples of LR-115 film were exposed to different neutron spectra, covering the energy range between 1.4 MeV to 14 MeV, and etched in 10 % NaOH at 60°C for different durations. The neutron fluence was measured simultaneously, using a calibrated fission track detector.

The variation of the detector sensitivity as a function of neutron energy was investigated. This function matched the rad per unit fluence curve at all energies.

On the basis of these results the present detector may be recommended for emergency neutron dosimetry and neutron spectrometry.

A CELLULÓZNITRÁT FILM UJ JELLEMZŐI NEUTRONOK MAGMEGLÖKÉSES NYOMDETEKTÁLÁSÁBAN.

Festett Kodak LR-115 cellulóznitrát film sajátságait vizsgáltuk, mint olyan magmeglökéses nyom neutrondóziméterét, amely érzékenységének energiafüggése megfelel a rad dózis-

* Presented at the Second Symposium on Neutron Dosimetry in Biology and Medicine. Nauherberg/Munich, 30. Sept. to 4.Oct.1974.

** IAEA Fellow, On leave of absence from Atomic Energy Establishment, Cairo, Egypt.

nak. Vizsgálataink a neutronoknak a detektoranyag atommagjain létrejött közvetlen kölcsönhatásán alapulnak.

Az LR-115 filmeket 1.4-14 MeV energiatartományba eső neutronforrásokkal sugároztuk be, majd maratásukat különböző időtartamig 60°C-on NaOH 10 %-os vizes oldatában végeztük. A neutronfluenst hasadvány-nyomsürüségből egyidejüleg besugárzott hitelesitett nyomdetektorral mértük.

Tanulmányoztuk a detektor érzékenységét a neutronenergia függvényében, ami megfelel az egységnyi neutronfluensre eső rad értéknek valamennyi vizsgált energiaértéknél.

Eredményeink alapján a vizsgált detektor baleseti neutrondozimetria és neutronspektrometria céljaira alkalmasnak látszik.

НОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРЕКОВОГО ДЕТЕКТОРА ИЗ НИТРОЦЕЛЛЮЛОЗНОЙ ПЛЕНКИ ПРИ РЕГИСТРАЦИИ НЕЙТРОНОВ С ПОМОЩЬЮ ЯДЕР ОТДАЧИ. Исследовались свойства крашенной нитроцеллюлозной пленки типа Kodak LR-115 в качестве трекового дозиметра нейтронов, энергетическая зависимость чувствительности которого соответствуетдозе выраженной в рад. Процесс регистрации основывается на непосредственном взаимодействии нейтронов с ядрами вещества детектора.

Пленки LR-115 облучались нейтронами с энергией интервала 1.4-14 МэВ, они травились 10% раствором NaOH в воде при температуре 60°C, в течение различных интервалов времени. Флюента нейтронов измерялась по плотности треков осколков с помощью одновременно облученных калиброванных трековых детекторов.

Изучалась чувствительность детекторов в зависимости от нейтронной энергии, которая соответствует значению дозы в рад на единицу нейтронной флюенты для всех рассмотренных энергий.

На основе наших результатов изученный детектор можно считать пригодным для целей аварийной нейтронной дозиметрии и нейтронной спектрометрии.

Introduction

The direct interaction of neutrons with the nuclei of plastic detectors may create a wide variety of energetic particles. Among these interactions, alpha particles and recoil nuclei may create etchable tracks. Such techniques had been used for dosimetric purposes by different authors [1]-[5].

The coloured cellulose nitrate film (Kodak LR-115) had been selected as a recoil track detector to investigate some properties which might be useful from the dosimetric point of view. The detector consits of a thin layer of red-dyed cellulose nitrate film (8 micron thick) supported on an inactive polyester base.

A method by which holes from different charged nuclear particles can be observed visually in the film, had been described for different applications [6]-[9].

In the present study the authors have experimented with various etching conditions on different neutron spectra, in an attempt, to determine possible correspondence between the number of visible holes produced in the detector material and the neutron energy and absorbed dose as well.

Experimental measurements

In order to analyse the correlation between the hole densities and neutron fluence, neutron energy and neutron dose, it is desirable to use different neutron assemblies with known spectra. Among the facilities which were available during this investigation the following neutron spectra were used:

(a) a fission spectrum from the Biological Irradiation Facilities of the WWR-S Research Reactor with a filter consisting of 10 mm B_4C+145 mm Bi [10] giving rise to an average energy of 1.4 MeV;

(b) a standard Pu-Be source with an average energy of 4.5 MeV;

(c) 3 MeV monoenergetic neutron from a D+d reaction using iced heavy water as a target, and

(d) 14 MeV monoenergetic neutrons from a T+d reaction.

The neutron fluence for these spectra was measured simultaneously at the position occupied by the LR-115 samples under test, using a calibrated fission track detector. The fission track detector consists of a thick natural uranium foil as a fissionable material in contact with a mucovite mica sheet. Etching and counting procedures were performed according to a previous study on such a detector [11].

Neutron doses were determined by converting the measured fluence to kerma and absorbed dose (Standard Man) using the data given in the ICRU Rep. 13 (1969) [12].

This assumption is usually valid under the conditions of charged-particle equilibrium (CPE) where kerma is equal to the absorbed dose numerically. The CPE is probably valid because the range of the secondary charged particles is small compared to that of the primary neutrons.

Samples of LR-115 film were irradiated for different fluences for each neutron spectrum. Irradiated samples were etched in 10% NaOH at 60°C for durations of 40, 60 and 80 minutes. The etched particle track appears as a bright light spot on a dark red background with high contrast. The number of holes per cm^2 was counted using an optical projection microscope.

Results and discussions

A summary of measurement on different neutron energies is given in Table I., and Fig.1. From these data one can conclude that the number of holes per unit area increases is proportion to neutron fluence, neutron energy and etching time.

Etching time * minutes	Fission spectra ≈1.4 MeV	D+d reaction 3 MeV	Pu-Be source ≈4.5 MeV	T+d reaction 14 MeV
40	3.60×10^{-8}	1.60×10^{-7}	4.53×10^{-7}	4.60×10^{-6}
60	6.23×10^{-8}	2.63×10^{-7}	7.88×10^{-7}	1.02×10^{-5}
80	9.80×10^{-8}	4.22×10^{-7}	1.26×10^{-6}	1.60×10^{-5}

* Etched in 10 % NaOH at 60°C

Table 1. Neutron Sensitivity of LR-115 Film for Different Neutron Spectra Expressed in Holes/Neutron.

1.Táblázat. Az LR-115 film neutronérzékenysége (lyuk/neutron) különböző neutronspektrumok esetében.

Табл. 1. Нейтронная чувствительность пленки LR-115 (дырка/нейтрон) для разных спектров нейтронов.

The variation of the detector sensitivity as a function of neutron energy showed a linear response as given in Fig.2. This relation could be represented by an empirical formula of the type

$$S = 4.14 \times 10^{-8} E^{2.25} \qquad (1)$$

where S is the detector sensitivity in hole/cm^2 per unit neutron fluence etched 80 minutes in 10 % NaOH at 60°C and E is the neutron energy in MeV.

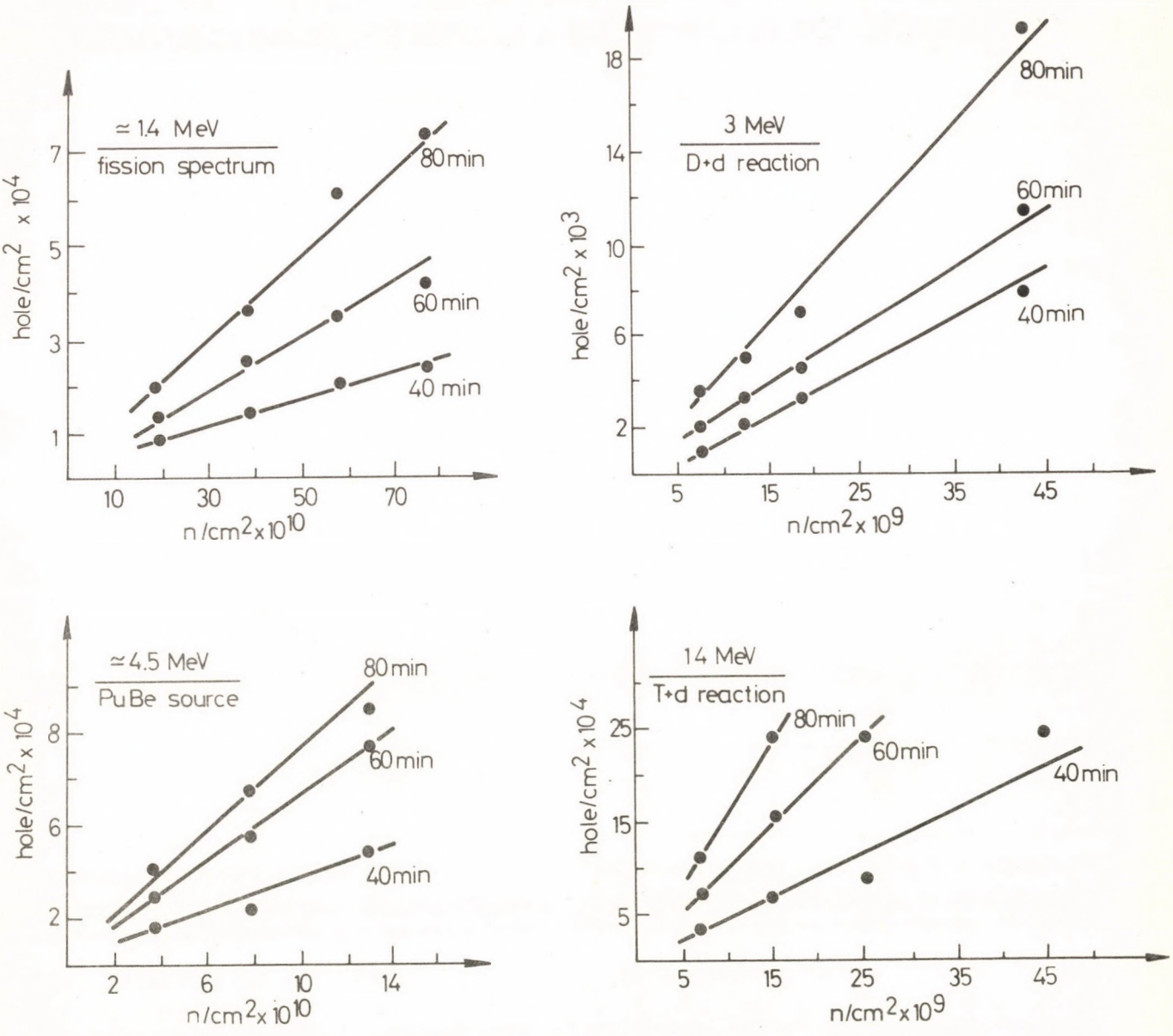


Fig.1. Variation of the hole density of LR-115 detector with neutron fluence and etching time for different neutron spectra. (Etched in 10 % NaOH at 60°C.)

1.ábra A nyomsürüség a különböző neutronfluenssel besugárzott LR-115 filmben a maratási idő függvényében. (Maratás: 10 % NaOH; 60°C.)

Рис.1. Плотность треков в пленках LR-115, облученных нейтронами разной флюенты, в зависимости от времени травления. (Травление: 10 % NaOH; 60°C.)

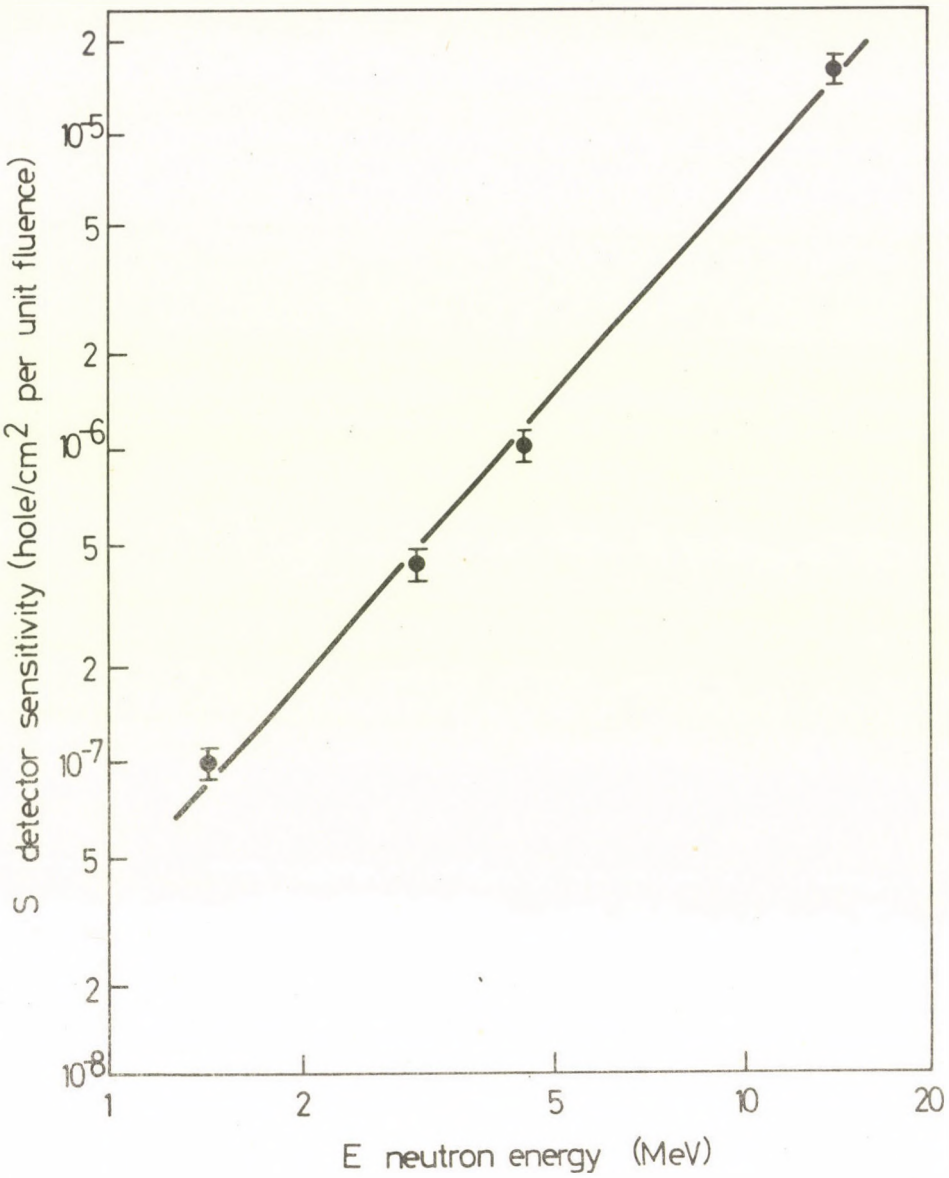


Fig.2. Energy response characteristics of LR-115 film. (Etched 80 min. in NaOH at 60°C.)

2.ábra Az LR-115 film érzékenységének energiafüggése. (Maratás: 80 min; 10 % NaOH; 60°C.)

Рисъ2. Энергетическая зависимость чувствительности пленки LR-115. (Травление: 80 мин; 10 % NaOH; 60°C.)

Equation (1) is reproducible within an accuracy of ±10 % at the present etching condition.

This sensitivity had matched the rad per unit fluence values for a Standard Man at all energies (from 1.4 MeV - to 14 MeV) as shown in Fig. 3., and the data listed in Table II.

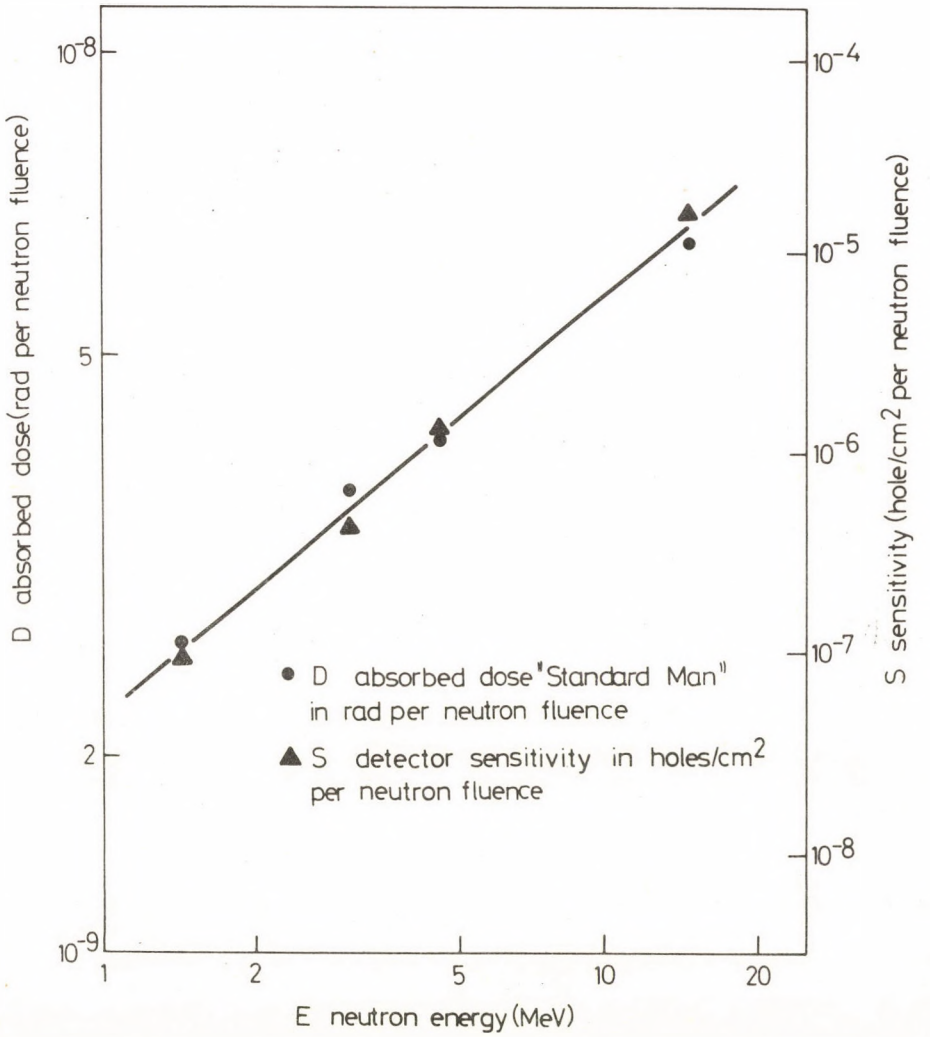


Fig.3. Dosimetric characteristics of LR-115 film. (Etched 80 min. in 10 % NaOH at 60°C.)

3.ábra Az LR-115 film neutrondózimetriai jellemzői. (Maratás: 80 min; 10 % NaOH; 60°C.)

Рис.3. Нейтронодозиметрические характеристики пленки LR-115. (Травление: 80 мин; 10 % NaOH; 60°C.)

Average neutron energy	Absorbed dose * (rad.cm^2/n)×10^{-9}	Sensitivity (hole/n)×10^{-9}
1.4 MeV	2.578	98
3.0 MeV	3.620	420
4.5 MeV	4.100	1260
14.0 MeV	6.42	16000

* Standard Man [12]

Table 2. Neutron Sensitivity of LR-115 film and the rad per unit fluence for different neutron spectra.

2.Táblázat Az LR-115 film neutronérzékenysége és a "standard emberben" abszorbeált dózis.

Табл.2. Нейтронная чувствительность пленки LR-115 и доза, поглощенная и "стандартном человеке".

It means that the relation between the sensitivity and the absorbed dose may be represented by an energy independent relationship. This phenomenon was verified experimentally as shown in Fig.4., and it could be expressed by the following empirical formula

$$D = 6.37 \times 10^{-8} S^{0.2} \qquad (2)$$

where D is the absorbed dose in rad per unit neutron fluence.

Conclusion

From the results obtained in this study, it can be concluded that the coloured cellulose nitrate film (LR-115) is characterized by an energy response in agreement with the variation of the dose - equivalent for Standard Man.

Consequently, the detector may be useful for immediate evaluation of the emergency neutron dose from reactor accidents within an acceptable uncertainty. Moreover, it can be of use for neutron spectrometry in reactor shielding studies.

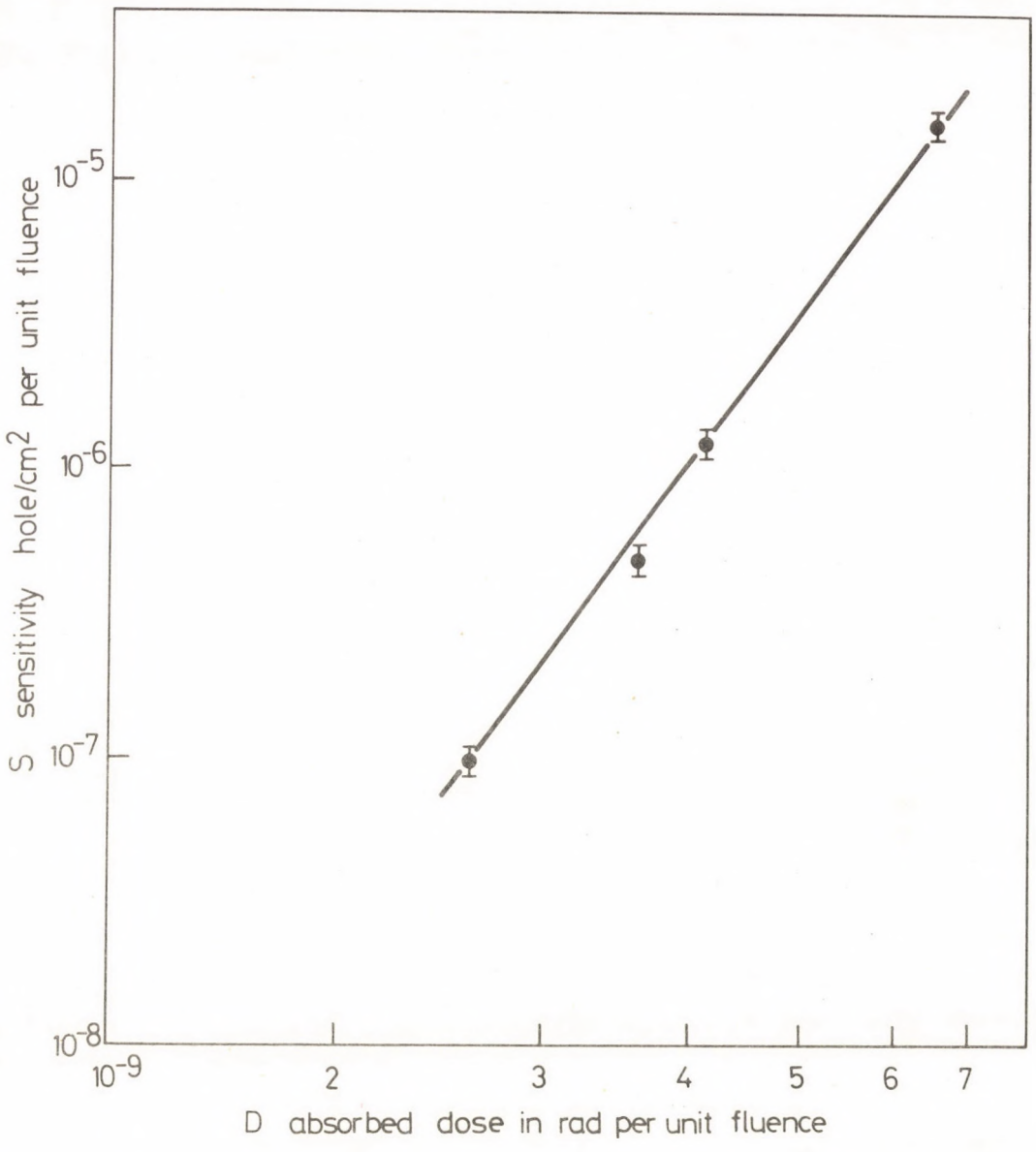


Fig. 4. Rad response characteristics of LR-115 film. (Etched 80 min, in 10 % NaOH at 60°C.)

4. ábra Az LR-film érzékenysége (lyuk/cm^2 egységnyi neutronfluens) az egységnyi neutronfluensre eső rad érték függvényében. (Maratás: 80 min; 10 % NaOH; 60°C.)

Рис. 4. Чувствительность LR-пленки (дырка/см^2/единица нейтронной флюенты) в зависимости от значения дозы в рад на единицу нейтронной флюенты. (Травление: 80 мин; 10% NaOH; 60°C.)

Acknowledgements

The authors acknowledge gratefully Prof. A. Szalay for kind interest and one of them (G.M.H.) also for the warm hospitality. We would like to thank Prof. J. Csikai, Dr. G. Pető, Dr. S. Makra, and Mr. J. Pálfalvi for irradiation facilities and valuable discussions.

Thanks are also due to Dr. G. Somogyi for his keen interest in the present work.

References

[1] L. Medveczky and G. Somogyi, Proc. Int. Conf. Corpuscular Photogr., 6 th, Florence 461. (1966), also ATOMKI Közlemények 8, 226 (1966).

[2] J. W. N. Tuyn, NORA Lab-Memo No. 123 (1966).

[3] K. Becker ENEA Symp. Radiation Dose Measurements, p. 317 Stockholm (1967).

[4] K. Jozefowicz, Nucl. Instrum. Methods, 93, 369 (1971).

[5] Y. Nishiwaki and T. Tsuruta, J. Nucl. Sci. Techn. 8, 3, 162 (1971).

[6] J. Barbier, J. Photographic Science, 19, 108 (1971).

[7] H. Berger and H. P. Lapinski, Trans. Am Nucl. Soc. 15, 1, 193 (1972).

[8] B. J. Tymons, J. W. N. Tuyn and J. Baarli, Proc. IAEA Symp. on Neutron Monitoring for Radiation Protection Purposes, Vienna, II. 63 (1973).

[9] Z. Bonczak and L. Natanson, Nukleonika, Tom. 18. nr. 12, (1973).

[10] S. Makra and P. Zaránd, Proc. IAEA Symp. on Radiobiol. Appl. Neutron Irradiation, Vienna, 41 (1972).

[11] G. M. Hassib and M. A. Gomaa, Health Physics, 19, 325 (1970).

[12] ICRU Report 13/1969, Neutron Fluence, Neutron Spectra and Kerma, Sept. 15, (1969).

ATOMKI Közlemények 16/4 (1974) 325-337.

SZUPRAVEZETŐ MÁGNESES RENDSZER MAGSPEKTROSZKÓPIAI CÉLOKRA

TÁRKÁNYI F., NOVÁK D., FÜLE K.

ATOMKI H-4001, Debrecen, Pf. 51. Hungary

In-beam konverziós elektron spektrometriai célokra - elektrontranszporterként - szupravezető mágnesrendszer készült. A cikk ismerteti a rendszer mágneses paramétereit.

A két Nb-Ti tekercs által 4 cm átmérőben, 2x9 cm hosszuságban létrehozott mágneses tér átlagosan 32 kOe erősségü, és tengelymenti téreloszlása biztositja, hogy az elektronokra kifejtett mágneses tükröző hatása csak kismérvü legyen.

SUPERCONDUCTING MAGNETIC SYSTEM FOR USE IN NUCLEAR SPECTROSCOPY. A superconducting magnetic system was built to be used as an electrontransporter in an in-beam conversion electron spectrometer. The article describes the magnetic characteristics of the system.

The field created by the two Nb-Ti coils in a bore of Ø 4cm and in a length of 2x9 cm, has an average field strength of 32 kOe, while its distribution along the axis guarantees, that its magnetic mirror effect for the transported electrons will be small.

СВЕРХПРОВОДЯЩАЯ МАГНИТНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ЯДЕРНОСПЕКТРОСКОПИЧЕСКИХ ЦЕЛЕЙ.
Построена сверхпроводящая магнитная система для транспорта конверсионных электронов в спектрометре на пучке протонов. В статье описываются магнитные параметры этой системы.

Поле с диаметром Ø 4 см и длиной 2x9 см создается двумя Nb-Ti катушками. Среднее значение напряженности магнитного поля 32 кэ. Распределение напряженности поля по оси обеспечивает что магнитное отражение электронов остается небольшим.

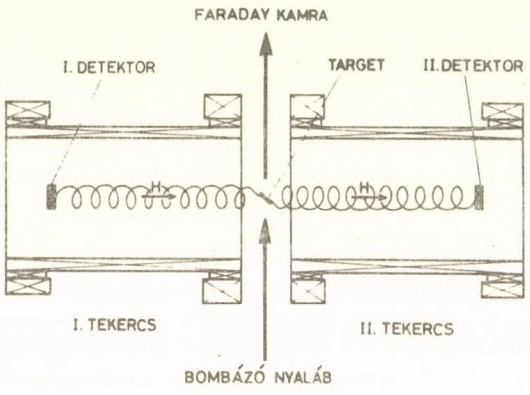
Bevezetés

Gyorsitókon végzett in-beam konverziós elektron vizsgálatoknál a félvezető detektorok alkalmazhatóságát nagymértékben csökkenti a céltárgy közelében lévő nagy háttér és a detektorok γ-érzékenysége.

A háttér csökkentése és ugyanakkor az elektronokra vonatkozó nagy fényerő megtartása biztositható, ha a félvezető detektorokat elektrontranszporterként nagy térerejü, diszperziómentes, szolenoidális mágneses térrel kombináljuk [1].

Az ATOMKI-ben kifejlesztés alatt áll egy mágneses transzporter-Si(Li) konverziós elektronspektrométer az 5 MeV-es Van de Graaff generátor protonnyalábján végzendő on-line vizsgálatok céljára.

A spektrométer elvi felépitése az 1. ábrán látható:



1. ábra A spektrométer elvi felépitése.

Fig. 1. The scheme of the spectrometer.

Рис. 1. Принципальная схема спектрометра.

Spektrométerünknél célszerünek mutatkozott, hogy a tekercseket szupravezetőből készitsük, elkerülve ilymódon a hagyományos mágnesek nagyteljesitményü egyenáramu táplálásával és hütésével együttjáró problémákat és kihasználva a szupravezető mágnesek olcsó üzemeltetésének előnyeit.

Példaként megemlitjük, hogy becsléseink szerint [2] a jelen feladat normál mágnesekkel való megoldásához legalább néhány száz kW körüli szabályozott egyenteljesitményre lett volna szükségünk. Ezzel szemben a hélium-, illetve nitrogén cseppfolyósitóink teljesitményszükséglete mintegy 50 kW, a mágnes áramtáplálásának teljesitményszükséglete pedig kisebb 100 Wattnál.

Az alábbiakban a spektrométer szupravezető tekercseinek elkészitéséről és beméréséről adunk ismertetést.

A mágnesrendszerrel szemben támasztott követelmények

A magfizikai követelményekről és a tervezés egyéb szempontjairól részletesen egy későbbi cikkben fogunk beszámolni.

Itt felsoroljuk a magfizikai és hidegtechnikai követelményeket kielégitő tekercsrendszer jellemzőit.

1. A kettős tekercsrendszer középpontjától (a céltárgy helyétől) a tengely mentén, mindkét irányban kb. 9-9 cm hosszuságban a tér homogenitásának eleget kell tennie a következő feltételnek:

$$\frac{H_{max} - H_{target}}{H_{target}} \leq 0{,}05$$

ahol H_{target}: térerősség a céltárgy helyén,
H_{max} : az előforduló legnagyobb térerősség értéke a céltárgy-detektor távolságon.

A térerősség monoton csökkenése megengedett a céltárgytól a detektorokig.

2. A két detektor közötti szabad térrészben a mágneses térerősség legyen legalább 30 kOe.

3. A tekercsek szabad (kriosztát falon belüli) belső átmérője legyen 4 cm, a két tekercs közötti távolság pedig 2 cm.

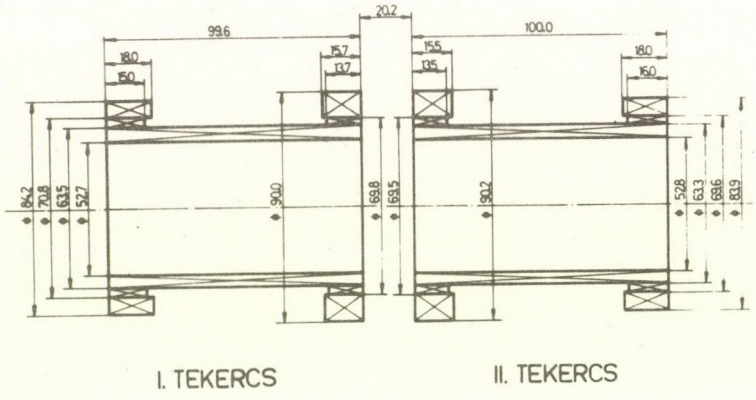
A fenti feltételek minimális külső átmérővel teljesitendők, hogy minél kisebb legyen a lehütéshez szükséges folyékony hélium mennyisége. A fő- és melléktekercseket - célszerüen - egy tápegységből, azaz sorba kötve kivánjuk táplálni.

A mágneses rendszer elkészitése

Tekercsrendszerünk főbb méreteit a 2. ábrán tüntettük fel. A követelményeknek megfelelő téreloszlás biztositásához viszonylag nagyméretü korrekciós tekercseket kellett alkalmazni, különösen a céltárgy felöli oldalakon.

A tekercs anyaga NIOMAX FMA 61/40 tipusu Nb-Ti kábel. Átmérőj a lakkszigeteléssel együtt 0,44 mm. A lakkszigetelés anyaga po-

livinilacetát. A nagytisztaságu vörösréz mátrixban 61 db 39 µm-es átmérőjü Nb-Ti szál helyezkedik el.



2. ábra A tekercsrendszer főbb méretei (mm).

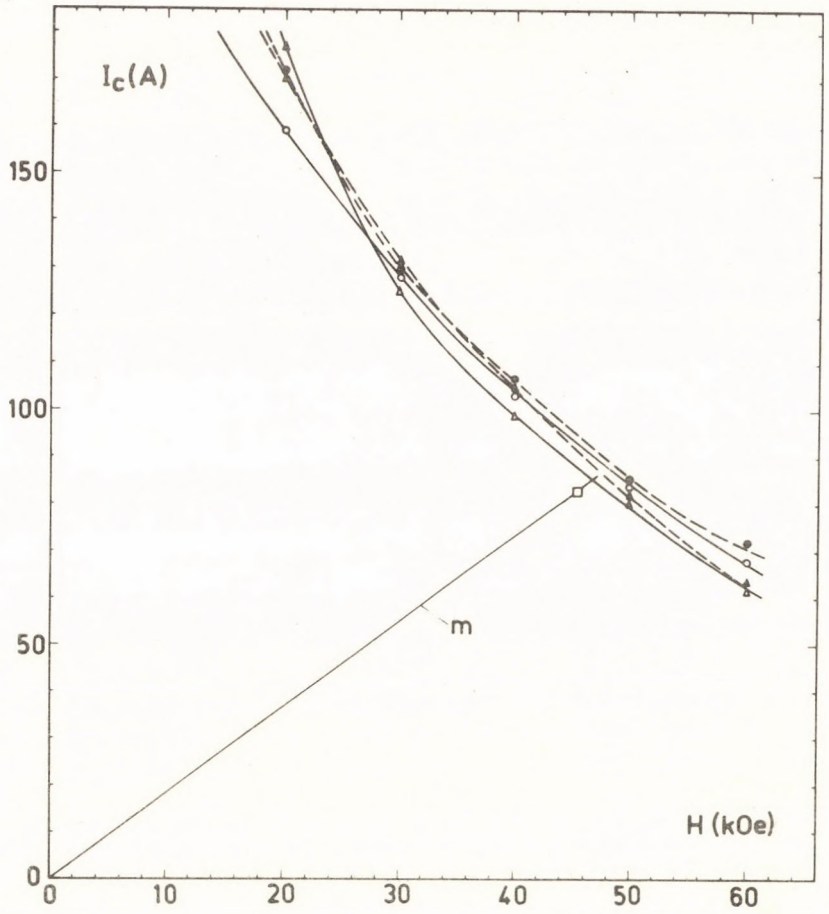
Fig. 2. The dimensions of the coil system (mm).

Рис. 2. Основные размеры системы катушек (мм).

A tekercseinkben felhasznált két kábelszálra vonatkozó, a gyártó cég által megadott két-két rövid-minta karakterisztikát a 3. ábrán tüntettük fel.

A csévetest anyagául Sr63 jelü sárgarezet használtunk. Ennek az anyagfajtának a mechanikai tulajdonságai kedvezőek alacsony hőmérsékleten, és hőtágulási együtthatója közel áll a szupravezető kábel vörösréz mátrixáéhoz.

A mágnesrendszer konstrukcióját a 4. ábrán tüntetjük fel.
A csévetestek tervezésekor megoldást kellett találni a tekercsek rögzitésére a köztük fellépő kb. 1 tonnás vonzóerő ellen. Ezt az ① - ② leszoritó rendszer segitségével történő előfeszitésükkel oldottuk meg. A spektrométerben a tekercsek közti távolságot a bombázó nyaláb vákuumcsatornája és a csévetestek oldalfalainak vastagsága szabja meg. Az előbbit a nyalábmenet valamint a szilárdsági szempontok egyértelmüen meghatározták. Azáltal, hogy a csévetest oldalfalait igen vékonyra választottuk (2 mm), a céltárgy körüli térrész homogenitási feltételét kisebb tekercsátmérővel tudtuk teljesiteni. A 2 mm-es oldalfal nem biztosit elég mechanikai tartást a szupravezető kábelnek tekercselés közben, és a mágnes müködése alatt; a menetek mozgása pedig degradáció forrása lehet. Ennek megakadályozására a csévetest oldalfalait a tekercselő padon megtámasztottuk, majd a tekercselés befejeztével sárgaréz félhengerek (4. ábra ⑦) rászoritásával rögzitettük. A folyékony hélium behatolásának biztositására a leszoritóharang és a félhengerek egyaránt erősen perforáltak.



3. ábra A felhasznált két szupravezető kábeldarab rövid-minta karakterisztikái.

△▲ I tekercshez felhasznált kábelanyag karakterisztikái.

⁘ II tekercshez felhasznált kábelanyag karakterisztikái.

m A tekercsrendszer maximális térerővel terhelt pontjának munkaegyenese.

Fig. 3. Short-sample characteristics of the two s.c. cables used for the winding of the coils.

△▲ Characteristics of the cable used in coil I.

⁘ Characteristics of the cable used in coil II.

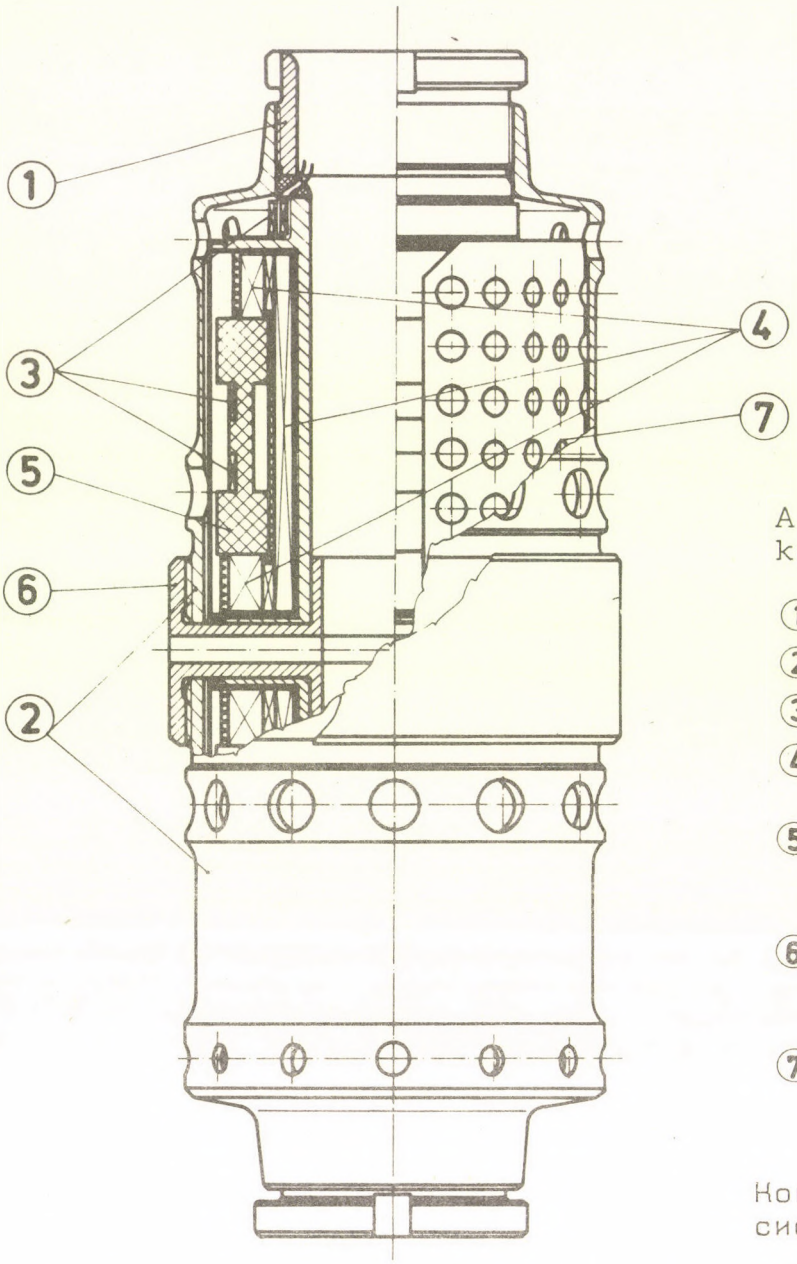
m Load line of the maximum field point area of the windings.

Рис. 3. Характеристики коротких образцов двух кабелей использованных в обмотке катушек.

△▲ Характеристики кабелья, использованного в катушке № I.

⁘ Характеристики кабелья, использованного в катушке № II.

m Зависимость напряженности поля от тока возбуждения в точке максимального значения H.



4. ábra

Fig. 4.

Рис. 4.

A mágneses rendszer konstrukciója.

① Szoritócsavar.
② Leszoritó harang.
③ Kábeltartalék.
④ Fő- és korrekciós tekercsek.
⑤ Textolit távtartó gyürü a korrekciós tekercsek között.
⑥ Sárgaréz távtartó a tekercsek kipróbálásához.
⑦ Félhenger-szoritók.

Construction of the magnetic system.

① Pressure screw.
② Bell shaped clamp.
③ Superconducting cable reserve.
④ Main coil and correction coils.
⑤ Textolit distance ring between the correction coils.
⑥ Brass spacer used in the experimental set-up.
⑦ Semicylindrical clamps.

Конструкция магнитной системы.

① Зажимная гайка.
② Кожух-сжиматель.
③ Запас кабелья.
④ Основная и корректирующие катушки.
⑤ Кольцо из текстолита между корректирующими катушками.
⑥ Латунный промежуточный фланец.
⑦ Полуцилиндрические укрепляющие кожухи.

A menetsorokat egymástól, illetve a csévetesttől lavszan (terefftalát) fóliával, illetve textolit lemezekkel szigeteltük. A működés közben fellépő radiális erők ellenében a tekercset rozsdamentes acéllemezzel fogtuk körül, amelyet acélhuzallal rögzitettünk. A korrekciós tekercsek oldalirányu megtámasztására textolit leszoritó gyürüt használtunk (4. ábra ⑤).

A kontaktusok számának csökkentése céljából, és hogy a kontaktusokhoz szükséges kivezetésekkel ne bonyolitsuk a csévetest konstrukcióját, mindkét tekercset egy-egy megszakitatlan kábeldarabból tekercseltük.

A textolit leszoritó gyürükön, illetve a csévetestek végén a kábelek mindkét végéből tartalékot képeztünk, esetleges utólagos korrekciók számára. A kivezetéseket a leszoritóharang miatt a csévetestek végén tengelyirányban kellett elhelyeznünk.

A fő- és melléktekercsekben lévő sorok és menetek száma, valamint a felhasznált szupravezető kábel mennyisége a következő táblázatban található:

1. Táblázat

I.Tekercs	sorok száma	menet-szám	kábel-hossz (m)
Alaptekercs	11	2459	449
Belső korrekciós tekercs	25	858	209
Külső korrekciós tekercs	18	687	161
			819

II.Tekercs	sorok száma	menet-szám	kábel-hossz (m)
Alaptekercs	11	2506	457
Belső korrekciós tekercs	25	866	240
Külső korrekciós tekercs	20	796	186
			853

A tekercselés és a kivezetések elkészitése közben 300 V feszültséggel folyamatosan ellenőriztük a kábel és a csévetest közötti szigetelési ellenállást, amely kb. 5 MΩ-nak adódott.

A tekercselést és a bemérést a dubnai Egyesitett Atomkutató Intézetben, a Nagyenergiáju Laboratórium Hidegtechnikai Osztályán végeztük.

Bemérés

A bemérés a Hidegtechnikai Osztály szupravezetőmágnestechnikai csoportjának 300 mm átmérőjü 1300 mm mélységü héliumkriosztátjában történt. A mérési összeállitás az 5. ábrán látható.

A tekercsrendszer lehütésekor kb. 20-25 liter folyékony héliumra volt szükség. Az árambevezetők hélium gőzökkel hütött Ø5x1,5 mm-es méretü vörösréz csövek voltak. Az árambevezetőkhöz, valamint egymáshoz a szupravezető kábeleket - a lakkszigetelés eltávolitása után - indiummal forrasztottuk, mintegy 20-30 cm hosszuságban.

A tekercs normál átmenete esetére a kriosztáton kivül védődiódát kapcsoltunk párhuzamosan a tekercscsel. Ily módon biztositottuk, hogy a tekercs sarkain ne jelenjék meg nagyfeszültség. Külön energiakivételről nem gondoskodtunk, tekintettel a tekercs kis energiatartalmára (3-4 kjoule).

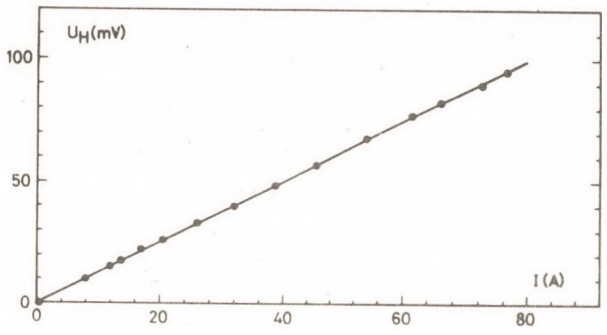
A két sorbakapcsolt szolenoidból álló tekercsrendszer kritikus áramának meghatározását különböző felmágnesezési sebességekkel végeztük. A kapott kritikus áram értékeket az egymás után következő felmágnesezések sorrendjében a II. táblázatban adtuk meg.

I_{krit}=83,1 A esetén a tekercsek átlagos áramsürüsége 37000 A/cm^2.

II. Táblázat

Felmágnesezés sorszáma	Felmágnesezési idő	Kritikus áram (A)
1	5'	72.00
2	7'15"	79.30
3	3'40"	75.40
4	20'	83.10

A mágneses tér eloszlásának mérésére a Szlovák Tudományos Akadémia Elektrotechnikai Intézetében készitett ALMK tipusu Hall-szonda szolgált. A szonda kalibrálatlan volt, igy csak relativ mérésre volt alkalmas. Linearitásának ellenőrzése mágnesünkben történt olymódon, hogy mértük a rögzitett helyzetü szonda Hall-feszültségét a mágnes gerjesztő áramának függvényében (6. ábra).



6. ábra A Hall-szonda feszültsége a mágnes gerjesztő áramának függvényében.

Fig. 6. The Hall-voltage of the probe as a function of the magnetisation current of the coils.

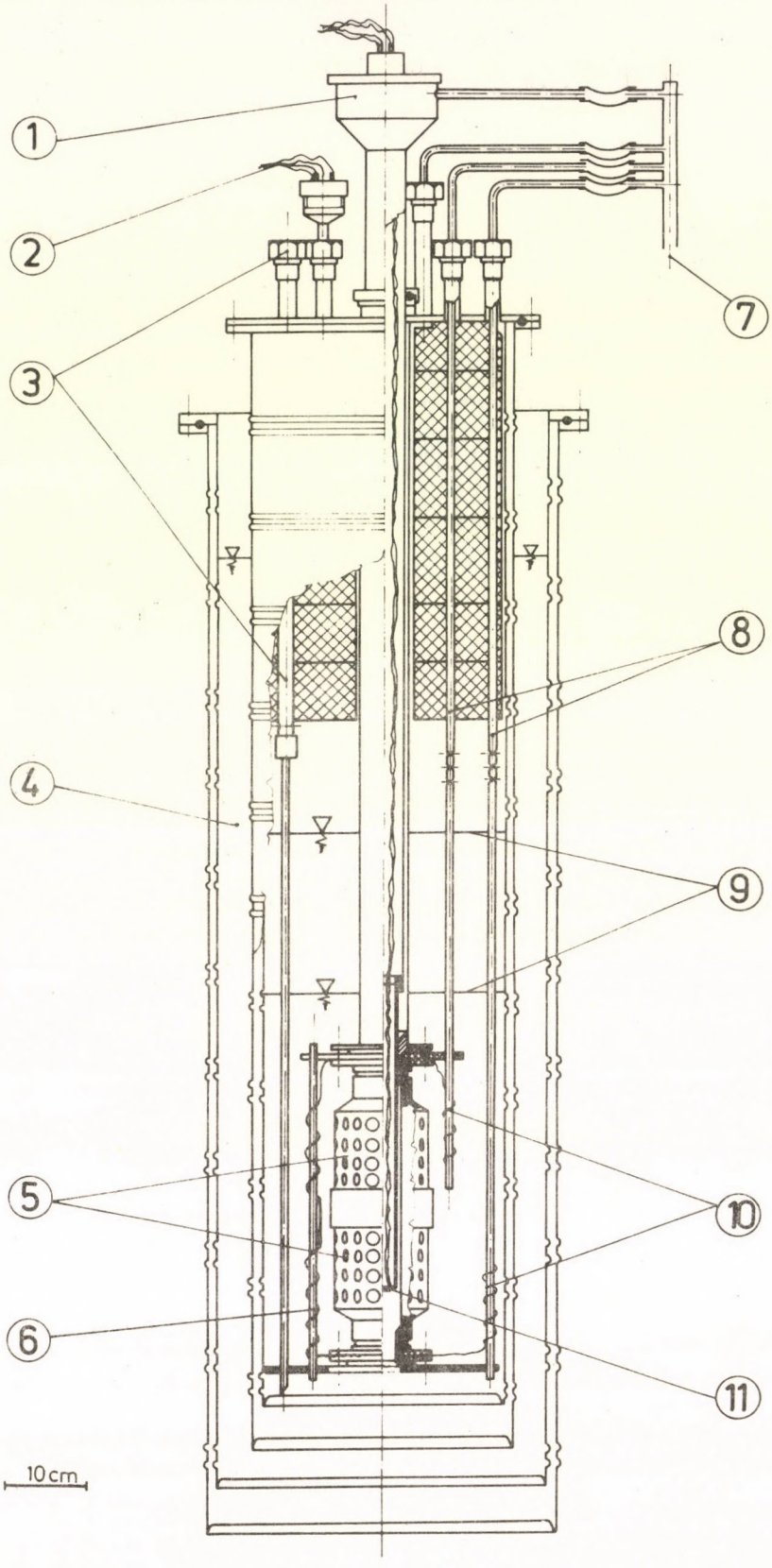
Рис. 6. Зависимость напряжения датчика Холла от тока возбуждения магнита.

A tekercsrendszer mágneses terének eloszlását I=49,2 A gerjesztő áramnál mértük. A mágneses térerősségeket I=83,1 A kritikus áramnál a tekercsek, sorok és menetek számának ismeretében számitással határoztuk meg. A tekercsrendszer mágneses terének mért eloszlását és I=83,1 A gerjesztő áramnál a hozzátartozó mágneses térerősség-értékeket a 7. ábrán tüntettük fel.

Mint az ábrából is kitünik, mágnesrendszerünk eleget tesz a kitüzött követelményeknek. A mágnes a detektorok helyén 30, illetve 31 kOe térerősséget biztosit. A céltárgy körüli térrészben 5 %-os az inhomogenitás mértéke. A tekercsek belsejében a térerősség kissé csökken, de monoton módon, ami biztositja, hogy az elektronok ezen a térrészen további mágneses tükröződést nem szenvednek [3].

Szupravezető mágnestechnikai szempontból lényeges, hogy a müködő mágnesrendszer kritikus árama mennyire közeliti meg a mágnes és rövidminta-karakterisztikák által meghatározott felső határt, azaz mennyi az áram degradációja. Az áram elérhető felső határának meghatározásához, a rövidminta-karakterisztikákon kivül ismer-

5. ábra - Fig. 5. - Рис. 5.



Mérési összeállitás a kriosztátban a mágnes beméréséhez.

① A téreloszlás mérésére használt mozgatható mérőfej.
② Hőmérők és szintmérők kivezetései.
③ Folyékony hélium betöltőnyilás.
④ Folyékony nitrogén.
⑤ Szupravezető mágnesek.
⑥ Szupravezető kontaktus a két tekercs között.
⑦ Hélium gáz elvezetés.
⑧ Árambevezetők.
⑨ A folyékony hélium maximális és minimális szintje.
⑩ A szupravezető kábelek kontaktusai az árambevezetőkhöz.
⑪ Hall szonda.

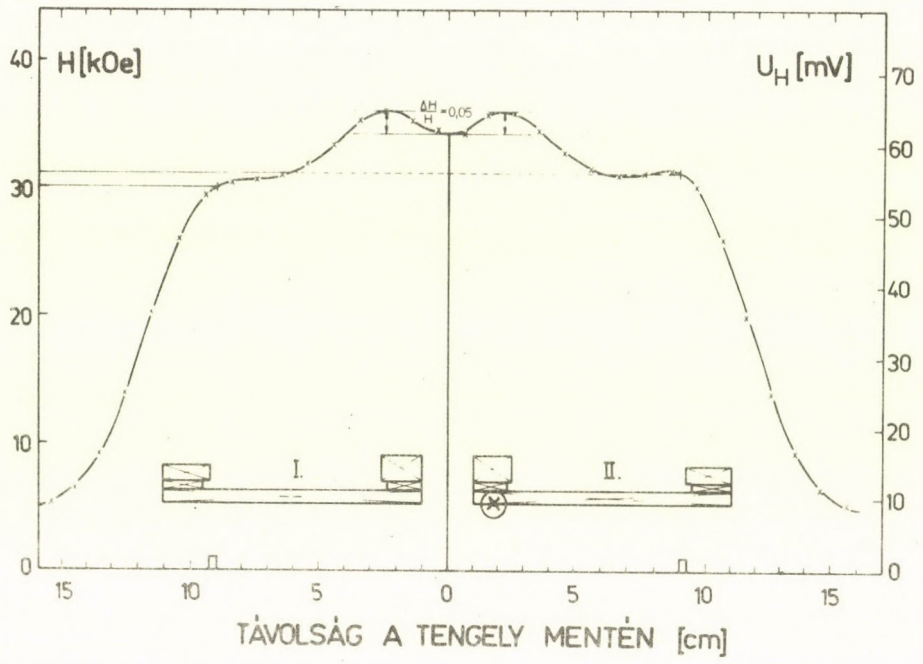
The experimental set-up as used in the measurement of the critical current and magnetic field distribution.

① Movable probe for magnetic field distribution measurement.
② Feed-throughs for temperature and liquid level sensors.
③ Liquid helium inlet tube.
④ Liquid nitrogen.
⑤ Superconducting magnets.
⑥ Superconducting contact between the two coils.
⑦ Helium gas collecting system.
⑧ Current leads.
⑨ The maximum and minimum level of liquid helium.
⑩ The contacts of superconducting cables to the current leads.
⑪ Hall-probe.

Экспериментальная установка для испытания магнитной системы.

① Шток датчика Холла для измерения распределения поля.
② Разъем для выводов термометров и уровномеров.
③ Заливная труба жидкого гелия.
④ Жидкий азот.
⑤ Сверхпроводящие магниты.
⑥ Сверхпроводящий контакт между двумя катушками.
⑦ Отвод гелиевого газа.
⑧ Токовводы.
⑨ Максимальный и минимальный уровни жидкого гелия.
⑩ Контакты сверхпроводящих кабелей к токовводам.
⑪ Датчик Холла.

ni kell a meneteket érő legnagyobb térerősség helyét és ezen pont munkaegyenesét. Mágnesrendszerünk maximális térerősségü pontjának helyét, illetve a hozzátartozó munkaegyenest számitással határoztuk meg (7. ábrán ⊗-szel jelölt pont, illetve a 3. ábrán m).



7. ábra Mágneses térerősség-eloszlás a tekercsrendszer tengelye mentén.

Fig. 7. Distribution of the magnetic field strength along the axis of the coil system.

Рис. 7. Распределение напряженности магнитного поля вдоль оси системы катушек.

A II. táblázatban megadott legnagyobb, 83,1 A-es táplálás esetén a mágnes ezen legnagyobb térerőnek kitett pontján a térerősség 45,3 kOe.

A 3. ábrán ezt az értéket összevetettük a rövidminta-karakterisztikákkal. Mint látható, az áram degradációja nem haladja meg az 5-6 %-ot.

Köszönetünket fejezzük ki Dr.Fényes Tibornak, az ATOMKI tudományos főmunkatársának a probléma felvetéséért, A. G. Zeldovics professzornak, hogy a mágnesek elkészitését az EAKI Hidegtechnikai Osztályán lehetővé tette, Ju. A. Sisovnak, az EAKI Hideg-

technikai Osztály csoportvezetőjének és csoportjának tanácsaikért és segitségükért.

Ugyancsak köszönet illeti a Szlovák Tudományos Akadémia Elektrotechnikai Intézetének osztályvezetőjét, Dr. L. Cesnakot értékes tanácsaiért, valamint Dusán Kabátot a rendelkezünkre bocsátott számitógép programjaiért, és a tekercsek beméréséhez nyujtott segitségéért.

Irodalom

[1] M. Waldschmidt, P. Osterman, Nucl. Instr. Meth., 89, (1970) 65

[2] P. F. Chester, Rep. Prog. Phys., XXX. (1967) 561

[3] Bo Lehnert, Dynamics of Charged Particles, North-Holland Publ. Co. Amsterdam, 1964.

ATOMKI Közlemények 16/4 (1974) 339-349.

A Pu-Be, Po-Be ÉS A Cf^{252} LABORATÓRIUMI NEUTRONFORRÁSOK ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGE AKTIVÁCIÓS ANALIZISBEN

JÓZSA ISTVÁN**, PETŐ GÁBOR*, CSIKAI GYULA* és K.D.VINH LONG*

A Pu-Be és a Cf^{252} laboratóriumi neutronforrások spektrumára átlagolt aktivációs hatáskeresztmetszet értékeket határozunk meg 19, illetve 21 különböző reakcióra szórásmentes környezetben. A hatáskeresztmetszetek alapján meghatároztuk az Al, Ti, Cu, As, Sr, Mo, In, Cd, Ba, Au, Hg és Pb kimutatására vonatkozó érzékenységeket a konkrét mérési körülmények figyelembevételével.

APPLICABILITY OF THE Pu-Be, Po-Be AND Cf^{252} LABORATORY NEUTRON SOURCES IN ACTIVATION ANALYSIS.

Cross section averaged for the spectrum of Pu-Be and Cf^{252} neutron sources have been determined for 19 as well as for 21 different reactions in non-scattering geometry. On the basis of the obtained data the sensitivity for determination of Al, Ti, Cu, As, Sr, Mo, In, Cd, Ba, Au, Hg and Pb was calculated under the present experimental conditions.

ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ЛАБОРАТОРЫХ НЕЙТРОННЫХ ИСТОЧНИКОВ Pu-Be, Po-Be И ^{252}Cf ДЛЯ АКТИВАЦИОННОГО АНАЛИЗА.

Среднее поперечное сечение активации было определено для 19 и 21 различных реакций использованием горячих нейтронов из Pu-Be и ^{252}Cf источников. На основе этих данных была вычислена чувствительность определения для элементов Al, Ti, Cu, As, Sr, Mo, In, Cd, Ba, Au, Hg и Pb, учитывая конкретные экспериментальные условия.

Bevezetés

A laboratóriumi neutronforrások széles körü elterjedése ellenére

* KLTE Kisérleti Fizikai Intézet, Debrecen

** Borsodi Vegyi Kombinát, Kutató Laboratórium, Kazincbarcika

az aktivációs analizisben való alkalmazásuk korlátozott, mivel a mérések tervezéséhez szükséges átlagos hatáskeresztmetszet értékek csak kevés magra ismertek

Jelen munka célja, hogy a hatáskeresztmetszetek meghatározása révén elősegitse az aktivációs analitikai vizsgálatokat. A kapott adatok egyben a források neutron-spektrumának, valamint a vizsgált reakciók gerjesztési függvényeinek ellenőrzését is lehetővé teszik [1], [2].

Kisérleti technika

Az átlagos hatáskeresztmetszet adatokat aktivációs módszerrel határoztuk meg a következő alakban:

$$\bar{\sigma} = \frac{\int_0^{E_{max}} \sigma(E)\Phi(E)\,dE}{\int_0^{E_{max}} \Phi(E)\,dE} \qquad (1)$$

Az aktiválást egy $5{,}3\cdot10^6$ neutron/sec hozamu INB-9 tipusu szovjet gyártmányu Pu-Be neutronforrással és egy kb. 10^9 neutron/sec hozamu Cf^{252} neutronforrással végeztük. Az alkalmazott Po-Be forrás szintén 10^6 neutron/sec körüli hozamot biztositott.

A megfelelően előkészitett minták aktiválását szórásmentes környezetben végeztük el. Az (α,n) források alkalmazása esetén a besugárzás az aktiválási geometria reprodukálását és a források mozgatását biztositó besugárzó készülék segitségével történt [1]. A rövid felezési idejü végmagok esetén a mintákat egy négyszög keresztmetszetü pneumatikus csőpostában [3] mozgattuk a besugárzó és a mérőhely között. A Cf^{252} neutronforrás alkalmazása esetén, mivel az aktiválási geometria reprodukálhatósága nem volt megfelelő, relativ fluxusmeghatározást végeztünk. Monitor reakcióként az irodalomban [4] nagy pontossággal megadott átlagos hatáskeresztmetszetü In^{115} (n,n') In^{115m} reakciót használtunk fel. A kapott relativ hatáskeresztmetszet értékeket az Al^{27} (n,p) Mg^{27} reakcióra meghatározott abszolut hatáskeresztmetszet adattal ellenőriztük. Az abszolut fluxus meghatározásakor kimért radiális fluxuseloszlásból az adódott, hogy az "$1/R^2$" törvény csak $R \gtrsim 7$ cm forráscentrum minta távolság esetén alkalmazható. Az $Al^{27}(n,p)Mg^{27}$ reakcióra kapott relativ és abszolut hatáskeresztmetszet értékek a mérési hibán belül egyeztek. Az abszolut és relativ hatáskeresztmetszet értékek összehasonlitásával egyben a kiértékelésben felhasznált Cf^{252} forrásadatokat és a monitor reakció iro-

dalmi hatáskeresztmetszet értékét is ellenőriztük.

A besugárzott minták aktivitásainak meghatározása során γ- és β-aktivitás méréseket végeztünk. A γ-aktivitások mérésére félvezető detektorként D.K.P. 352. 1. (-) tipusu, 40 cm^3 hatásos térfogatu, csehszlovák gyártmányu; és G. D. C-T-20 tipusu, 20 cm^3 hatásos térfogatu koaxiális, Nuclear Enterprises gyártmányu Ge(Li) detektorokat alkalmaztunk, szcintillációs detektorként pedig egy NZ-108 tipusu, 76·76 mm-es GAMMA gyártmányu NaI (Tl) kristályt használtunk fel. A mérőrendszerek energiahitelesitését és a stabilitás vizsgálatokat Na^{22}, Mn^{54}, Co^{57}, Y^{88}, Cs^{137} és Hg^{203} (IAEA Vienna) abszolut γ-forrásokkal végeztük el. Az abszolut aktivitás meghatározásához szükséges számlálási hatásfokot is részben a fenti standard γ-források segitségével határoztuk meg. A 20 cm^3-es Ge(Li) detektor esetén a relativ hatásfokgörbét az aktivált mintákkal azonos méretü Ra forrás és egy 14 MeV-es neutronokkal aktivált "Nd" mintával nyertük [5]. A görbét egy U^{235} izotópban dusitott minta segitségével abszolutizáltuk.

A β-aktivitások mérésére ND-102 tipusu, Tungsram gyártmányu, halogén töltésü, csillám-végablakos G.M. csövet alkalmaztunk. A 4πβ méréseket egy 2154-1-1M tipusu, szovjet gyártmányu, 4πβ-proporcionális számlálóval végeztük el.

Mérési eredmények

A Pu-Be és a Po-Be forrásokkal aktivált minták esetén kapott átlagos hatáskeresztmetszet értékeket az 1. és 2. táblázatokban foglaltuk össze. A táblázatokban a mérési eredmények mellett az alkalmazott aktivitás-mérési eljárást is feltüntettük. Gamma detektorként a 20 cm^3-es Ge(Li) detektort alkalmaztunk. Azoknál az elemeknél, ahol az izomer állapot hosszabb felezési idejü, elsősorban az $X(n,n')X^m$ reakciók hatáskeresztmetszetét határoztuk meg. A küszöbreakciók közül ugyanis az (n,n') folyamatok a legkedvezőebbek [6], [7], mivel alacsony küszöbenergiájuk következtében a gerjesztési függvényeik maximuma közel esik a források maximális hozamu neutronenergia tartományához. A táblázatokból kitünik, hogy a Pu-Be és a Po-Be források neutronspektrumára átlagolt hatáskeresztmetszet értékek jól egyeznek. Több elem esetén az (n,n') reakciókkal párhuzamosan lejátszódó (n,γ) reakciók is gerjeszthetik a vizsgált végállapotokat. Ezekben az esetekben effektiv hatáskeresztmetszet értékeket adtunk meg, amelyek a két reakció hatáskeresztmetszetének az izotópgyakoriságokkal sulyozott átlagai. A kezdeti aktivitások számolásához szükséges relativ intenzitás adatokat a [8] irodalomból vettük. A Cf^{252} laboratóriumi neutronforrás alkalmazása esetén meghatározott átlagos hatáskeresztmetszet értékeket a 3. táblázat tartalmazza. A 3. táblázatban az eredmények és a mérési eljárások mellett a hasadási spektrumra átlagolt irodalmi hatáskeresztmetszet adatokat [9] is feltüntettük. A relativ intenzitás adatokat

a [10] és a [11] közleményekből vettük.

Az 1., 2. és a 3. táblázatokban szereplő hatáskeresztmetszet adatok hibái optimális esetben a besugárzó fluxus, a számlálási hatásfok és a mért beütésszám statisztikus hibái mellett, a mérés és a kiértékelés véletlen hibáit is tartalmazzák. A véletlen hibákat a mérések többszöri ismétlésével nyert középértékek közepes hibáiként vettük számításba. Szerepük a statisztikus hibák mellett elhanyagolható, amint azt az $In^{113}(n,n')In^{113}$, $In^{115}(n,n')In^{115m}$, $Ti^{48}(n,p)Sc^{48}$, $Mo^{98}(n,\gamma)Mo^{99}$ és az $As^{75}(n,\gamma)As^{76}$ reakciók esetében megadott statisztikus hibák, (a 3. táblázatban "*"-gal jelölve) összehasonlitása mutatja. Ezért egy mérés esetén csak a statisztikus hibát adtuk meg.

Érzékenység számolás

A meghatározott hatáskeresztmetszet értékek aktivációs analitikai felhasználása céljából a Cf^{252}-vel aktivált minták esetén megvizsgáltuk, hogy az adott reakciókkal a kérdéses elemek milyen érzékenységgel mutathatók ki. A 4. táblázatban összefoglalt érzékenységi adatokat a Szabó-Simonits [12] által és leirt módszer alapján adtuk meg a munka során megvalósitott aktiválási és mérési feltételekre, valamint 30 %-os relativ standard deviációt feltételezve.

A közölt adatok a konkrét aktiválási és mérési feltételek reprodukálása esetén a vizsgált reakciókkal kimutatható anyagmennyiségekről tájékoztatnak. Mivel vizsgálataink során nem az volt a célunk, hogy a kérdéses elemek lehető legkisebb mennyiségét mutassuk ki, az érzékenységnek számolását a következő optimális aktiválási és mérési feltételekre is elvégeztük:

$$\tau_{akt} = 4T_{\frac{1}{2}} \quad \text{(max: 30 h.)}$$

$$\Delta t_m = 3T_{\frac{1}{2}} \quad \text{(max: 30 h.)}$$

$$t_h < 1\text{s.}$$

$$\Phi = \Phi^{opt}, \quad \text{ahol } "\Phi^{opt}" \text{ az általunk mért maximális neutronfluxus.}$$

A háttér mérés hibáját minta nélkül mért háttérspektrumból határoztuk meg.

Az optimális érzékenységi adatokat az 5. táblázat tartalmazza.

Diszkusszió

Az 5. táblázatból kitünik, hogy a Cf^{252} laboratóriumi neutronforrás alkalmazása esetén, a vizsgált küszöbreakciókon alapuló gyorsneutron aktivációs analitikai eljárással legfeljebb milligramm nagyságrendü anyagmennyiség mutatható ki. Ezzel a módszerrel viszont változó besugárzási körülmények között is gyors, rutinszerü vizsgálatokat lehet végezni. Ugyanis az (n,γ) reakciókon alapuló neutronaktivációs analitikai eljárással ellentétben, a magas küszöbenergiák következtében a módszer érzéketlen a szórt neutronokra. Igy nem igényes a minta készitésre és akár mozgó anyag elemzésére is alkalmazható, ami ipari körülmények között gyakori követelmény. (Pl. az ipari folyamatszabályozásban.)

A megadott optimális érzékenységi adatok alapján lehetőség van a Ge(Li) és a NaI(Tl) detektorok alkalmazásával történő analitikai vizsgálatok érzékenységének az összehasonlitására is. Az adatokat összehasonlitva kitünik, hogy a szcintillációs detektorok alkalmazásával nagyobb érzékenység érhető el, amely a félvezető detektorokhoz képest egy nagyságrenddel nagyobb hatásfokukkal magyarázható. A Ge(Li) detektorral történő tájékoztató mérések után, amennyiben az energiafelbontás megengedi, az analitikai mérésekre célszerübb szcintillációs detektort alkalmazni.

Az (1) alapján számolt és a mért átlagos hatáskeresztmetszet értékek a Pu-Be forrás esetén szisztematikus eltérést mutattak [1], ami azzal magyarázható, hogy az alacsony neutron energiatartományban a Pu-Be spektrum ismerete még nem kielégitő. Az átlagos hatáskeresztmetszet értékek számolása igy bizonytalan, amit tovább növel a gerjesztési függvények pontatlan ismerete [2], ezért az átlagos hatáskeresztmetszetek kisérleti meghatározása jelentősen növelheti az adatok pontosságát.

Irodalom

[1] G. Pető, J. Csikai, G. M. Shuriet, I. Józsa and V. Asztalos, Acta Phys. Hung., 33, 363 (1973).

[2] A. Pázsit, G. Pető, I. Józsa, J. Csikai, J. Bacsó, Materialü 2. Vszeszojuznoj konferencii po nejtronnoj fizike, Kiev, 28. maja - 1. ijunya 1973., Csaszty 3. 83.

[3] Sztaricskai Tibor, ATOMKI Közlemények, 13, 117 (1971).

[4] H. Pauw and A. H. W. ATEN, J. Nucl. Energy 25, 457 (1971).

[5] Nagy Sándor, Sailer Kornél, Daróczy Sándor, Raics Péter, Nagy József, Germán Endre, Ge(Li) detektor hatásfokának mérése kiterjedt forrásra, Közlés alatt.

[6] P. Bornemissza-Pauspertl, J. Károlyi, G. Pető, ATOMKI Közlemények, 10, 112 (1968).

[7] R. Landolt, R. Struckmeyer, Radiochem. Radioanal. Letters, 16, (4) 173 (1974).

[8] C. M. Lederer, J. M. Ho-lander and I. Perlman, Table of Isotopes, John Wiley and Sons, 1967.

[9] A. Calamand, I.N.D.C. (N.D.S,)-55L, IAEA, Vienna, sept.1973.

[10] Ray Gunnink, J. B. Niday, R. P. Anderson, R. A. Meyer, Lawrence Radiation Laboratory, University of California, Livermore, January, 14. 1969.

[11] Chr. Mexner, Jül - 811 - RX, Teil I., Dezember 1971.

[12] Szabó-Simonits, Aktivációs analizis, Müszaki Könyvkiadó Budapest, 1973.

A vizsgált elem	A lejátszódó magreakciók	A bomlás felezési ideje	A detektált γ-energia (keV)	A meghatározott hatáskeresztmetszet értékek (mb)	Az alkalmazott mérési eljárás
Al	$Al^{27}(n,p)Mg^{27}$	10 m	840	24 ± 3,4	4πβ, gamma, β
Si	$Si^{28}(n,p)Al^{28}$	2,3 m	-	54 ± 11	β
P	$P^{31}(n,p)Si^{31}$	2,6 h	-	90,4± 10	β
Se	$Se^{76}(n,\gamma)$ + $Se^{77}(n,n')Se^{77m}$	17,7 s	161	413 ± 87	gamma
Br	$Br^{79}(n,n')Br^{79m}$	4,8 s	210	139 ± 22	gamma
	$Br^{79}(n,\gamma)Br^{80m}$	4,4 h	-	38 ± 8	β
	$Br^{79}(n,\gamma)Br^{80m}$	17,6 m	-	69 ± 14	β
Sr	$Sr^{86}(n,\gamma)$ + $Sr^{87}(n,n')Sr^{87m}$	2,8 h	388	42 ± 7	gamma
Y	$Y^{89}(n,n')Y^{89m}$	16 s	910	365 ± 75	gamma
Cd	$Cd^{110}(n,\gamma)$ + $Cd^{111}(n,n')Cd^{111m}$	49 m	247	123 ± 18	gamma Ge(Li)
In	$In^{115}(n,n')In^{115m}$	4,5 h	335	150 ± 19	gamma Ge(Li)
	$In^{115}(n,\gamma)In^{116m}$	54 m	-	136 ± 27	β
I	$I^{127}(n,\gamma)I^{128}$	25 m	-	95 ± 19	β
Ba	$Ba^{134}(n,\gamma)$ + $Ba^{135}(n,n')Ba^{135m}$	28,7 h	268	237 ± 40	gamma
	$Ba^{136}(n,\gamma)$ + $Ba^{137}(n,n')Ba^{137m}$	2,6 m	662	139 ± 28	gamma
Hg	$Hg^{198}(n,\gamma)$ + $Hg^{199}(n,n')Hg^{199m}$	43 m	158	143 ± 33	gamma Ge(Li)
Au	$Au^{197}(n,n')Au^{197m}$	7,4 s	279	710 ±140	gamma
	$Au^{197}(n,\gamma)Au^{198}$	2,7 d	411,8	130 ± 20	Ge(Li)
Pb	$Pb^{204}(n,n')Pb^{204m}$	67 m	336	< 31	gamma

1. Táblázat: A Pu-Be neutronforrás spektrumára átlagolt hatáskeresztmetszet értékek

Table 1.: Averaged cross sections for the spectrum of Pu-Be

Табл. 1.: Средние поперечные сечения для спектра источника нейтронов Pu-Be

A vizsgált elem	A lejátszódó magreakciók	A bomlás felezési ideje	A detektált γ-energia (keV)	A meghatározott hatáskeresztmetszet értékek (mb)	Az alkalmazott mérési eljárás
P	$P^{31}(n,p)Si^{31}$	2,6 h	-	95 ± 19	β
Cd	$Cd^{110}(n,\gamma)$ + $Cd^{111}(n,n')Cd^{111m}$	49 m	247	142 ± 25	Ge(Li)
In	$In^{115}(n,n')In^{115m}$	4,5 h	335	182 ± 28	Ge(Li)
Au	$Au^{197}(n,\gamma)Au^{198}$	2,7 d	411,8	129 ± 14	Ge(Li)

2. Táblázat: A Po-Be neutronforrás spektrumára átlagolt hatáskeresztmetszet értékek

Table 2.: Averaged cross sections for the spectrum of Po-Be neutron source

Табл. 2.: Средние поперечные сечения для спектра истоснника нейтронов Po-Be

A vizsgált elem	A lejátszódó magreakciók	A bomlás felezési ideje	A detektált γ-energia (keV)	A meghatározott hatáskeresztmetszet értékek (mb)	Az alkalmazott mérési eljárás	Irodalmi hatáskeresztmetszet adatok (mb)
Cd	$Cd^{116}(n,\gamma)Cd^{117}$	2,6 h	1068 1302	38 ± 14	gamma	
	$Cd^{110}(n,\gamma)$ + $Cd^{111}(n,n')Cd^{111m}$	49 m	150,8 245,4	204 ± 7	gamma Ge(Li)	228 ± 76
In	$In^{113}(n,n')In^{113m}$	104 m	391,7	182 ± 9 * ± 11	Ge(Li)	-
	$In^{115}(n,n')In^{115m}$	4,5 h	336,5	367 ± 15 * ± 22	gamma	
	$In^{115}(n,\gamma)In^{116}$	54 m	1293,3	121 ± 4 * ± 6	Ge(Li)	125,3 ± 4,3
Cu	$Cu^{63}(n,\gamma)$ +					
	$Cu^{65}(n,2n)Cu^{64}$	12,8 h	511	17,6± 1,4	Ge(Li)	-
	$Cu^{65}(n,\gamma)Cu^{66}$	5,1 m	1039	5,8± 0,9	Ge(Li)	-
Ti	$Ti^{47}(n,p)Sc^{47}$	3,4 d	159,4 983,5	19 ± 1,5	Ge(Li)	20 ± 2,3
	$Ti^{48}(n,p)Sc^{48}$	44 h	1037,5 1312,1	0,41± 0,023 * ± 0,026	Ge(Li)	0,315 ± 0,027
Mo	$Mo^{98}(n,\gamma)Mo^{99}$	66 h	140,5 777,8	23,2± 1,4 * ± 1,8	Ge(Li)	-
	$Mo^{92}(n,p)Nb^{92}$	10 d	934,5	10,2± 1,1	Ge(Li)	7,0 ± 0,6
Au	$Au^{197}(n,2n)Au^{196}$	6,2 d	355,7	7,6± 0,5	Ge(Li)	3,0 ± 0,3
	$Au^{197}(n,\gamma)Au^{198}$	2,7 d	411,8	90,6± 5,5	Ge(Li)	98,8 ± 0,3
As	$As^{75}(n,\gamma)As^{76}$	26,3 h	559,1 1216,3	26,0± 1,6 * ± 2,3	Ge(Li)	-
Sr	$Sr^{84}(n,\gamma)Sr^{85}$	70 m	231,6	242 ± 27	gamma	-
	$Sr^{86}(n,\gamma)$ + $Sr^{87}(n,n')Sr^{87m}$	2,8 h	388,5	182 ± 22	gamma	112 ± 17
Ba	$Ba^{138}(n,\gamma)Ba^{139}$	83 m	165,9	3,8± 0,4	gamma	-
	$Ba^{134}(n,\gamma)$ + $Ba^{135}(n,n')Ba^{135m}$ $Ba^{136}(n,\gamma)$ +	28,7 h	268,1	255 ± 28	gamma	-
	$Ba^{137}(n,n')Ba^{137m}$	2,6 m	661,6	293 ± 29	gamma	225 ± 22
Al	$Al^{27}(n,p)Mg^{27}$	9,5 m	843,3 1014,4	3,8± 0,2	gamma 4πβ Ge(Li)	4,0 ± 0,45
Hg	$Hg^{198}(n,\gamma)$ +					
	$Hg^{199}(n,n')Hg^{199m}$	42 m	158,3 374	168 ± 6	gamma Ge(Li)	-
Pb	$Pb^{204}(n,n')Pb^{204m}$	67 m	374,7 898,9	20,9± 1,2	gamma Ge(Li)	18,6 ± 1,5

3. Táblázat: A Cf^{252} neutronforrás spektrumára átlagolt hatáskeresztmetszet értékek

Table 3.: Averaged cross sections for the spectrum of ^{252}Cf neutron source

Табл. 3.: Средние поперечные сечения для спектра источника нейтронов ^{252}Cf

Reakció	E_γ (keV)	$T_{1/2}$	NaI(Tl) m_q (mg)	Ge(Li) m_q (mg)
$Sr^{86}(n,\gamma)$ +				
$Sr^{87}(n,n')Sr^{87m}$	388,5	2,84 h	2	-
$Ba^{134}(n,\gamma)$ +	268,1	28,7 h	8	-
$Ba^{135}(n,n')Ba^{135m}$				
$Ba^{136}(n,\gamma)$ +	660	2,6 m	7	-
$Ba^{137}(n,n')Ba^{137m}$				
$Al^{27}(n,p)Mg^{27}$	840	9,5 m	12	6
$Hg^{198}(n,\gamma)$ +	158,3	42 m	6	6
$Hg^{199}(n,n')Hg^{199m}$				
$Pb^{204}(n,n')Pb^{204m}$	380		373	185
	900	67 m	194	195
$Cd^{110}(n,\gamma)$ +	150	49 m	21	12
	250		5	38
$Cd^{111}(n,n')Cd^{111m}$				
$Cu^{63}(n,\gamma)$ +	511	12,8 h	-	15
$Cu^{65}(n,2n)Cu^{64}$				
$Ti^{47}(n,p)Sc^{47}$	160	3,4 d	-	61
$Ti^{48}(n,p)Sc^{48}$	990	44 h	-	103
	1038			102
	1312			130
$Mo^{92}(n,p)Nb^{92}$	934,6	10 d	-	144
$Mo^{98}(n,\gamma)Mo^{99}$	140,6	66 h	-	32
$Au^{197}(n,\gamma)Au^{198}$	411,8	2,7 d	-	2
$As^{75}(n,\gamma)As^{76}$	559,2	26,3 h	-	5
$In^{115}(n,n')In^{115m}$	336,6	4,5 h	-	1

4. Táblázat: Érzékenység értékek a mérési és az aktiválási körülményeinkre

Table 4.: Sensitivity data for the given experimental conditions

Табл. 4.: Чувствительности при данных экспериментальных условиях

Reakció	E_γ (keV)	$T_{1/2}$	NaI(Tl) m_q (mg)	Ge(Li) m_q (mg)
$Sr^{86}(n,\gamma)$ + $Sr^{87}(n,n')Sr^{87m}$	388,5	2,84 h	0,2	-
$Ba^{134}(n,\gamma)$ + $Ba^{135}(n,n')Ba^{135m}$ $Ba^{136}(n,\gamma)$ + $Ba^{137}(n,n')Ba^{137m}$	268,1	28,7 h	0,5	-
	660	2,6 m	3	-
$Al^{27}(n,p)Mg^{27}$	840	9,5 m	1	3
$Hg^{198}(n,\gamma)$ + $Hg^{199}(n,n')Hg^{199m}$	158,3	42 m	0,4	0,7
$Pb^{204}(n,n')Pb^{204m}$	380 900	67 m	29 56	50 65
$Cd^{110}(n,\gamma)$ + $Cd^{111}(n,n')Cd^{111m}$	150 250	49 m	0,6 0,2	1,2 0,5
$Cu^{63}(n,\gamma)$ + $Cu^{65}(n,2n)Cu^{64}$	511	12,8 h	-	1,2
$Ti^{47}(n,p)Sc^{47}$	160	3,4 d	-	2,5
$Ti^{48}(n,p)Sc^{48}$	990 1038 1312	44 h	-	6,5 7,5 6,4
$Mo^{92}(n,p)Nb^{92}$	934,6	10 d	-	10,6
$Mo^{98}(n,\gamma)Mo^{99}$	140,6	66 h	-	0,9
$Au^{197}(n,\gamma)Au^{198}$	411,8	2,7 d	-	0,1
$As^{75}(n,\gamma)As^{76}$	559,2	26,3 h	-	0,2
$In^{115}(n,n')In^{115m}$	336,6	4,5 h	-	0,05

5. Táblázat: Optimális érzékenység adatok
Table 5.: Optimal sensitivity data
Табл. 5.: Оптимальные чувствительности

ATOMKI Közlemények 16/4 (1974) 351-354.

CALCULATION OF AVERAGE (n,2n) CROSS-SECTIONS FOR FISSION NEUTRONS

Z. T. BÖDY

Institute for Experimental Physics, Debrecen, Hungary

Fission spectrum average (n,2n) cross-sections were calculated from experimental excitation functions and from most probable (absolute) cross-section values at 14.7 MeV. These differential data have been compared to those of integral origin as well as to those from the systematics of Calamand.

HASADÁSI SPEKTRUMRA ÁTLAGOLT (n,2n) KERESZTMETSZETEK SZÁMITÁSA. U-235 termikus hasadásából származó neutronspektrumra átlagolt (n,2n) keresztmetszeteket számoltunk a kisérleti gerjesztési függvények és a 14.7 MeV-nél mért adatokból eredő legvalószinübb (abszolut) keresztmetszet-értékek segitségével. Ezeket a differenciális adatokat az integrális mérések eredményeihez hasonlitottuk. Összehasonlitást végeztünk továbbá a jelen és a Calamand-féle szisztematikából származó keresztmetszet-értékek között is.

РАСЧЕТ СРЕДНИХ (n,2n) СЕЧЕНИЙ ДЛЯ НЕЙТРОНОВ ДЕЛЕНИЯ. Проводились расчеты усредненных (n,2n) сечений по спектре нейтронов испускаемых при делении U-235 тепловыми нейтронами. Измеренные при разных энергиях нейтронов значения (n,2n) сечений и наиболее вероятные абсолютные значения сечений при энергии нейтронов 14.7 МэВ были исползованы для получения функций возбуждения. Полученные средние сечения были сравнены сечениями систематики Каламанда.

Data of differential origin have been obtained for fission spectrum average (n,2n) cross-section through the following steps:

1. All the available measured excitation functions for (n,2n) reaction were collected from refs. [1], [2], [3].

2. Function of the form

$$\sigma_o[1-(1+\frac{\varepsilon}{T})e^{-\frac{\varepsilon}{T}}], \qquad \varepsilon = \frac{A}{A+1}E_{n\,lab} + Q_{n,2n} \tag{1}$$

with the parameters T and σ_o were fitted to the experimental points by least squares.

3. Where more than one excitation curves were available for the same target nuclide, the simple arithmetic mean of the respective T values has been calculated.

4. For this mean T, a new σ_o value was chosen to fit the curve of the form (1) to the recommended (n,2n) values at 14.7 MeV as given in [4].

5. Using these excitation functions as well as the formulae of Cranberg

$$\psi(E) = 0.453e^{-\frac{E}{0.965}}\,sh(\sqrt{2.29E}) \tag{2}$$

and Watt,

$$\psi(E) = 0.484e^{-E}\,sh(\sqrt{2E}) \tag{3}$$

respectively, giving the flux density distribution, fission spectrum averages were calculated. The integration was extended to the energy region between the (n,2n) and (n,3n) thresholds in each case. Q values were taken from [5].

The results can be found in Table 1. The experimental data as well as data from the systematics of Calamand were taken from [6]. One can see that more than 70 % of the present values lies within the error limits of the systematics values (+ 70 % - 40 %) both for the Cranberg and Watt spectra; the $\frac{\text{systematics}}{\text{Watt}}$ ($\frac{\text{syst}}{\text{Watt}}$) ratios are centered to one, while this is not true for the $\frac{\text{systematics}}{\text{Cranberg}}$ ($\frac{\text{syst}}{\text{Cran}}$) ratios.
The comparison with the experimental data is not easy at all, because there are only a few measured values; it seems that

TABLE 1.

target nuclid	T (MeV)	Cranberg (mb) $\langle\sigma_{n,2n}\rangle$	Watt (mb) $\langle\sigma_{n,2n}\rangle$	exp. (mb) $\langle\sigma_{n,2n}\rangle$	syst. (mb) $\langle\sigma_{n,2n}\rangle$	exp./Cran	exp./Watt	syst/Cran	syst/Watt
N-14	1.46	0.0008	0.0010	-	0.030	-	-	37	30
F-19	2.50	0.0063	0.0076	0.0073±0.0007	0.050	1.16	0.96	7.90	6.58
Na-23	1.75	0.0025	0.0032	0.0022±0.0002	0.008	0.88	0.69	3.20	2.50
P-31	1.64	0.0006	0.0008	-	0.013	-	-	21.7	16.3
K-39	1.00	0.0002	0.0003	-	0.007	-	-	35.0	23.3
Sc-45	0.90	0.0348	0.0425	-	0.050	-	-	1.44	1.18
Ti-46	1.42	0.0030	0.0038	0.0078±0.0009	0.008	2.60	2.05	2.70	2.11
Cr-50	1.59	0.0017	0.0021	0.006 ±0.001	0.011	3.53	2.86	6.47	5.24
Cr-52	1.11	0.0246	0.0306	-	0.028	-	-	1.14	0.92
Mn-55	1.20	0.1858	0.2217	0.258 ±0.013	0.18	1.39	1.16	0.97	0.81
Fe-54	1.10	0.0008	0.0010	0.005 ±0.0025	0.007	6.30	5.00	8.75	7.00
Co-59	1.05	0.1624	0.1946	0.40 ±0.004	0.15	2.46	2.06	0.92	0.77
Ni-58	1.31	0.0022	0.0027	0.0049±0.0014	0.026	2.23	1.81	11.8	9.63
Cu-63	1.64	0.0678	0.0824	0.124 ±0.011	0.11	1.83	1.50	1.62	1.33
Cu-65	1.30	0.2598	0.3078	-	0.28	-	-	1.08	0.91
Zn-64	1.92	0.0136	0.0170	-	0.040	-	-	2.94	2.35
Zn-66	1.27	0.0874	0.1064	-	0.091	-	-	1.04	0.86
Ga-69	1.31	0.2033	0.2431	-	0.20	-	-	0.98	0.82
Ge-70	1.24	0.0602	0.0739	1.8 (±0.9)	0.059	30.0	24.4	0.98	0.80
Ge-76	2.36	0.3130	0.3685	-	0.51	-	-	1.63	1.38
As-75	1.30	0.2440	0.2910	0.33 ±0.02	0.23	1.35	1.13	0.94	0.79
Se-74	1.09	0.0306	0.0380	-	0.036	-	-	1.17	0.95
Se-76	0.91	0.1206	0.1464	-	0.091	-	-	0.75	0.62
Br-79	1.14	0.1771	0.2132	-	0.15	-	-	0.85	0.70
Br-81	1.30	0.2512	0.2995	-	0.26	-	-	1.03	0.87
Rb-85	1.17	0.2685	0.3219	0.2 (±0.1)	0.20	0.74	0.62	0.74	0.62
Rb-87	1.08	0.5710	0.6746	-	0.35	-	-	0.61	0.52
Sr-84	1.20	0.0164	0.0204	-	0.042	-	-	2.56	2.06
Y-89	0.93	0.1119	0.1368	0.156 ±0.011	0.076	1.39	1.14	0.68	0.56
Zr-90	1.06	0.0593	0.0734	0.076 ±0.01	0.048	1.28	1.04	0.81	0.65
Mo-92	0.70	0.0110	0.0137	-	0.023	-	-	2.10	1.68
Rh-103	0.90	0.5339	0.6206	-	0.74	-	-	1.40	1.19
Ag-107	1.72	0.4752	0.5593	-	0.60	-	-	1.27	1.07
Ag-107m	1.29	0.1899	0.2242	0.46 ±0.09	-	2.42	2.05	-	-
Cd-106	0.94	0.1446	0.1743	-	0.15	-	-	1.04	0.86
Cd-116	0.97	1.3555	1.5543	-	1.5	-	-	1.11	0.97
In-113	1.12	0.8007	0.9352	-	0.70	-	-	0.87	0.75
In-115	1.22	1.0106	1.1711	-	1.1	-	-	1.10	0.94
Sn-112	0.91	0.2674	0.3213	-	0.18	-	-	0.67	0.56
Sb-121	1.32	0.7855	0.9148	-	0.89	-	-	1.12	0.97
Sb-123	1.17	0.9719	1.1250	-	1.2	-	-	1.23	1.07
I-127	1.26	0.8811	1.0233	0.9 ±0.1	1.0	1.02	0.88	1.13	0.98
Ce-140	1.19	0.8979	1.0444	-	1.0	-	-	1.11	0.96
Pr-141	1.18	0.7828	0.9146	-	0.86	-	-	1.10	0.94
Sm-144	1.30	0.2708	0.3254	-	0.27	-	-	1.00	0.83
Tm-169	1.14	2.6156	2.9688	-	3.7	-	-	1.42	1.25
Au-197	0.87	3.3985	3.8436	3.0 ±0.3	4.0	0.88	0.78	1.18	1.04
Tl-203	2.83	1.4580	1.6569	3.0 ±0.5	5.8	2.07	1.81	4.00	3.50
Pb-204	1.02	2.1007	2.3955	2.45 ±0.4	3.0	1.17	1.02	1.42	1.25

the agreement is not so good in this case. However, if taking only the recommended experimental values (underlined data) the agreement surprisingly improves. It should be also noted here that some of the experimental values might be too high (by 5-10%) because the standard chosen is too high [7]. About the errors: the same percentage errors as those of $\sigma_{n,2n}$ at 14.7 MeV (see ref. [4]) plus an error not greater than 10 % due to δT+ an error owing to the Cranberg or Watt formula, respectively.

It was observed that the estimate for T does depend on the energy region the experimental points lie within. It seems that the general tendency is that the higher the energy region in question the smaller T is. This is not in accordance with the rule $T \sim (\langle U_{exc} \rangle)^{\frac{1}{2}}$. One expects to have a deeper intight using only excitation functions measured by the same author, in a fixed energy region. Indeed, a smother variation of T vs. A (mass number) has been found in this case: T decreases slowly with increasing A (but just above the proton shells for neutron deficient targets sometimes it suddenly increases: F^{19}, Zn^{64}, etc). However, it is difficult to tell whether this is a "true" decrease of T, or simply the consequence of the fact, that by increasing A, the $Q_{n,2n}$ value decreases, and so the considered "fix" energy-region slips higher and higher above the threshold.

In order to see that fission spectrum averages how strongly depend on T, these averages were calculated for different values of T, preserving the fit with recommended $\sigma_{n,2n}$ values at 14.7 MeV. The dependence is rather weak. Generally, the percentage variation in T never reaches those in $\langle \sigma_{n,2n} \rangle$. E.g. a 10 % variation in T alters $\langle \sigma_{n,2n} \rangle$ less than 10 %; usually 2-4 % only. There are cases when a 50 % variation in T does not change $\langle \sigma_{n,2n} \rangle$ more than 1%!

References

[1] Neutron Cross Sections, BNL-325, Sigma Center, 1966.

[2] P. Jessen et al., Nuclear Data, Sec.A.Vol.1. No.2 (1966).

[3] Z. T. Bődy, INDC(HUN)-10, IAEA, Vienna, 1973.

[4] Z. T. Bődy, J. Csikai, At. En. Rev. 11, 153 (1973).

[5] Landolt-Börnstein, Zahlenwerte und Funktionen aus Naturwissenschaften und Technik, Gruppe I:Kern- und Teilchenphysik, Band 5., Q-Werte und Anregungsfunktionen von Kernreaktionen, Springer-Verlag, 1973.

[6] A. Calamand, INDC(NDS)-55/L, IAEA, Vienna, 1973.

[7] A. Calamand, priv. comm.

ATOMKI Közlemények 16/4 (1974) 355-360.

NOTE TO "THE COMPUTER PROGRAMME ALGAMMA FOR THE ANALYSIS OF γ-RAY SPECTRA ..." /G. SZÉKELY, ATOMKI KÖZL., 15, 259-272 (1973)/

G. SZÉKELY
ATOMKI H-4001, Debrecen, Pf. 51. Hungary

The code ALGAMMA [1] has been rewritten and developed in FORTRAN-IV. The features of this code named FORGAMMA are described in comparison with ALGAMMA.

ЗАМЕЧАНИЯ К СТАТЬЕ "ПРОГРАММА АЛГАММА ДЛЯ ОБРАБОТКИ ГАММА-СПЕКТРОВ ..." /G. SZÉKELY, ATOMKI KÖZL. 15. 259-272 (1973)/
Программа АЛГАММА [1] была переработана на язык ФОРТРАН-IV. Описываются свойства этой программы ФОРГАММА, сравнивая с АЛГАММА.

MEGJEGYZÉS AZ "ALGAMMA, Ge(Li)SPEKTROMÉTERREL MÉRT γ-SPEKTRUM KIÉRTÉKELŐ PROGRAM" /G. SZÉKELY, ATOMKI KÖZL. 15. 259-272 (1973)/ C. CIKKHEZ.
Az ALGAMMA-nevü programot [1] átdolgoztuk FORTRAN-IV. nyelvre. E program (FORGAMMA) jellemzőit tárgyaljuk az ALGAMMA tulajdonságaival összevetve.

In the article quoted in the title we mentioned the plan of transcribing the code ALGAMMA to another programming language as the CDC-3300 ALGOL compiler yielded a very slow running. The transcribing to SIMULA [4] has not been completed because this version had taken up very much core memory and finally we rewrote the code to FORTRAN-IV.

Besides the simple rewriting the following characteristics have been changed:

1. input data
2. file-handling
3. output
4. request for core memory
5. running time
6. the mode of usage on CDC-3300

The FORTRAN-version of the code named FORGAMMA is better than ALGAMMA in each of the above mentioned features. It has to be

stressed especially that the running became 8-10 times faster.

The above features are described here and a part of the output and a sample JOB are attached to this description.

1. Changes on the form of input data

The order and the form of input data are the following:

- Text card to identify the spectrum. The text on this card will be printed before the results.
- Nine control integers (as at ALGAMMA) in format "9I5" [2]. From the 50th column of the card the form of input spectrum can be specified. It is important to start this part with "("and to finish it with")". If there is no information on the form of the spectrum here, the code will read the entries of the input spectrum in format (13I6).

  In the 3 last columns of this card a positive number can be inserted. If the code reads a non-zero integer here, the main four computed parameters of the peaks will be written to a file, so in the case of another analysis of the same spectrum the code will be able to read these data from that file without recomputing them.
- The estimated positions of all the peaks continously in format (16I5).
- The estimated positions of the single peaks also in (15I6).
- The entries of the spectrum in the form specified on the second data card or in format (13I6).
- The 0th and 1st parameters of the linear function between the channel numbers and fwhm (full width at half maximum) if the number of single peaks is less than 2.
- Parameters of some peaks (4 for each) computed in advance if the first control integer is not zero.
- The peak positions, energies and the errors of the energies for the calibration in format (4(F8.0,F8.0,F4.0)) if energy calibration is wanted.
- The initial and final degrees of the calibration polynomial in format (2I5) in the above case.
- The three left parameters, the energy bound and the three right parameters of the efficiency curve in format (3F8.0,I5,3F8.0) if relative intensities are computed.

One can analyse several spectra in a single run by putting a data deck described above for each one after the other. Data cards must be finished with two blank cards.

2. File-handling

The code is able to handle four different files. The entries of the spectrum are read from file "10", other input data are read from file "5", the computed parameters for the peaks are read from or written on file "7" and the output of the computation is written on file "6". Generally "5" and "10" identify the standard INP file, "6" identifies the standard OUT file and "7" is the identifier of a permanent disc file. Of course you can assign these identifiers to other files too (with a control card $FILE... [3]).

3. Changes of output

One of the most important reasons of the faster running is the reorganisation of the output. We have increased the speed of calculations in the part which makes a printer graph and a table of the fits and we have reduced the output to 60 % essentially by putting the corresponding tables and printer graphs side by side instead of one after the other. This way we obtain the results in a clearer and well-arranged form. (Fig.1.)

We have built in two further options for the output. The first one is the possibility of putting the main parameters of the analysed peaks in a permanent file during the computation (see sect. 1). The other facility for the user is to give value 2 for the control parameter "OUT" [1]. If "OUT"=2, only the results of the last step of the fitting iterations appear in the output. No important information is lost either by this reduction or by the above mentioned one.

4. Request for core memory

The code FORGAMMA consists of 800 FORTRAN statements and needs 24K word (48Qp) core memory on CDC-3300. It occupies core memory by 17Qp less than ALGAMMA and as it has no overlay it does not use any scratch area while the segmented running of ALGAMMA used a scratch file consisting of 12·1280 characters.

5. Running time

Though we have carried out only 8-10 identical runnings with the codes ALGAMMA and FORGAMMA, we can state that in the case of detailed output the FORTRAN version needs 8-10 times less computing time than the ALGOL one. The sample spectrum in [1] (with 2K chan-

```
ANALYSIS FROM CHANNEL 1076  TO 1108      PARAMETERS    7      BACKGROUND DEGREE    2
 STEP          CHIQU      PEAKS          POS.        HEIGHT                BACKGROUND
   6          95.080          1      1094.203      3110.202   (0)  1626.186   (1)   -41.397   (2)     0.998
                              2      1086.827       667.684
PEAKS      2      CHANNELS   33      CHIQU/F   3.657

  F     INTENSITY        ERROR      POSITION        ERROR         FWHM
 11     23956.819      768.442      1094.203        0.092        7.267
 12      5132.831      670.835      1086.827        0.373        7.252

CHAN                    B:BACKGROUND          C:CALCULATION          M:MEASUREMENT          X: IF C=M
          M       C       B  CHIQU
1076    1459    1578    1585  11.25       M   C
1077    1526    1551    1547   0.42         MC
1078    1587    1521    1510   2.68        BC M
1079    1518    1502    1476   0.16       BCM
1080    1525    1500    1444   0.39      B CM
1081    1641    1524    1413   8.28     B   C  M
1082    1603    1580    1385   0.32    B     CM
1083    1713    1669    1358   1.09    B        C M
1084    1821    1783    1334   0.78   B            2CM
1085    1802    1905    1311   5.93  B1              M  2C
1086    1879    2022    1291  11.57 B  1                M2  C
1087    2204    2137    1273   2.00 B     1               2     C M
1088    2455    2281    1256  12.27B            1      2           C    M
1089    2524    2502    1242   0.18B               2      1              CM
1090    2837    2840    1229   0.01            2                        1           X
1091    3246    3290    1219   0.61       2                                                  1     M C
1092    3725    3777    1210   0.73    2                                                                  1  M C
1093    4063    4173    1204   2.98 2                                                                                M1 C
1094    4402    4346    1199   0.70                                                                                        1 C M
1095    4287    4223    1197   0.94                                                                                      1C M
1096    3953    3825    1196   4.10                                                                                1C  M
1097    3265    3256    1198   0.02                                                                    X
1098    2632    2652    1201   0.16                                                  MC
1099    2138    2127    1207   0.05                                X
1100    1654    1739    1214   4.45              M C
1101    1499    1493    1224   0.02        X
1102    1229    1360    1235  14.02M   C
1103    1318    1301    1249   0.22B X
1104    1303    1284    1264   0.27 CM
1105    1322    1288    1282   0.84 CM
1106    1381    1303    1301   4.33  C M
1107    1371    1323    1323   1.63  C M
1108    1308    1346    1346   1.27  MC
```

Fig. 1.

Table and printer graph of a fit.

Таблица и циорроператающий график одного интерполирования.

Táblázat és sornyomtatós rajz egy illesztésről.

nels and 41 peaks) was analysed by ALGAMMA in 27 minutes computing time. This computation was carried out by FORGAMMA in 2.5 minutes. We note than the original version of the code GAMMADI (it is working in Dubna) did the same work in 13.5 minutes on the computer CDC-1604A.

6. How to use the code on the computer CDC-3300?

We present the input cards for the running with a sample JOB in Fig.2. The most important control cards were described in [1] so we comment only the necessary new control cards here.

```
$JOB,ACC-NO,DETL197,3,2000
$SCHED,CLASS=I,CORE=48,854=1
$FILE,5=INP
$FILE,10=INP
$FILE,6=OUT
$RONL(854,200)
$*DEF(0,,GAM,*OWNER*,GAMMA SP. ANALYSIS,00,KOK,I)
$GASP,GAM
 SAMPLE SPECTRUM TL[197] FROM DUBNA ON CDC 3300 UT200 TERMINAL  1.SEPT.1974.
    0    2    0   41    7  170 1820   12    9
 1785 1777 1755 1725 1607 1572 1278 1246 1150 1137 1094 1090 1015  974  904  899
  873  870  851  836  828  824  760  751  667  664  649  634  594  584  571  562
  545  535  527  413  375  365  244  216  193
 1755 1607 1246 1015  413  216  193
 33255 32809 33244 32728 33200 33265 33710 33062 33404 33972 34339 33829 34583
 34737 35828 35435 36990 37163 39673 44322 52729 62552 73474 77221 75247 66650
 57504 48197 42526 39141 38402 36869 36510 36942 38065 37876 38828 39860 41787
 43161 47165 54051 69599 95609136896183221216010211670183481139766100533 71562
 53344 42207 37384 33426 32282 31278 31498 31052 31044 31240 31798 30575 30944
 31151 30785 30261   .     .     .     .     .     .

                          .     .     .     .     .   363   286   387   219   220
   220   186   173   193   190   189   164   191   184   188   177   188   163
   173   213   181   162   182   172   192   176   188   162   173   170   148
1755.   1410.5  0.2 1572.   1254.7  0.3 1094.   857.1   0.2 1015.   792.1   0.2
751.    578.    0.2 582.    425.7   0.2 413.    308.1   0.2 216.    152.17  0.06
193.    133.94  0.05
    1    4
```

Fig.2.

[[

Input cards

Входные карты

Bemenő kártyák

- $FILE cards follow the second card. The first parameters of these cards are the data set identifiers [3] of the files described in sect.2 and the second parameters denote the files which will be referred to by the code.
- $RONL card guarantees that the corresponding disc package is on.

- $*DEF card opens the file which contains the absolute task [3] of the code. Its parameter "OWNER" can be quired in our computing centre.
- $GASP card loads the code and starts the computation. Its parameter must agree with the third parameter of the card $*DEF.

Good luck for the running and we welcome the remarks on FORGAMMA.

References

[1] G. Székely, The computer programme ALGAMMA ..., ATOMKI Közl., 15. 259-272 (1973).

[2] 3100/3200/3300/3500 FORTRAN Ref. Man., (Control Data Corp. Software Doc. California, 1968).

[3] 3300/3500 MASTER Instant (Control Data Corp. Software Doc. California, 1968).

[4] SIMULA/MASTER Ref. Man., University os Oslo, 1967.

ATOMKI Közlemények 16/4 (1974) 361-372.

AZ ATOMKI PROGRAMKÖNYVTÁR ÉS HASZNÁLATA

SZÉKELY GÉZA és VERTSE TAMÁS

ATOMKI H-4001, Debrecen, Pf. 51. Hungary

Bevezetés

A korszerü magfizikai (alap- és alkalmazott) kutatás egyik legfontosabb segédeszköze az elektronikus számitógép. A számitógép azonban csak akkor jelent lényeges segitséget a kutató fizikus számára, ha legalább a leggyakrabban előforduló rutin feladatok megoldására kész számitógépprogramok állnak rendelkezésére. Ezért a legtöbb magfizikával foglalkozó intézetben kiterjedt magfizikai célu programkönyvtár szolgálja a kutatás céljait. A magasszintü programozási nyelvek kifejlődése lehetővé tette, hogy a programok világméretü cseréje létrejöhessen, igy a programkönyvtárak gyarapodásának ma már rendszerint kisebb hányadát képezik a saját fejlesztésü programok; nagyobb részét a más intézetektől átvett és adaptált programok teszik ki.

A számitógépprogramok gyüjtése az ATOMKI-ben legalább egy évtizedes multra tekint vissza. Ezeknek programkönyvtárrá való szervezése azonban csak a CDC-3300-on való munkánk megkezdésével gondolhattunk. Másrészt az UT-200-as távállomásnak ez év februárjában intézetünkben történt üzembehelyezésével a programkönyvtár megvalósitására és közreadására sürgető igény is jelentkezett.

Az ATOMKI Programkönyvtár (APK) jelenleg azokat az elsősorban magfizikai programokat foglalja magában, amelyek a CDC-3300-as számitógépen müködnek. Ezek száma pillanatnyilag kb. 30. A programok nagyobb részben más intézetekből származó programok adaptálásai, részben azonban saját fejlesztésüek.

A következőkben összefoglaljuk az APK használatának módját és lehetőségeit. Az APK-ban lévő jelentősebb programok leirását az ATOMKI Közlemények következő számaiban fogjuk közreadni.

Az APK-ban lévő programokról a legfontosabb információkat tartal-

mazzák az un. programlapok, melyek összegyüjtve az ATOMKI VIII-as épület 203-as szobájában tekinthetők meg. A programlapokból kiderül, hogy mely feladatokra van müködő program az APK-ban, és hogy ki az a személy (a továbbiakban nevezzük tulajdonosnak), aki a programnak az APK-ba való adaptációját végezte, s aki leirás hiányában a program használatáról felvilágositást ad. A programlap a program rövid ismertetésén kivül arra vonatkozó információt is tartalmaz, hogy más intézetből jövő felhasználók milyen feltételek mellett használhatják, illetve kaphatják meg az illető programot.

Belső felhasználók, tehát az ATOMKI kutatói részére ezek a programok korlátlanul felhasználhatók, de publikációkban, illetve előadásokban a tulajdonos személyére való hivatkozás módjáról a tulajdonossal lehetőleg a számitások megkezdése előtt meg kell egyezni.

Figyelembe kell venni azt is, hogy összetettebb programok esetén a tulajdonosnak a program APK-ba való adaptációjában rendszerint jelentős mennyiségü munkája fekszik, ezenkivül különösen a kezdő felhasználók rendszerint sürün igénybe veszik a tulajdonos idejét a program használatával kapcsolatos kérdéseikkel. Ha valóban igy van, a program számitási eredményeit felhasználó publikációban a tulajdonos társszerzősége méltányos.

A számitások megkezdésekor meg kell győződni arról, hogy a felhasználó rendelkezik-e elegendő CDC-gépóra kerettel, és ha igen, akkor milyen számlázási azonositó használatára jogosult. (Ez egyébként a CDC gépen való minden tevékenység szükséges előfeltétele.) Ezekkel a kérdésekkel kapcsolatban Vertse Tamás ad felvilágositást.

Az APK-ban lévő programok a CDC-3300-as gép mágneslemez-tárolóin helyezkednek el három különböző formában a következő három fájlon:

Forrásnyelvi formában az ATOMKI COSY LIBRARY-ben (ACL), áthelyezhető bináris formában az ATOMKI BINARY SUBROUTINE LIBRARY-ben (ABSL), és abszolut taszk formában az ATOMKI TASK LIBRARY-ben (ATL).

Nem képezik az APK részét, de mégis itt célszerü megemliteni, hogy a felhasználóknak más mágneslemez-területek is rendelkezésére állnak. Létesitettünk egy un. PREPARING COSY LIBRARY-t (PCL), ezenkivül a felhasználók saját használatu fájlokkal is rendelkezhetnek.

Mivel a mágneslemezen lévő információ géphiba vagy téves programozói beavatkozás esetén részben vagy egészben megsemmisülhet, a következő biztonsági előirásokat vezettük be:

Az APK-t alkotó három könyvtáron (ACL, ABSL, ATL) valamint a PCL-en változtatást, bővitést csak Székely Géza végezhet. Az előbbi négy könyvtár mindegyikéről, valamint azokról a személyi

könyvtárakról, melyek tulajdonosa ezt kéri, havonta másolat készül mágnesszalagon. Igy ha a mágneslemezen információ vész el, a legutóbbi másolat visszairható a mágnesszalagról. A programok fejlesztése, belövése a felhasználók személyi fájljain történik, melyre azért van szükség, hogy egyik felhasználó tévedésből ne hogy letörölje a másik felhasználó programjait. Személyi fájl allokálása Székely Gézával való megbeszélés után történhet, és vele kell tudatni azt is, ha a felhasználó a fájlt huzamosabb ideig nem kivánja igénybe venni, vagy annak használatáról lemond. Erre azért van szükség, mert a mágneslemez-terület lekötéséért az intézetnek fizetnie kell, másrészt a rendelkezésünkre álló tömegtároló véges, igy annak indokolatlan lekötése a többi felhasználó érdekeit sérti. A könyvtárak szerkesztéséhez szükséges technikai ismereteket a következő fejezetben foglaljuk össze. Előbb azonban közöljük az APK-ba való programbevitel módját.

Az APK-ba csak véglegesnek tekintett és kellően ellenőrzött program kerülhet. Ha e feltételek valamelyike nem áll fenn, de a felhasználó egyelőre nem kiván a programmal foglalkozni, akkor a programnak PCL-be való bevitelét kérje. A véglegesnek tekintett változatnak az APK-ba való bevitelét megelőzően a tulajdonosnak a programról programlapot kell kitöltenie, forrásnyelvü kártyacsomagot, programlistát és a program futtatásához szükséges kártyákat és a hozzá tartozó eredményt mellékelnie kell. Részletes programleirás készitése ajánlott, de nem okvetlenül szükséges. A fenti kellékek birtokában e cikk szerzőit kell kérni, hogy a programot a könyvtárba vigyék be. A már bevitt programon lehetőleg ne változtassunk, de ha ez elkerülhetetlen, akkor a változtatások listáját és a helyesbitett leirást ugyancsak a könyvtár kezelőinek kell átadni. Rendkivül fontos, hogy a programról készült dokumentáció mindig az érvényes változatot ismertesse. A tulajdonos csak akkor kérje programjának az APK-ból való törlését, ha azt egy azzal minden szempontból egyenértékü vagy jobb programmal helyettesiti, vagy ha olyan tény merült fel, amely a program helyességét kétségbe vonja.

Az APK felépitése, használata, legfontosabb vezérkártyák

A CDC-3300-as számitógép MASTER operációs rendszere kiválóan alkalmas programok fejlesztésére, szubrutinokból való összeállitására, tárolására, rendszerezésére, egyszóval programkönyvtárakkal való munkára.

Azzal, hogy az alábbiakban **vázlatosan leirjuk a** programkönyvtárakkal kapcsolatos **leggyakrabban szükséges tudnivalókat**, koránt sem állitjuk, hogy teljes tájékoztatást nyujtunk. Ne lepődjön meg tehát az olvasó, ha az egyes vezérkártyáknál nem sorolunk fel minden egyes paramétert vagy nem beszélünk minden fajta könyvtározási munkáról. Az, aki komolyabban akar foglalkozni a programkönyvtárakkal, minden itt le nem irt tudnivalót megtudhat a

Control Data Corporation és a MTA SZTAKI által kiadott kézikönyvekből és tájékoztatókból.

A programkönyvtárak használatának módja

A CDC 3300 három fajta programkönyvtárban képes a programokat tárolni:

1. COSY programkönyvtárban,
2. bináris szubrutinkönyvtárban,
3. taszk-könyvtárban.

A forrásnyelvi (FORTRAN, ALGOL, stb.) programkönyvtárat a MASTER operációs rendszer COSY alrendszerével érdemes megszervezni. A COSY tömöriti a Hollerith- (BCD) kódu információt; a lyukkártyán 12 bitet, azaz 1 oszlopot lefoglaló karaktereket 6 bitben ábrázolja és több egymás utáni betüközkarakter helyett egyetlen vezérlő karaktert ir. Ily módon pl. egy FORTRAN nyelvü program COSY-ban 5-6-szor kevesebb helyet igényel, mint Hollerith-formában.

A COSY programkönyvtár mágneslemezfájl formában (fájl=file, azaz adattárolásra alkalmas terület tömegtárolón) a programok tartalomjegyzékét (directory) és általában több program COSY-dekkjeit foglalja magában. COSY-dekken a következőkben mindig egy COSY formában levő, névvel és egyéb azonositókkal ellátott információhalmazt értünk. A COSY rendszernek azon kivül, hogy tömöriti a forrásnyelvi információt, az a fő előnye, hogy viszonylag kényelmesen lehet végrehajtani benne a programokon való módositásokat, tehát szerkesztő programként alkalmazható. A COSY rendszer lehetővé teszi, hogy a tömöritett információt ugy kezeljük, mintha Hollerith-kódban volna. A programról adott Hollerith-lista sorait a COSY rendszer megszámozza. A szerkesztő utasitások e sorszámokra hivatkoznak. Minden szerkesztési eljárás adott kimenetre szolgáltat uj verziót. A most ismertetendő COPY kontrollkártya általában több dekkre vonatkozik, a DECK kártya egy dekket definiál, a DELETE és az INSERT utasitás pedig adott dekk sorara hivatkozik. Előbb kell a soronkénti módositásokat felsorolni, s ezen utasitássorozat végére a dekket definiáló kártyát elhelyezni.

A legfontosabb COSY vezérlő utasitások a következők: DECK/, COPY/, DELETE/, INSERT/, ENDCOSY/. Ezen utasitás-szavak irását mindig a kártya 10. oszlopában, az előttük levő információ irását a kártya 1. oszlopában, a mögöttük levőt pedig a kártya 20. oszlopában kell kezdeni. Jelentésük a következő:

	DELETE/	K,N	A K. sortól az N. sorig törli a sorokat, és e DELETE/ kártyát követő és a következő COSY vezérkártyát megelőző kártyákat teszi helyükre.
	INSERT/	K	A K. sor után ezen INSERT/ kárkártyát követő, és a következő COSY vezérkártyát megelőző kártyák tartalmát betoldja.
ABC	DECK/	I=DSI1,C=DSI2	Az ABC azonositóju dekket COSY formában a DSI1 fájlról a DSI2 fájlra viszi. (A DSI1 és DSI2 a fájlokhoz az adott számolás idejére hozzárendelt azonositó, legfeljebb 4 karakterből állhat.)
ABC	DECK/	I=DSI1,H=DSI2	Az ABC azonositóju dekket Hollerith formában a DSI1 fájlról a DSI2 fájlra viszi.
	COPY/	DSI1,DSI2	A DSI1 fájlon levő COSY könyvtárat a DSI2 fájlra másolja.
EFG	COPY/	DSI1,DSI2	A DSI1-en levő COSY könyvtárnak a pillanatnyi helyzetétől az EFG dekkjéig helyet foglaló dekkjeit a DSI2 fájlra másolja.
	ENDCOSY/		Elengedi a COSY rendszert.

A COSY operációs alrendszer hivása a kártya elejétől lyukasztott $COSY kártyával történik. A COSY rendszer minden dzsobban (dzsob= job, meghatározása a következő fejezet elején található) automatikusan létesit egy standard Hollerith fájlt (SHO azonositóval), melyre hivatkozhatunk a COSY hiváson belül is, de azután is, pl. lehet a forditóprogram számára input fájl. DECK kártyán az =SHO elhagyható.

Egy tipikus feladat COSY-ban való megoldását, a DK fájlon MINTA azonositóval elhelyezett FORTRAN program javitását és az SHO fájlra vitelét, majd onnan való leforditását szemléltetjük az 1. ábrán. Megjegyezzük, hogy az egymást követő DELETE/ és INSERT/ kártyákon a sorszámoknak monoton növekedniük kell.

Intézetünkben a programokat a fejlesztés stádiumában COSY könyvtárakban mágneslemezen tároljuk. A hosszabb programokat ebben az időszakban is célszerü szubrutinonként leforditani és bináris szubrutinkönyvtárakban tárolni, mivel itt már jelentős időveszteséget jelent az, ha az egész programot ujra forditjuk, ahelyett, hogy csak azt a rutint forditanánk le, amelyben javitottunk. Már kész, futó programokat akkor érdemes bináris szubrutinkönyvtárakban (BSZK) tárolni, ha több, közösen használt szubrutinjuk van; ekkor ugyanis azzal, hogy a közös részeket csak egy példányban tároljuk, jelentős területet takaritunk meg a mágneslemezen. A BSZK tartalomjegyzéke és az átcimezhető formáju bináris ruti-

```
$COSY
          DELETE/    9,11
     5   CONTINUE
          DELETE/    74
          INSERT/    162
        GO TO 1
    13   NN=N*N
          DELETE/    543,544
 9000   FORMAT(1X,4I8,F8.2)
        I=I+1
MINTA     DECK/      I=DK,H
          ENDCOSY/
$FTNU(L,X,I=SHO)
```

1. ábra

nokat tartalmazó könyvtár külön-külön fájlon van, ezért fontos, hogy mindkét fájlt hozzáférhetővé tegyük a dzsob számára, azaz megnyissuk a könyvtár használata előtt. A megnyitás után kell leforditani azt a programot, amely hivatkozik a könyvtár egyes szubrutinjaira. E program betöltését és futtatását előidéző vezérkártya után a hivott rutinok a pl. LIB azonositóval megnyitott BSZK-ból a pl. DIR azonositóju tartalomjegyzék segitségével az $AUX,LIB,DIR kártya hatására kapcsolódnak ehhez a programhoz.

Az előbbi feladat megoldását végző vezérkártyákat a 2. ábrán szemléltetjük.

```
$*DEF(0,,DIR,                    A tartalomjegyzék megnyitása.
$*DEF(0,,LIB,                    A könyvtár megnyitása.
$FTNU(L,X,S)                     A forditóprogram hivása.
        PROGRAM MAIN
        DIMENSION A(100)
        :
        CALL SUBR1(....          A leforditandó program, amely hivja
        :                        a BSZK-ban lévő SUBR1 és SUBR2 rutinokat.
        CALL SUBR2(....
        :
        END
          FINIS
$X,LGO                           A program betöltése.
$AUX,LIB,DIR                     A hivott rutinok hozzákapcsolása a le-
                                 forditott MAIN programhoz.
```

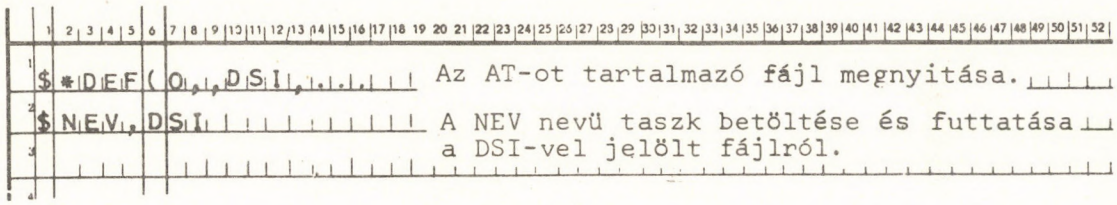
2. ábra

Ha valamely program már kipróbáltan jól fut és előreláthatólag sokszor lesz szükség a futtatására, akkor a felhasználó számára az abszolut taszk formájában való tárolás a legoptimálisabb. Abszolut taszkon (AT) olyan leforditott programot értünk, amelyben már össze vannak kapcsolva az egyes rutinok és minden egyes utasitásnak megvan a pontos gépi cime. Ez a forma azért előnyös, mert semmilyen előzetes segédfeladat megoldására nincs szükség a fájl megnyitásán és a program betöltésén kivül. Ezenkivül kisebb a memóriaigénye, mert nem kell olyan segédrutin a betöltéséhez, amely a programmal egy időben foglal le gépi memóriát. Abszolut taszkot a $RLDR kártyával létesithetünk, amelyre példa a

$RLDR(NEV,AZON,LGO) kártya

lehet. Itt NEV állandó névvel definiáltuk az abszolut taszkot, AZON a taszk számára megnyitott fájl dzsobon belüli azonositója, LGO pedig annak a fájlnak az azonositója, amelyre a forditóprogram a bináris programot kivitte.

Egy AT-okat tartalmazó könyvtár használata a standard dzsob vezérkártyákon kivül (lásd lentebb) csak két vezérkártyából áll:



3. ábra

Legfontosabb vezérlőkártyák

Minden dzsob egy $JOB-kártyával kezdődik és egy [[(end of job) kártyával végződik. Egy dzsobon belül több feladatot (taszkot) végre lehet hajtani. A dzsob kártyacsomagja $ jellel kezdődő vezérlőkártyákból, azaz különböző taszkokat hivó kártyákból és az ezekhez a taszkokhoz tartozó adatkártyákból (pl. programok utasitásai, adatok, stb.) áll.

Vegyük sorra a vezérkártyákat:

$JOB,hiv.szám,név,időkorlát,sorkorlát,kártyakorlát,sorrend
1 2 3 4 5 6

1 Az a gépszolgálat által adott azonositó, melyre a felhasznált gépidőt számlázzák. Erre negyedévenként szerződést kell kötni.

2 A dzsob azonositására szolgáló legfeljebb 8 karakter.

3 A becsült maximális idő, percben megadva.

4 A kinyomtatott sorok számának becsült korlátja.

5 A dzsob által lyukasztandó kártyák számának becsült korlátja.

6 Ha a dzsobot egy meghatározott dzsob futása után akarjuk lefuttatni, akkor itt tüntetjük fel annak a dzsobnak a nevét.

Megjegyzés: a/ 3, 4, vagy 5 kimerülése estén a dzsob futása megszakad;

b/ 3, 4, 5 és 6 bármelyike elhagyható; ekkor az operációs rendszer standard értéket vesz helyettük.

$SCHED,CLASS=a,CORE=b,SCR=c,854=d,604=e,3691=f,3692=g,...

A dzsob memória- és perifériaigényét meghatározó kártya. Minden esetben közvetlenül a $JOB kártya után kell tenni.

a/ A dzsob prioritási osztályát jelenti, melynek értékei a dzsob igényei szerint:

C - főként számolás
I - számolás és ki/bemenet egyaránt
B - főként ki/bemenet

b/ Az igényelt központi memória 512 szavas egységekben.

c/ A mágneslemezen igényelt munkaterület nagysága szegmensekben (1 szegmens=40960 karakter).

d/ 854-es tipusu mágneslemezegységek száma.

e/ 604-es tipusu mágnesszalagos egységek száma.

f/ Lyukszalagolvasó kérése esetén f=1.

g/ Lyukszalaglyukasztó kérése esetén g=1.

A paraméterek bármelyike elhagyható az előző megjegyzés b/ pontjához hasonlóan.

$FILE,dsi1=dsi2

Ez a kártya teszi lehetővé, hogy a dzsobban a dsi2 azonositóval megnyitott fájlra dsi1 névvel is lehessen hivatkozni. A következő azonositóju (un. standard) fájlokat a rendszer külön kérés nélkül szolgáltatja:

INP - A kártyaolvasóról származó adatok tárolására.
OUT - A sornyomtatóra szánt adatokat a gép erre a fájlra viszi ki.
PUN - A kártyalyukasztóra kimenő adatok tárolására.

Ha a dsi2 valamelyik standard fájl, akkor a $FILE kártyát közvetlenül a $SCHED kártya után kell tenni.

$*DEF(O,,dsi,tulaj,fájl-név,kiad,titkos,mód)

Állandó mágneslemezfájl megnyitását végző kártya.

dsi - A következőkben ezzel az azonositóval hivatkozunk a fájlra, ≤ 4 karakter.

tulaj - A fájl tulajdonosának hivatkozási száma (számlázási azonositója).

fájl-név - Szintén a fájlt azonositja, ≤ 30 karakter.

kiad - A fájl kiadási száma, ≤ 99.

titkos - A fájl megnyitásához szükséges titkos kód, ≤ 4 karakter.

mód - Lehetséges értékei: I = A fájlról csak olvasni lehet.
O = A fájlra irni is lehet.

$SOCR(A,dsi,blokkm,blokksz)

Munkafájl megnyitása mágneslemezen, a $SCHED kártyán az SCR=n paraméterrel lefoglalt munkaszegmensek terhére.

blokkm - Blokkméret karakterben megadva. A MASTER standard blokkmérete 1280 karakter.

blokksz - Az előbbi méretü blokkból a munkafájl számára lefoglalt blokkok száma (≤ 511).

$*DEF(U,,dsi,604,szám,fájl-név,,,mód)

Mágnesszalag megnyitását végző kártya.

szám - A szalagnak a gépszolgálat által adott száma.

A többi paraméter jelentése ugyanaz, mint a $*DEF(O,, ...)-nál. Ha csak munkaszalagot akarunk megnyitni, akkor a szám és a fájl-név paramétert nem kell megadni.

$REWIND(dsi)

A dsi-vel azonositott fájl kiinduló pozicióra állitását végzi.

$FTNU(L,S,I=dsi1,X=dsi2,P)

A FORTRAN forditóprogram hivását végző kártya.

L - A forditásról a program listáját és a szintaktikus hibák jegyzékét kérjük. Ha L-et elhagyjuk, akkor csak a hibák jegyzékét kapjuk meg.

S - A program egész tipusu változóit 1 gépi szóban (24 bit), ha S elmarad, 2 gépi szóban kivánjuk tárolni.

I=dsi1 - A programot a dsi1 fájlról forditjuk le. Ha elmarad, akkor a program a forditókártya után kártyákon következik.

X=dsi2 - A leforditott programot a dsi2 fájlra irja. Ha =dsi2-t elhagyjuk, akkor egy LGO azonositóval elérhető standard munkafájlra kerül a leforditott program, ha pedig ez a paraméter teljesen elmarad, akkor a forditóprogram nem készit bináris programot.

P - A leforditott programról bináris kártyacsomag készül (ez is elmaradhat).

A $FTNU kártya paraméterei közül bármelyik elhagyható. Hasonló paraméterekkel rendelkezik az ALGOL, COBOL, SIMULA és Compass forditóprogram is. A $FTNU feladat befejezését jelentő kártya a 10. poziciótól kezdve lyukasztott FINIS szót tartalmazza. A FORTRAN forditóprogram memóriaigénye: CORE=39 és SCR=3.

$név,dsi

Bináris program betöltését és futtatását végző kártya.

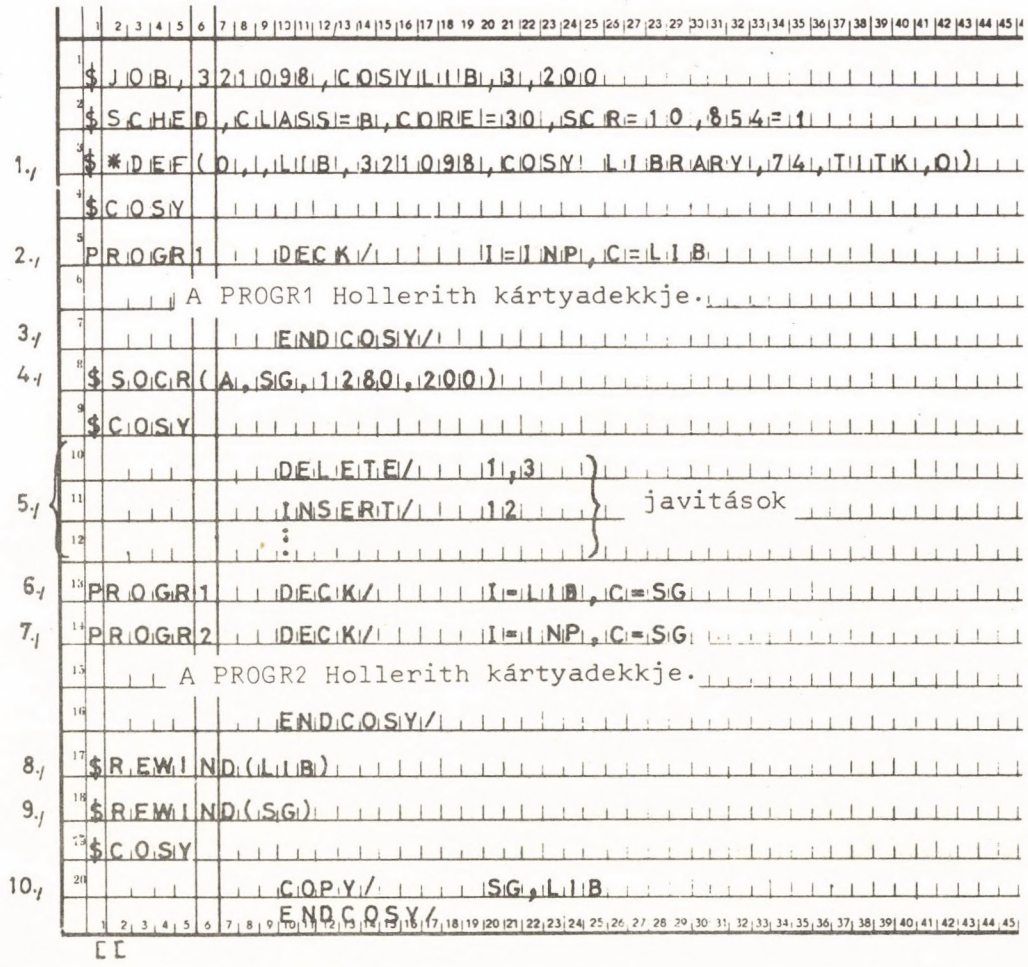
név - A feladathoz korábban hozzárendelt név. ≤ 4 karakter.

dsi - A bináris programot tartalmazó fájl azonositója.

COSY programkönyvtár készitése és javitása

Az alábbiakban csak mágneslemezen tárolt COSY könyvtárakkal foglalkozunk. Első lépésként egy állandó fájlt kell lefoglal-

nunk (allokálás), mely müveletet itt nem ismertetjük. Ezután a kártyákon vagy fájlon lévő Hollerith-kódu információt COSY dekk formájában a fájlunkra visszük. A COSY könyvtár bővitését és javitását munkafájl felhasználásával végezhetjük el. A 4. ábrán látható dzsobbal adunk példát ezekre a müveletekre.



4. ábra

A 4. ábrán megjelölt sorok magyarázata:

1., állandó fájl megnyitása

2., e kártyát követő kártyadekk tartalmát PROGR1 névvel a LIB azonositóju fájlra visszük COSY dekk formájában

3., e kártyával bezárólag az eddigiekben a LIB fájlra egy PROGR1 nevü dekkből álló COSY könyvtárat készitettünk

4., munkafájl megnyitása

5., javitások kijelölése a PROGR1 dekken

6., a javitott PROGR1 átirása az SG munkafájlra

7., PROGR2 névvel ujabb COSY dekk átvitele a munkafájlra a PROGR1 után

8.,
9.,} a LIB és SG fájl kiinduló-pozicióra állitása

10., Az SG tartalmát a LIB-re másoljuk. Ezzel állandó fájlunkon két programból, a javitott PROGR1-ből és a PROGR2-ből álló COSY könyvtárat készitettünk.

Ezen ismertetésben leirtakkal elsősorban az ATOMKI kutatóinak kivántunk tájékoztatást nyujtani a CDC 3300 felhasználási lehetőségeiről. Itt foglaltuk össze azokat a tudnivalókat, melyek szükségesek az APK programjainak futtatásához.

Kérjük a felhasználókat, hogy az APK használatával kapcsolatos javaslataikkal a szerzőket keressék fel.

ATOMKI Közlemények 16/4 (1974) 373-387.

A KÁLIUM-ARGON FÖLDTANI KORMEGHATÁROZÁSI MÓDSZER ALKALMAZÁSI LEHETŐSÉGEI ÉS KORLÁTAI

BALOGH KADOSA

ATOMKI H-4001, Debrecen, Pf. 51. Hungary

Bevezetés

Az első sikeres K-Ar kormeghatározásokat Gentner és munkatársai (Smits és Gentner [1], Pahl és munkatársai [2]), valamint Gerling és Tyitov [3] végezték. Mindkét kutató csoport szilvin kristályok korát határozta meg. Az azóta eltelt két évtized alatt a K-Ar módszer a leggyakrabban alkalmazott földtani kormeghatározási eljárássá vált. Jelentőségét szemlélteti, hogy a Harland és munkatársai által közzétett földtörténeti időskála [4] alapját képező 337 koradat közül 286 K-Ar koradat volt. Ez a széleskörü alkalmazási lehetőség a kálium gyakoriságának, és az argon mennyiségi meghatározására kifejlesztett stabil izotóphigitásos analizis érzékenységének tulajdonitható. Az MTA Atommag Kutató Intézetében 1973-ban sikeresen kifejlesztettük a kőzetek argon tartalmának meghatározására szolgáló berendezéseket, igy lehetővé vált olyan kőzetek, illetve ásványok korának meghatározása is, amelyeké az intézetünkben már alkalmazott Rb-Sr módszerrel fiatal koruk, vagy bázisos összetételük miatt nem volt meghatározható.

A következőkben röviden ismertetni szeretnénk a K-Ar kormeghatározási módszer elvét, a kifejlesztett mérőberendezéseket és mérési módszereket, áttekintést szeretnénk adni azokról a kőzetekről és ásványokról, amelyek kora e módszerrel meghatározható, és azokról az alkalmazhatóságot olykor akadályozó tényezőkről, amelyeket a vizsgálandó minták kiválasztásánál és az eredmények kiértékelésénél szem előtt kell tartanunk.

A K-Ar kormeghatározási módszer elve

Nier mérései szerint [5] a kálium izotóp összetétele molszázalékban kifejezve a következő:

$$^{39}K: 93,08 \pm 0,04 \ \%$$

$$^{41}K: 6,91 \pm 0,04 \ \%$$

$$^{40}K: 0,0119 \pm 0,0001 \ \%$$

A ^{40}K izotóp radioaktiv, kétféle módon bomlik. Egyrészt β^- bomlással ^{40}Ca izotóppá, másrészt - vagylagosan - elektronbefogással ^{40}Ar izotóppá alakul. A K-Ar kormeghatározási módszer szempontjából a teljes bomlási állandót és az elágazási arányt kell ismernünk, azt, hogy a bomló ^{40}K atomok hány százaléka alakul ^{40}Ar, illetve ^{40}Ca izotópokká. Aldrich és Wetherill mérései szerint [6] az elektronbefogásra vonatkozó bomlási állandó - az időegység alatt elektronbefogással átalakuló ^{40}K atomok, és a jelenlévő összes ^{40}K atom aránya -

$$\lambda_e = 0.585 \cdot 10^{-10} \text{ év}^{-1},$$

a β^- bomlás bomlási állandója

$$\lambda_{\beta^-} = 4.72 \cdot 10^{-10} \text{ év}^{-1},$$

a teljes bomlási állandó

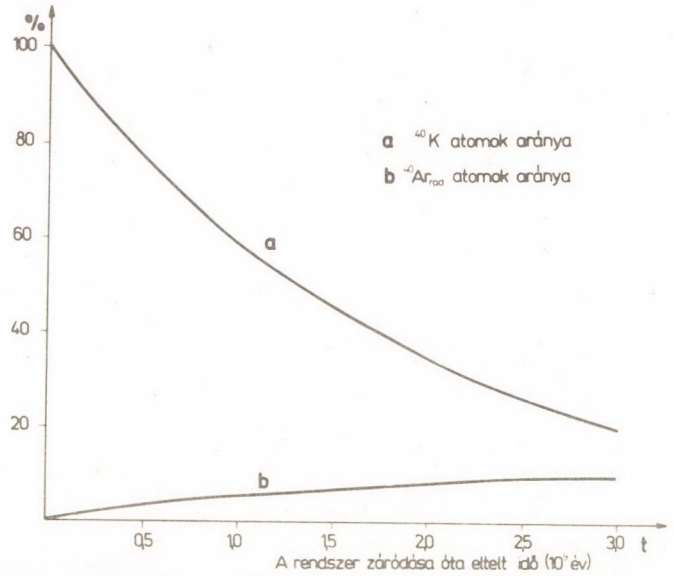
$$\lambda = \lambda_e + \lambda_{\beta^-} = 5.305 \cdot 10^{-10} \text{ év}^{-1},$$

az elágazási arány a kétféle bomlás között pedig

$$R = \lambda_e / \lambda_{\beta^-} = 0.124.$$

Tegyük fel, hogy egy mintában (pl. olvadt állapotban lévő kigázosodott kőzetben) egy adott időpontban nincs jelen ^{40}Ar izotóp, majd a minta viszonylag rövid idő alatt megszilárdul, a megszilárdulás t_0 "időpontjától" kezdve a ^{40}K bomlásából keletkező ^{40}Ar teljes egészében a mintában marad, és nem változik a minta

káliumtartalma sem, vagyis a kőzet, illetve ásvány lehülése óta a kálium- és argontartalom szempontjából "z á r t r e n d s z e r t" alkotott.



1. ábra

Kezdetben argont nem tartalmazó, teljesen kigázosodott kőzetminta ^{40}K és ^{40}Ar tartalmának változása a kigázosodást követő záródás óta eltelt idő függvényében, a záródáskor jelenévő ^{40}K tartalomhoz viszonyitva.

Ebben az esetben a rendszer ^{40}K és ^{40}Ar tartalma az 1. ábrán látható módon változik. A kőzetminta jelenlegi ^{40}Ar és ^{40}K tartalmának arányából a bezáródás óta eltelt t időtartam meghatározható a

$$t = \frac{1}{\lambda} \ln \left[\frac{^{40}Ar_{rad}}{^{40}K} \frac{\lambda_e + \lambda_{\beta^-}}{\lambda_e} + 1 \right] \qquad (1)$$

K-Ar koregyenlet alapján, ahol (^{40}K) és ($^{40}Ar_{rad}$) az 1 g mintában lévő ^{40}K atomok száma, illetve a ^{40}K bomlásából keletkezett "radiogén" ^{40}Ar atomok száma. λ_e és λ_{β^-} értékeit behelyettesitve a K-Ar kor

$$t = 1.855 \cdot 10^9 \ln \left[9.068 \cdot \frac{^{40}Ar_{rad}}{^{40}K} + 1 \right] \qquad (2)$$

alakban irható fel. Fiatal kőzetek esetén a (2) egyenlet egyszerüsithető:

$$t = 1.709 \cdot 10^{10} \frac{^{40}Ar_{rad}}{^{40}K}, \qquad (3)$$

30 millió évnél fiatalabb minták esetén a (2) és (3) egyenletek alapján számolt korok különbsége < 1 %.

A fenti koregyenletekből látható, hogy a K-Ar kor meghatározásához a minta ^{40}K és $^{40}Ar_{rad}$ tartalmának ismerete szükséges. A ^{40}K tartalom a kálium izotópösszetételének segitségével a minta K tartalmából könnyen kiszámitható. Lényegesen bonyolultabb feladat az $^{40}Ar_{rad}$ tartalom meghatározása. Külön nehézséget jelent, hogy megszilárdulás során a kőzetek mindig magukba zárnak valamennyit a környező atmoszféra argontartalmából. Ez az u.n. atmoszférikus argon elsősorban szintén ^{40}Ar izotópból áll, izotóp-összetétele jól ismert. Nier adatai szerint [5] a légkör argonjának izotópösszetétele a következő:

^{36}Ar atm: 0,337 % $^{40}Ar_{atm}$: 99,600 %

$^{38}Ar_{atm}$: 0,063 % $^{40}Ar_{atm}/^{36}Ar_{atm}$: 295,5

Az $^{40}Ar_{rad}$ tartalom meghatározásához a minta teljes ^{40}Ar tartalmából (továbbiakban $^{40}Ar_{tot}$) le kell vonnunk az $^{40}Ar_{atm}$ tartalmat. Ez az $^{36}Ar_{atm}$ tartalom meghatározása utján lehetséges az

$$^{40}Ar_{rad} = {}^{40}Ar_{tot} - 295,5\ {}^{36}Ar_{atm} \qquad (4)$$

egyenlet szerint.

A különös analitikai nehézséget az jelenti, hogy a minta $^{40}Ar_{tot}$ tartalmán kivül a több mint két nagyságrenddel kisebb koncentrációban jelenlévő $^{36}Ar_{atm}$ tartalmat is meg kell határoznunk.

A ^{40}K bomlásából ^{40}Ca izotóp is keletkezik. Ez a folyamat azonban, néhány rendkivüli esettől eltekintve, nem használható fel kormeghatározásra, mivel a keletkező ^{40}Ca mennyiségileg elhanyagolható a kőzetekben lévő radiogén eredetü ^{40}Ca-hoz viszonyitva.

A kőzetek $^{40}Ar_{rad}$ és ^{40}K tartalma, igy a K-Ar kor, a nagyon fiatal vagy nagyon alacsony kálium tartalmu kőzetektől eltekintve, meghatározható. Az igy nyert koradat azonban csak bizonyos feltételek teljesülése esetén egyezik a kőzet megszilárdulásának, kialakulásának vagy lehülésének idejével.

Teljesülnie kell, hogy a megszilárdulás vagy lehülés t_0 "időpontja" óta

1/ a káliumra és argonra vonatkozóan a rendszer zárt legyen,

2/ a bezáródás pillanatában a rendszer ne tartalmazzon radiogén eredetü argont,

3/ a bezáródás időtartama legyen rövid a kőzet korához képest, vagyis a lehülési periódus t_0 időpontra zsugoritása ne legyen tul rossz közelités.

Ezen feltételek teljesüléséről biztosat nem állithatunk, az idáig szerte a világon végzett nagyszámu K-Ar kormeghatározás tapasztalatai alapján azonban jó közelitéssel megmondhatjuk, hogy milyen minták esetén várhatunk reális koradatot és milyen minták esetén nem. Ezt a kérdést az analitikai módszerek ismertetése után részletesebben át fogjuk tekinteni.

Analitikai technika

Az argontartalom meghatározása előtt a kőzetet apritjuk, vizsgálataink céljára a 0,16 és 1 mm-es sziták között fennmaradó frakciót használjuk fel. Amennyiben szeparált ásványok korát határozzuk meg, az apritás célszerü szemcse méretét az ásványszemcsék mérete határozza meg. A kőzet korától és káliumtartalmától függően néhány tized grammtól 15 g-ig terjedő mennyiségü mintát molibdén tégelyben az argonkivonó berendezésben helyezünk el. A berendezést 200°C hőmérsékleten tartva néhányszor 10^{-7} Torr vákuumra szivjuk le. A 200°C hőmérséklet részben a jobb vákuum elérését, részben a minta felületén adszorbeált atmoszférikus argon eltávozását segiti elő. A megfelelő vákuum elérése után a mintát nagyfrekvenciás indukciós hevitéssel ásványos összetételétől függően 1200-1500°C hőmérsékletre hevitjük. Ezen a hőmérsékleten a minták argontartalma teljes egészében felszabadul. Izzitás közben törőzáras ampullából pontosan ismert mennyiségü és izotópösszetételü, ^{38}Ar-ban erősen bedusitott nyomjelzőt adunk a felszabaduló gázokhoz. A mintából kivont - részben radiogén, részben atmoszférikus - argont, valamint a hozzáadott ^{38}Ar nyomjelzőt a többi gáztól cseppfolyós nitrogénnel hütött kifagyasztók, molekuláris szürő, továbbá Cu-CuO keverékkel és titán szivaccsal töltött kemencék segitségével tisztitjuk meg, választjuk el. A megtisztitott $^{40}Ar_{rad.}$ térfogata többnyire kevesebb, mint milliomod része a megolvasztott kőzet által leadott gázok együttes térfogatának. A megtisztitott argont cseppfolyós nitrogén hőmérsékletére hütött aktiv szénnel töltött törőzáras ampullában összegyüjtjük és az argonkivonó berendezésről leolvasztjuk.

Az argon izotópösszetételét dinamikus üzemmódban használt tömegspektrométerrel határozzuk meg. Az argonkivonó berendezésről leválasztott, argont tartartalmazó törőzáras ampullát a tömegspektrométerre felforrasztjuk, majd a törőzár betörése után az argont tüszelepen keresztül engedjük a tömegspektrométer ionforrásába. Az argon beengedése közben a tömegspektrométer vákuumterét olajdiffuziós szivattyuval folyamatosan szivjuk. A tömegspektrométerben elérhető vákuum $4 \cdot 10^{-7}$ Torr, a maradékgázoktól származó csucsok nem hanyagolhatók el az argon izotópoktól származó csucsok mellett. Ezért az argon izotópösszetételét az

az argon beeresztése után felvett spektrum és az argon beeresztése előtt felvett spektrum különbsége alapján határoztuk meg.

A kálium meghatározása előtt a mintát poritjuk, majd HF, HNO_3 és $HClO_4$ segitségével feltárjuk. Feltárás után 0,25 n sósavban oldjuk lg/500 ml koncentrációban. A káliumtartalmat lángfotométerrel határozzuk meg standard oldatokkal való összehasonlitás utján. A zavaró ionok hatását az addiciós módszer alkalmazásával vesszük figyelembe.

A kálium-argon analitikai kor meghatározása

Az argon izotópösszetételéből a $^{40}Ar_{rad}$ mennyisége az

$$^{40}Ar_{rad} = {}^{38}Ar_T \{(^{40}Ar/^{38}Ar)_M - (^{40}Ar/^{38}Ar)_T - \left[\frac{1-(^{38}Ar/^{36}Ar)_M(^{36}Ar/^{38}Ar)_T}{(^{38}Ar/^{36}Ar)_M(^{36}Ar/^{38}Ar)_A-1}\right] \cdot \cdot [(^{40}Ar/^{38}Ar)_A - (^{40}Ar/^{38}Ar)_M]\} \quad (5)$$

egyenlettel határozható meg, ahol $^{38}Ar_T$ a nyomjelzőben lévő ^{38}Ar izotóp mennyisége, az M-mel jelölt arányok a mért izotóparányok, az A-val jelöltek az atmoszférikus argon ismert izotóparányai, a T-vel jelöltek pedig az ^{38}Ar nyomjelző izotóparányai. Az általunk használt nyomjelző 0,78 %-ban ^{38}Ar, 96,17 %-ban ^{38}Ar és 3,05 %-ban ^{40}Ar izotópból állt.

Az $^{40}Ar_{rad}$ tartalom és a káliumtartalom ismeretében az (1-3) egyenletekből a K-Ar kor közvetlenül adódik, a koradatok analitikai hibája pedig Cox és Dalrymple [7] számitásai szerint a

$$\sigma = [(\sigma_k)^2+(\sigma_x)^2+(^{40}_{38}\sigma)^2(\frac{1}{r})^2+(^{36}_{38}\sigma)^2(\frac{1-r}{r})^2]^{\frac{1}{2}} \quad (6)$$

egyenlettel adható meg, ahol

σ_k : a kálium meghatározás hibája,
σ_x : az ^{38}Ar nyomjelző mennyiségének hibája,
σ^{40}_{38}: az $^{40}Ar/^{38}Ar$ arány hibája,
σ^{36}_{38}: az $^{36}Ar/^{38}Ar$ arány hibája,
r : a minta ^{40}Ar tartalmának radiogén része.

Esetünkben σ_x kb. 2 %, σ_k értéke a káliumtartalomtól függ. Az izotóparányok hibáját és r értékét a kőzetminta argontartalma határozza meg, de mivel az atmoszférikus argontartalom 2-3 nagyságrendben is változhat, nem mondhatjuk meg előre, hogy adott koru és káliumtartalmu minta esetén milyen hiba várható.

A berendezések teljesitőképességének szemléltetésére az I. táblázatban néhány ismert koru mintán végzett kormeghatározás eredményeit ismertetjük.

Az 1. sz. szovjet standard átlagos K-Ar kora 21 szovjet laboratóriumban végzett mérések szerint 273±3 millió év, mely érték nagyon jól megegyezik saját mérési eredményeinkkel. Kevésbé jó az egyezés a 2. sz. biotit esetén, amelynek K-Ar kora Sanin és Arakeljanc (IGEM, Moszkva) mérése szerint 13,5±1,5 millió év. A 3., 4. és 6. mintára kapott koradatok megfelelnek a várakozásoknak, az 5. mintára kapott érték azonban alacsonyabb. Ez az eltérés az üveges alapanyag rossz argonvisszatartó képességének, vagy utólagos elváltozásnak tulajdonitható.

I. táblázat

Ismert koru mintákon végzett K-Ar kormeghatározásaink eredményei:

Minta	Bemért mennyiség (g)	Káliumtartalom (%)	$\frac{^{40}Ar_{rad}}{^{40}Ar_{tot}}$	K-Ar kor millió év
1. "Ázsia" szovjet standard	5,3699	3,92	0,85	272±14
	0,1843	3,92	0,93	275±13
	1,0430	3,92	0,94	263±13
2. Biotit 6662. sz. szovjet minta	4.3551	7,30	0,41	15,2±1,8
3. Biotit-amfibolandezit Recsk, Lahoca	13.760	1,23	0,60	43±3,5
4. Dacit Tokaj, Patkóbánya	9,3633	3,12	0,91	11.9±0,8
5. Riolit Sárospatak	10.2625	6,23	0,44	11,4±0,75
6. Amfibolit Bátapáti	5.1038	0,29	0,77	308±21

A K-Ar módszer alkalmazási lehetőségei

Mint az előzőekben már utaltunk rá, a kálium-argon analitikai kor csak az ismertetett feltételek teljesülése esetén egyezik a geológiai szempontból jelentős esemény - megszilárdulás, átkristályosodás, lehülés, stb. - időpontjával. A következőkben ezekkel a feltételekkel szeretnénk részletesebben foglalkozni, majd a kálium-argon módszerrel nyert eddigi nemzetközi irodalmi tapasztalatok alapján áttekintjük, hogy a különböző ásványok és kőzetek esetén a fenti feltételek milyen valószinüséggel teljesülnek.

Bontott, vagy metaszomatikus változást szenvedett minták a kálium-argon kormeghatározás szempontjából nem jöhetnek számitásba, mivel a kőzet megszilárdulása óta káliumra és argonra vonatkozóan nem volt zárt a rendszer. Ez nem azt jelenti, hogy bontott minták esetén nem kaphatunk helyes kort, hanem azt, hogy bontott mintán nyert koradatok nem megbizhatóak.

Sok esetben azonban az ép, bontatlan mintákon nyert koradatok is eltérhetnek a valódi kortól. A következőkben ezeket az eltéréseket előidéző okokat kivánjuk áttekinteni, aszerint csoportositva, hogy a mért analitikai kor a valódi kornál magasabb vagy alacsonyabb.

Az analitikai kor megnövekedését idézi elő, ha a vizsgált kőzetek, illetve ásványok olyan radiogén ^{40}Ar izotópot tartalmaznak, amely nem a megszilárdulás, metamorfózis, stb. óta eltelt idő alatt keletkeztek a minta ^{40}K tartalmának bomlása után. Ennek a radiogén ^{40}Ar izotópnak az eredete különböző lehet, a könnyebb tárgyalás és eligazodás végett mindenekelőtt a Damon által bevezetett terminológiát [8] szeretnénk ismertetni annak Dalrymple és Lanphere [9] által kissé módositott formájában, egyuttal kisérletet teszünk annak magyarra forditására.

Mindazt a radiogén eredetü ^{40}Ar-t, amely más módon került az ásványszemcsébe, mint az illető ásványszemcse ^{40}K tartalmának rádioaktiv bomlása folytán, - pl. diffuzió utján a kikristályosodás után, vagy kristályosodáskor, ha a környező atmoszféra radiogén ^{40}Ar-t is tartalmazott - többlet ^{40}Ar-nak (excess ^{40}Ar) nevezzük. Ha a valódinál magasabb kort idősebb xenokristályok okozzák, öröklött szennyező ^{40}Ar-ról beszélünk (inherited contamination ^{40}Ar), ha pedig az utolsó metamorfózis nem vezetett az előzőekben felhalmozódott radiogén ^{40}Ar teljes elvesztésére, a metaformózis során visszamaradt radiogén ^{40}Ar-t metamorfózisból öröklött ^{40}Ar-nak (inherited/metamorphic/^{40}Ar) nevezzük. A többlet és öröklött ^{40}Ar-t együttesen idegen ^{40}Ar-nak (extraneous ^{40}Ar) nevezzük.
Többletargon jelenlétét kimutatták berillben, kordieritben, turmalinban, amfibolban, földpátokban, flogopitban, biotitban, piroxénben, szodalitban, bazaltban valamint kvarc és fluorit kristályok folyadékzárványaiban, Dalrymple és Lanphere [9] szerint 1969-ig mintegy 60 esetben. Ha figyelembe vesszük, hogy az 1969-

ig végzett kormeghatározások száma meghaladta a tizezret, látható, hogy a többletargon jelenléte nem képez jelentős akadályt a K-Ar módszer alkalmazásának utjában. Leggyakrabban és legnagyobb mennyiségben berillben, kordieritben, turmalinban fordul elő többletargon, a földpátok közül pedig pegmatitokban és mélységi közetekben lévő plagioklászokban, valamint bazaltok plagioklász fenokristályaiban mutatták ki néhány esetben. Damon és munkatársai szerint [10] a többletargon által okozott problémák vulkáni kőzetek esetán akkor csökkenthetők minimálisra, ha nem használunk nagy fenokristályokat tartalmazó anyagot. Megjegyezzük, hogy egyetlen esetben sem mutattak ki többletargont káliföldpátokban.

Az utóbbi években fokozódik az érdeklődés a tenger alatti kitörésekből származó kőzetek, elsősorban bazaltok iránt. Dalrymple és Moore [11] részletes vizsgálatokat végeztek annak tisztázása céljából, hogy ezek a kőzetek milyen mértékben alkalmasak K-Ar kormeghatározásra. A Kilauea (Hawaii) vulkán történelmi időkben lejátszódott kitöréseiből származó lávákat vizsgálták, és néhány esetben 43 millió éves kort kaptak. Ezek az egyáltalán nem biztató eredmények többletargon határozott jelenlétére utalnak. A kapott koradatok annál magasabbak voltak, minél mélyebben játszódott le a kitörés, és minél közelebb volt a vizsgált minta a "pillow"-k óceánnal érintkező széléhez. Az 500 m-nél magasabban fekvő lávából és a "pillow"-k belsejéből származó minták 1 millió évnél fiatalabb kort szolgáltattak. Ezek az eredmények a következőképpen interpretálhatók: A kitörést megelőzően a magma hosszu ideig el volt zárva az atmoszférától, a benne keletkező radiogén ^{40}Ar nem tudott eltávozni. A kitörés során a nagy hidrosztatikai nyomás akadályozta a radiogén ^{40}Ar eltávozását, annál nagyobb mértékben, minél mélyebben játszódott le a kitörés. A láva tengerrel közvetlenül érintkező része nagyon gyorsan hült le, a radiogén ^{40}Ar tartalom jelentős része mintegy "belefagyott". A "pillow" belseje a megszilárdult kéreg alatt viszonylag hosszabb ideig volt olvadt állapotban, s a kéreg repedésein keresztül a nagy hidrosztatikai nyomás ellenére szinte tökéletesen kigázosodott. Ezek az eredmények, bár nem biztatóak, elsősorban mégsem azt jelentik, hogy a tenger alatti kitörésekből származó kőzetek nem lesznek alkalmasak kormeghatározásra, hanem inkább azt, hogy ezekre más mintaválasztási szabályok érvényesek.

Az öröklött szennyező ^{40}Ar hatása nyilvánvaló. Ha a vizsgált minta idős xenokristályokat is tartalmaz, a teljes mintán mért kor tul magas lesz. Annál nagyobb lesz az eltérés, minél idősebb a xenokristály és minél nagyobb káliumtartalma. A xenokristályok jelenléte elsősorban vulkáni kőzetek meghatározásánál jelent problémát, és csak rendkivül gondos mintaválasztással kerülhető el. Az üledékes kőzetekben előforduló ásványok közül leggyakrabban a glaukonitot használják K-Ar kormeghatározásra. Az öröklött szennyező argon jelenléte itt is komoly problémát jelent, amennyiben az autigén és áthalmozott glaukonit nehezen különithető el.
el.
Ha metaformózis során a kőzet radiogén ^{40}Ar tartalmát nem veszti el teljesen, a kapott K-Ar kor az eredeti képződés koránál fiata-

talabb, a metaformózis koránál pedig idősebb lesz. Mivel a különböző ásványok argonvisszatartó képessége nem azonos, célszerü a kormeghatározást több ásványfrakcióra elvégezni. Azonos koradatok arra engednek következtetni, hogy az utolsó metaformózis során minden ásvány elvesztette radiogén ^{40}Ar tartalmát és a kapott koradat a legutolsó metamorfózis idejével egyezik.

Bizonyos ásványok már szobahőmérsékleten is elvesztik radiogén ^{40}Ar tartalmuk egy részét. Ezek az ásványok nem alkalmasak kormeghatározásra, illetve az ezeken nyert koradat csak mint korminium értelmezhető. Néhány 100°C hőmérsékleten, huzamosabb idő alatt azonban a legtöbb ásvány veszit radiogén ^{40}Ar tartalmából. A következőkben a különböző ásványok argonvisszatartó képességéről szeretnék rövid áttekintést adni.

F ö l d p á t o k

Az ortoklász és mikrolin, valamint a mélységi kőzetekben lévő plagioklászok nem alkalmasak K-Ar kormeghatározásra, mivel már szobahőmérsékleten is elveszitik radiogén ^{40}Ar tartalmuk egy részét, az általuk szolgáltatott kor 5-30 %-kal alacsonyabb a valódinál. Tovább csökkenti az analitikai kor értékét a pertitizáció foka. Sardarov [12] vizsgálatai szerint erősen pertitizálódott mikroklin radiogén ^{40}Ar tartalmának 70-85 %-át is elvesztheti.

A mélységi kőzetekben lévő földpátokkal szemben a vulkáni kőzetekben lévő földpátok a K-Ar kormeghatározás céljára a legalkalmasabb ásványok. Ez jó argonvisszatartó képességük mellett alacsony atmoszférikus argontartalmuknak köszönhető. Evernden és Richards [13] valamint Evernden és James [14] a vulkáni földpátok argonvisszatartó képességének vizsgálata során a következőket állapitotta meg:

1./ Azok a vulkáni földpátok, amelyek K_2O tartalma 0,8 %-nál alacsonyabb, vagy 8 %-nál magasabb, néhány száz millió évig megtartják argontartalmukat.

2./ Harmadkori vulkáni földpátok káliumtartalmuktól függetlenül megtartják argontartalmukat.

3./ Azok a harmadkorunál idősebb földpátok, amelyek káliumtartalma a fent megadott értékek közé esik, argont vesztenek. Ez a folyamat valószinüleg szétkristályosodással kapcsolatos.

F ö l d p á t p ó t l ó k

A földpátpótló ásványok közül elsősorban a leucit és nefelin jön számitásba. Harmadkori kőzetekben lévő leucit helyes értéket szolgáltatott, idősebb ásványokra vonatkozóan még nem állanak rendelkezésre kisérleti adatok. Nefelint főleg prekambriumi kőzetekben vizsgáltak, argonvisszatartó képessége rendkivül jónak, még az amfibolokénál is jobbnak bizonyult. Fiatal ásványokat ed-

dig még nem vizsgáltak. A földpátpótlók alkalmazhatóságát elsősorban ritka megjelenésük korlátozza.

K v a r c

Kvarcra vonatkozóan kevés vizsgálati anyag áll rendelkezésre. Argonvisszatartó képessége valószinüleg jó, alkalmazhatóságát azonban több tényező is korlátozza, amelyek közül szeretnénk megemliteni többletargont tartalmazható folyadékzárványait, magas olvadáspontját és alacsony káliumtartalmát.

C s i l l á m o k

A biotit egyike a radiometrikus kormeghatározásra legalkalmasabb ásványoknak, ami gyakoriságának és magas káliumtartalmának köszönhető. Ha termikus hatás nem érte, 2-3 milliárd évig is megőrzi radiogén ^{40}Ar tartalmát, hőhatásra azonban könnyen elveszíti. Ez a tulajdonsága olyan termikus események kimutatására teszi alkalmassá, amelyek észrevehető elváltozást nem okoztak a kőzetben. 1-2 millió éves kőzetek meghatározására kevésbé alkalmas mint pl. a szanidin, mert atmoszférikus argontartalma lényegesen nagyobb. Vizes közegben végbemenő bontás a K-Ar kor értékét sokszor csak csekély mértékben befolyásolja, ha a kálium és argon rétegről rétegre fokozatosan cserélődik ki, illetve távozik el. Ha a bontás az ásványszerkezet roncsolódásával jár együtt, a kálium kicserélődését nagyobb mérvü argoneltávozás kiséri, ami a K-Ar kor fiatalodásában jut kifejezésre. A Kulp és Engels [15] által vizsgált biotit minta K-Ar kora a káliumtartalom 50 %-ának kationcserés elvonása után sem változott.

A muszkovit szintén nagyon alkalmas ásvány, argontartalmát termikus hatásra valamivel nehezebben veszíti el, mint a biotit. Szericiten végzett meghatározások hidrotermális lerakódások korára adhatnak felvilágositást.

A flogopit és lepidolit tulajdonságai a biotitéihoz hasonlóak, kevésbé gyakori megjelenésük miatt azonban ritkábban alkalmazhatók.

G l a u k o n i t

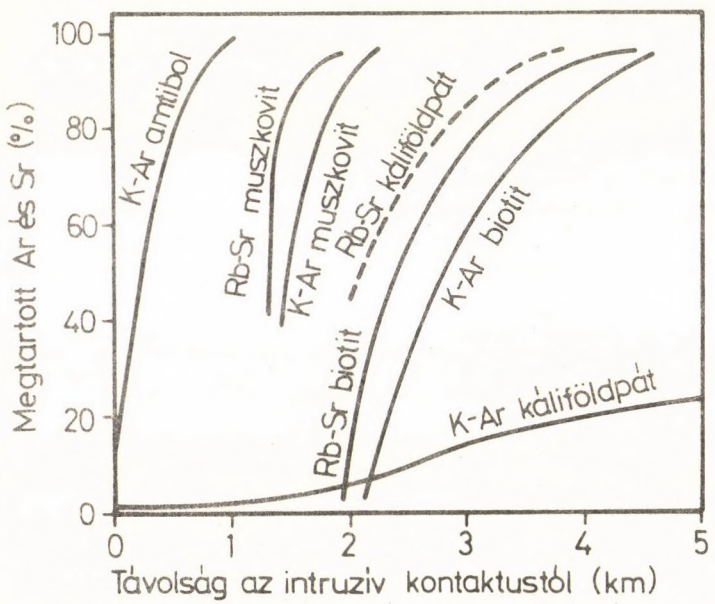
A glaukonit az egyetlen ásvány, amely üledékes kőzetek korának meghatározására rutinszerüen alkalmazható, és alkalmasságát részletesen ellenőrizték a néhány millió évtől néhány milliárd évig terjedő tartományban. Valószinüleg a kis szemcseméret miatt, 150°C-t meghaladó, hosszabb ideig tartó hőmérséklet már argonveszteséghez vezethet, igy nagyobb mélységből származó minták gyakran alacsonyabb kort szolgáltatnak.

Komoly nehézséget jelent, hogy a glaukonit gyakran áthalmozott, s ebben az esetben öröklött argont tartalmaz. A helyben keletke-

Több ásványt tartalmazó kőzet elvileg akkor használható K-Ar kormeghatározásra, ha minden ásványi komponense felhasználható. A gyakorlatban ennek a követelménynek nem kell feltétlenül teljesülnie, mivel a kőzet tartalmazhat kormeghatározásra alkalmatlan ásványokat is, ha azok káliumtartalma a kőzet teljes káliumtartalmához viszonyitva elhanyagolható. Ezeket az elvi, illetve gyakorlati feltételeket elsősorban vulkáni kőzetek elégitik ki. Mivel az üveg alkalmassága kérdéses, kristályos és természetesen ép, bontatlan minták vizsgálata célszerü.Mezozoós vulkanitok esetén a fenti feltételeken kivül még annak is teljesülnie kell, hogy földpátjaink K_2O tartalma 0,8 % alatt, vagy 8 % felett legyen. Ezek a szabályok azonban nem általános érvényüek, mert néhány esetben még a mélységi kőzetekben levő földpátok is helyes K-Ar koradatot szolgáltatnak.

Mélységi kőzeteken mért koradatok földpátjaik argonvesztése következtében általában alacsonyak, csak korminimumként értékelhetők. Ez alól a szabály alól csak kevés kivétel akad, néhány esetben prekambriumi finomszemcsés bázisos kőzetek helyes koradatot szolgáltattak. Metamorf kőzeteken, elsősorban filliteken mért korok sok esetben helyesen adják meg a metamorfózis időpontját, általában akkor, ha a metamorfózis során az előzőleg felhalmozódott radiogén argon eltávozott, a keletkezett kőzet káliumtartalmát pedig legnagyobb részben a csillámok tartalmazzák.

Végezetül ismertetni szeretnénk a Hansen és Gast által készitett [16] összefoglaló ábrát (2. ábra) arra vonatkozóan, hogy termikus hatás esetén a különböző ásványok milyen mértékben tartják meg radiogén ^{40}Ar és ^{87}Sr tartalmukat. Az ábrából látható, hogy termikus hatás esetén az amfibolon mért K-Ar kor szolgáltatja legnagyobb valószinüséggel a helyes értéket, majd a muszkoviton mért Rb-Sr és K-Ar korok következnek. (Amfibolon Rb-Sr kormeghatározás az alacsony Rb/Sr arány miatt nem végezhető.)



2. ábra

Különböző ásványok által megtartott radiogén Sr és Ar százalékos aránya az intruziv kontaktustól mért távolság függvényében.

zett és az áthalmozott glaukonit szétválasztása nagyon nehéz. Abban az esetben, ha az áthalmozott szemcsék kiindulási magként szolgálnak a helyben képződő glaukonit számára, lehetetlen.

A m f i b o l

Az amfibolt széles körben használják K-Ar kormeghatározásra. Termikus hatásokkal szemben nagyon ellenálló. Harmadkorunál fiatalabb kőzetekre azonban alacsony káliumtartalmuk miatt általában nem alkalmazható.

P i r o x é n e k

A piroxének alkalmazhatóságát több tényező korlátozza, amelyek közül első helyen szerepel alacsony káliumtartalmuk. Ezen kivül viszonylag gyakrabban tartalmaznak többletargont és argonvisszatartó képességük is alacsony.

Ü v e g

A vulkáni üvegek alkalmazhatósága nem eléggé tisztázott, többékevésbé bizonytalan. Sok esetben helyes értéket szolgáltatnak, azonban mint azt a mélytengeri bazaltok esetén láttuk, éppen a gyors lehülés miatt időnként többletargont tartalmaznak, ha a magma kitörés előtti geológiai környezete a teljes kigázosodást nem tette lehetővé. Több esetben fiatalabb kort szolgáltatnak, ami argonveszteségre utal. Elképzelhető, hogy ez az argonveszteség hidratációval kapcsolatos, ez a kérdés azonban még nem tisztázott.

A g y a g á s v á n y o k

Az agyagásványok közül az illitet vizsgálták legrészletesebben, az ezen nyert eredmények azonban meglehetősen bizonytalanok, elsősorban azért, mert az áthalmozott és autigén komponens nehezen különithető el. Az illiten nyert koradatok kiértékelése az ásvány geológiai körülményeinek, történetének rendkivül alapos vizsgálatát igényli. Az eddigi vizsgálatok azt mutatják, hogy fiatal illites üledékek K-Ar kora azoknak a kőzeteknek a korát tükrözi, amelyekből az illit képződött, paleozoós illitek pedig rétegtani koruknál valamivel fiatalabb kort szolgáltatnak.

T e l j e s k ő z e t e k

Nagyon kevés mészkövön nyert vizsgálati anyag áll rendelkezésre, bizonytalan geológiai történetü mintákon. A kapott koradatok vagy tul alacsonyak, vagy tul magasak. Elképzelhető, hogy a jövőben bizonyos esetekben alkalmas lesz kormeghatározásra, jelenleg azonban a mészkövön nyert koradatok kiértékelésének szempontjai nem tisztázottak.

Mivel a mélységi kőzetekben lévő földpátok általában szobahőmérsékleten is argont veszitenek, a biotiton mért K-Ar kor jelzi legérzékenyebben a termikus hatásokat. Az a távolság, amelylyel az intruziv kontaktus helyén tul már helyes koradat várható, elsősorban a benyomuló kőzet tömegétől függ. Biotit esetén több kilométer is lehet.

Benyomuló telérek pedig, Westcott [17] szerint, kb. vastagságukkal egyenlő távolságig csökkentik le a biotiton mért K-Ar kor értékét.

Összefoglalás

A radioaktiv bomláson alapuló földtani kormeghatározási módszerek közül a K-Ar módszer használható a legtöbb esetben, alkalmazása azonban csak különös gonddal és körültekintéssel végezhető. Az argon ugyanis termikus, geokémiai és mechanikai hatásokra a káliumnál könnyebben mobilizálódik, ami a valódi kornál fiatalabb K-Ar kort eredményez. A valódi kornál a K-Ar kor csak nagyon ritkán lehet idősebb, elsősorban alacsony káliumtartalmu ásványok, vagy nagy mélységben, a légkörtől elzárva, radiogén argont tartalmazó atmoszférában megszilárduló kőzetek esetén kell ezzel a lehetőséggel is számolnunk. E bizonytalansági tényezők miatt a kormeghatározási munka tulajdonképpen a mintaválasztással kezdődik. Egy földtanilag igazolhatóan azonos koru területről különböző kőzettipusokat, illetve különböző - K-Ar kormeghatározásra alkalmas - ásványokat célszerü vizsgálni. Ha ezek azonos kort szolgáltatnak, akkor ez a kor az ásványok záródásának valódi koraként fogadható el.

Bár a K-Ar módszert földtani képződmények korának meghatározására fejlesztették ki, sok esetben a valódi kortól eltérő, "helytelen" koradat is fontos információt tartalmaz. Mint emlitettük, a glaukonit 150°C-t meghaladó hőmérsékleten argontartalmát elveszíti. Ha tehát glaukonit mintán rétegtani koránál lényegesen fiatalabb K-Ar kort mérünk, akkor környezetének 150°C-t meghaladó egykori felmelegedésére következtethetünk. Ennek az effektusnak a kőolajkutatás szempontjából komoly jelentősége van. Mezozoós vagy fiatalabb illites üledékek K-Ar kora rétegtani koruknál legtöbbször lényegesen magasabb, több száz millió év is lehet; nem az üledékképződés, illetve illitképződés korát tükrözi, hanem azoknak az ásványoknak a korát közeliti, amelyekből az illit képződött. Az illites üledékeken nyert K-Ar koradatokból az illitképződés helyére is következtethetünk.

A K-Ar kormeghatározások végzése nagyon hosszadalmas, fáradságos és igy költséges is. Mint az előzőekben rámutattunk, bontott mintákon vagy alkalmatlan ásványokon nyert eredmények földtanilag értékes információt általában nem tartalmaznak, ezért ilyen minták vizsgálata célszerütlen.

Az argonmeghatározás komoly kisérleti fizikai feladat, az eredmények földtani értékelése pedig a minta származási területének

rendkivül alapos ismeretét igényli. A K-Ar kormeghatározások magas szinvonalu müvelése ilymódon csak a meghatározásokat végző fizikus és az azokat értékelő geológus szoros együttmüködése mellett lehetséges. Ennek az együttmüködésnek talán legfontosabb mozzanata annak vizsgálata, hogy az adott földtani probléma a K-Ar módszer alkalmazásával eldönthető-e, s ehhez hány minta, milyen ásványok és honnan származó ásványok K-Ar korát kell meghatároznunk.

Irodalom

[1] F. Smits, W. Gentner, Geochim. Gosmochim. Acta, 1 (1950) 22.

[2] M. Pahl, J. Hiby, F. Smits, W. Gentner, Z. Naturforsch, 5a (1950) 404.

[3] Э. К. Герлинг, Н. Е. Титов, Изв. АН СССР, сер. хим. наук, № 2. (1949) 128.

[4] W. B. Harland, A. G. Smith, B. Wilcock, eds., The Phanerozoic Timescale, Quarterley Jour. Geol. Soc., London, 120S (1964) 458.

[5] A. O. Nier, Phys. Rev., 77 (1950) 789.

[6] L. T. Aldrich, G. W. Wetherill, Ann. Rev. Nucl. Sci., 8 (1958) 257.

[7] A. Cox, G. B. Dalrymple, Jour. Geophys. Research, 72 (1967) 2603.

[8] P. E. Damon, in Radiometric Dating for Geologists, E. J. Hamilton, R. M. Farquhar, eds., New York, Interscience Publishers Inc. (1968) 1.

[9] G. B. Dalrymple, M. A. Lanphere, Potassium-argon dating, W. H. Freeman and Company, San Francisco (1969) pp 121-122.

[10] P. E. Damon, A. W. Laughlin, J. K. Percious, in Radioaktiv Dating and Methods of Low Level Counting, Internal Atomic Energy Agency, Vienna, (1967) p. 463.

[11] G. B. Dalrymple, J. G. Moore, Science, 161 (1968) 1132

[12] S.S. Sardarov, Geochemistry, No 3. (1957) 233.

[13] J. F. Evernden, J. R. Richards, Jour. Geol. Soc. Australia, 9 (1962) 1.

[14] J. F. Evernden, G. T. James, Am. Jour. Aci., 262 (1964) 945.

[15] J. L. Kulp, Joan Engels, in Radioactive Dating, Internat. Atomic Energy Agency, Vienna (1963) 219.

[16] G. N. Hanson, P. W. Gast, Geochim. et Cosmochim. Acta, 31 (1967) 1119.

[17] M. R. Westcott, Nature, 210 (1966) 83.

ATOMKI Közlemények 16/4 (1974) 389-451.

MAGFIZIKAI PROGRAMNYILVÁNTARTÁS

VERTSE TAMÁS

ATOMKI H-4001, Debrecen, Pf. 51. Hungary

Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat Magfizika és Alkalmazásai Szakcsoportja magfizikai számitógép programokkal kapcsolatos kerekasztal megbeszélést rendezett 1974. junius 27-28-án, Debrecenben a Kossuth Lajos Tudomány Egyetem, illetve az MTA Atommag Kutató Intézetében, 30 fő részvételével.

A megbeszélésen a következő előadások hangzottak el:

Pernecki Gábor	- KFKI	: CP19 egyedi gamma csucs kiértékelő program.
Pernecki Gábor	- KFKI	: CP16 többszörösen összeült gamma csucsokat kiértékelő program.
Beleznay Ferencné	- KFKI	: DAS2 spektrum dekomponáló program.
Székely Géza	- ATOMKI	: Gamma-spektrum kiértékelő programok fejlesztése és futtatási tapasztalatai az ATOMKI-ben.
Pócs Lajos	- KFKI	: A SIRIUS programrendszer I.
Horváth Dezső	- KFKI	: A SIRIUS programrendszer II., Élettartam mérések kiértékelése.
Vass Szabolcs	- KFKI	: Mérési adatok feldolgozása.
Hegedüs Csaba	- KFKI	: Sok paraméter illesztése legkisebb négyzetek módszerével.
Pálfalvi József	- KFKI	: A SPECTRANS-2 program
Dede Miklós, Erdei Károly, Demény András	- KLTE KFT	: Neutron reflekció számitása hézaggal elválasztott közegek között.
Kostka Pál	- KFKI	: Gyorsitócső fejlesztéssel kapcsolatos programok.

Végh László	- ATOMKI	:: R-mátrix elméleten alapuló programok magreakciók hatáskeresztmetszetének számitására.
Végh László	- ATOMKI	:: Program három részecske rendszer kötött állapotainak számitására.
Németh Judit	- ELTE	: Hartree-Fock program (Előadta: Fái György)
Vertse Tamás	- ATOMKI	: Egyrészecske kötött és rezonancia állapotok számitása szférikus Saxon-Woods potenciálban.
Apagyi Barna	- BME FT	: Egyrészecske állapotok meghatározása deformált Saxon-Woods potenciálban.
Fái György	- ELTE	: Mátrixelem számitás sokrészecske állapotok között.
Angeli István	- KLTE KFI	: A SASSI-egy kombinált optikai modell és a Hauser-Feshbach program neutron szórások hatáskeresztmetszetének számitására.
Vertse Tamás	- ATOMKI	: Optikai modell és Hauser-Feshbach programok.
Vertse Tamás	- ATOMKI	: DWBA programok.
Lovas Rezső	- ATOMKI	: Csatolt-csatornás számolások az INCH programmal.
Vertse Tamás	- ATOMKI	: Program a rugalmatlan szórási folyamatok figyelembevételére direkt reakciókban.

A megbeszélés célja a programfejlesztők és a felhasználók kapcsolatának erősitése, és a rendelkezésre álló programok áttekintése volt. A megbeszélésre sokan küldtek be programlapokat, melyek egy központi programnyilvántartás alapját képezhetik, s amelyeket itt közreadunk megjegyezve, hogy a programlapon lévő információk helyességéért annak kitöltője felel. A megbeszélésen igény lépett fel arra, hogy ezt a nyilvántartást rendszeressé s időről időre a bővitésekkel együtt minden érdeklődő számára elérhetővé tegyük. Ennek elősegitése érdekében az ATOMKI Közleményekben a továbbiakban is mód nyilik a magfizikával, illetve annak alkalmazásával kapcsolatos közérdeklődésre számottartó programokról beküldött programlapok közlésére, az itt látható formában és feltételek mellett.

Kérjük a programlapok kitöltőit, hogy az egyes kérdésekre adott válaszaikat gépelt formában juttassák el az ATOMKI Közlemények Szerkesztő Bizottságához (ATOMKI 4001 Debrecen, Pf. 51.). A beérkező programlapokat a soronkövetkező szám végén közreadjuk.

Javaslatok hangzottak el a nyilvántartás számitógépesitésére is, de érdemi döntés a kérdésben még nem született. Az ATOMKI Közlemények közölni fogja, ha a gépesitett programnyilvántartás megvalósul.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: FORGAMMA nyelve: FORTRAN (ANSI)
tulajdonosának neve: Székely Géza
munkahelye: MTA ATOMKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (CDC-1604/A tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Ge-Li detektorral mért gammaspektrumok kiértékelését végzi. Szimmetrikus Gauss-görbéket illeszt a spektrumra legkisebb négyzetek módszerével. Meghatározza a csucsok paramétereit, hibájukat és energia- és hatásfok kalibrálást végez.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán BCD kódban, csatornás lyukszalagon kódban, csatornás mágnesszalagon kódban bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	MTA ATOMKI	CDC-3300
Szovjetunió	Dubna		CDC-1604/A

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ **A program neve:** CP19 **nyelve:** ICT 1905 ALGOL
tulajdonosának neve: Pernecki Gábor
munkahelye: MTA KFKI
a program eredete: saját fejlesztés, **tovább fejlesztés, más** (_____tipusu) **számitógépről való adaptálás.**

2/ **Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:**

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:

3/ **Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/**

4/ **A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:**
Félvezető detektorral mért γ spektrumokban teljes energia csucs 1/ keresése, 2/ háttér meghuzás a csucshoz, 3/ csucsterület számitás 3/a TPA módszerrel, 3/b Covell módszerrel, 3/c Sterlinski módszerrel, 3/d Trapéz módszerrel, 4/ csucshely megállapitás (mindez szórás számitással), 5/ energia kalibráció.
Standard spektrum megadása esetén csucsterület arányt számit ki a fenti 4 módszerrel és még a következő módszerekkel:
3/e amplitudókeresés legkisebb négyzetek módszerével, 3/f módositott Sterlinski módszer, 3/g sulyozott amplitudó átlag módszer. Az utóbbi két módszer a programozó által levezetett uj, még nem publikált módszerek. A program vezérlése "VÉGA interpreter" nyelven történik (publikálva).

5/ **Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/**

6/ **Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/**

7/ **Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.**

8/ **Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:**
KFKI Programkönyvtárban hamarosan megjelenik a leirás.

9/ **Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/**

10/ **A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán** _____ **kódban,** 8 **csatornás lyukszalagon** ICT **kódban,** 7 **csatornás mágnesszalagon** ICT ISO **kódban** 800 (esetleg 556) **bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.**

11/ **Hol müködik a program jelenleg:**

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	KFKI	ICT 1905
szükitett változat:		BME	RAZDAN-3

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: CP 16 nyelve: ICT 1905 ALGOL
tulajdonosának neve: Pernecki Gábor
munkahelye: MTA KFKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Azonos alaku csak amplitudóban és abszcisszában különböző spektrumok szuperpoziciójának dekomponálása legkisebb négyzetek módszerével. Sulyozás Poisson-eloszlást feltételez a mért pontokra. 3-nál több összetevő esetén az összetevők abszcisszatávolságainak aránya fixen tartható. (Energiatávolság γ spektrumok esetén). A spektrumok equidisztans abszcissza lépésközt feltételeznek. Meg kell adni egy standard spektrumot.
Gamma spektrumoknál kis energiatartományon belül többszörös csucsok dekomponálására használható, amikor a félérték szélesség még állandónak tekinthető.
A program még nem müködött, a nyáron (1974) elkészül.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:
KFKI Programkönyvtárában hamarosan megjelenik a leirás.

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán _____kódban, _____[8]csatornás lyukszalagon ICT kódban, _____[7]csatornás mágnesszalagon ICT ISO kódban 800 (esetleg 556) bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	KFKI	ICT 1905

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: DAS 2 nyelve: FORTRAN
tulajdonosának neve: Beleznay Ferencné
munkahelye: KFKI Sugárvédelmi Főo.
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:
Andrási Andor	KFKI	Budapest	Magyarország
Kötél Gyula	KFKI	Budapest	Magyarország

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
A DAS2 nevü méréskiértékelő program általánosságban alkalmas arra, hogy több komponensből összetett spektrumok esetén megadja az egyes komponensek részarányát, maximálisan 7 összetevő esetében (512 csatornás felvételnél) abszolut egységben, továbbá ezek valószinü hibáját. Az eredmény megadásához a program a maradék spektrumot is megjeleniti jól áttekinthető táblázatos formában és kivánságra plotteren is kirajzolja. Mód van arra, hogy a spektrumban megjelenő valamely csucsra, igy pl. a spektrumstabilizálás céljából beépitett radioaktiv fényforrás csucsára a sulyozott legkisebb négyzetek módszerével Gauss-függvény illesztését is el lehessen végezni, és ilymódon ellenőrizni a spektrumstabilizáló rendszer müködését.
A DAS2 program a DASK nevü méréskiértékelő program továbbfejlesztett változata. A spektrumdekomponálás a sulyozott legkisebb négyzetek módszerével történik.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:
_____
_____
_____
_____

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán _____kódban, _____8_____csatornás lyukszalagon _____ICT_____kódban, _____csatornás mágnesszalagon _____kódban_____bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	KFKI	ICT 1905

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: BSZM3 nyelve: MINSZK-32 ASSAMBLER
tulajdonosának neve: Mészáros - Szendrő
munkahelye: M.Á. Eötvös L. Geofizikai Intézet
a program eredete: saját fejlesztés, <u>tovább fejlesztés</u>, más
(_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:
A. KEMPER	Central Laboratory TMO,	Delft	Hollandia

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /<u>módositotta</u>, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Radioaktiv energiaspektrumok (max. 1024 csatorna) elsődleges kiértékelésére szolgál. A feldolgozás első lépéseként megadható pontszámu és foku polinómmal simitást végez. A matematikailag simitott spektrumon a következő számitásokat végzi el:
- a csatornaszámban és energiában lineáris kapcsolatot feltételezve kalibrációt végez,
- meghatározza a csucsok helyét és tartományát csatornaszámban és energiában,
- kiszámitja a csucsokhoz tartozó teljes és háttérrel csökkentett területeket és ezek standard deviációit.

Adatbevitel 8 csatornás lyukszalagról és mágnesszalagról GOSZT kódos formátumban történhet. A számitások eredménye nyomtatón jelenik meg. Kivánságra az eredeti és a simitott spektrum nyomtatón való kirajzoltatására is lehetőség van.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/ Nem elegendő.

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, <u>előkészületben van</u>, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, <u>továbbfejlesztést is megenged</u>.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:
társszerzőség

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /<u>igen</u>, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán GOSZT kódban,
8 csatornás lyukszalagon GOSZT kódban,
csatornás mágnesszalagon kódban
bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	MAELGI	MINSZK-32

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: ANAL-EVAL-PLOT nyelve: TPA-1001 SLANG
tulajdonosának neve: Zámori Zoltán
munkahelye: KFKI Magfizikai Főosztály
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más
(_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:
Biri János	KFKI	Budapest	Magyarország
Somlai László	KFKI	Budapest	Magyarország

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Gamma-, töltött-részecske-, stb. spektroszkópiai mérések vezérlését és előzetes kiértékelését végzi a KFKI Magfizikai Főosztályán müködő Gyorsitó Alközpontban. A mért spektrumot kiperforálja, visszaolvassa, analóg display-n ábrázolja, plotteren felrajzolja. A háttér levonása után csucs alatti területet számol.

Szükséges konfiguráció: 8K-s TPA kisszámitógép, teletype, gyorsolvasó, gyorslyukasztó, H-P plotter, KFKI-display

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán _____kódban,
8 csatornás lyukszalagon ASCII kódban,
_____csatornás mágnesszalagon _____kódban
bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	KFKI	TPA-1001 8K

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: MPAA nyelve: ICL 1900 ALGOL
tulajdonosának neve: Horváth D., Kulcsár K., Nagy D.L., Pócs L.
munkahelye: KFKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más
(_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Adatok, főleg spektrumok felvitele egy vagy két mágnesszalaglagra a SIRIUS mágnesszalagos adatkezelő-rendszer formátumában. A spektrumoknak lényegében tetszőleges kódban 5- vagy 8 csatornás lyukszalagra lyukasztva kell lenniük.

A SIRIUS programrendszer tagja.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadas feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán ____ kódban,
8 csatornás lyukszalagon ASCII kódban,
7 csatornás mágnesszalagon ISO kódban 800 bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	KFKI	ICL-1905
Magyarország	Budapest	ELTE, TTK	ODRA-1304
Egyiptom	Kairo	Állami Egyetem	ICL-1904E

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: MPEX nyelve: ICL-1900 ALGOL
tulajdonosának neve: Horváth D., Kulcsár K., Nagy D.L., Pócs L.
munkahelye: KFKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Mágnesszalagon tárolt spektrumok kezelése (spektrumok másolása, javitása, kiirása, felrajzolása sornyomtatón, lyukszalagra perforálása, törlése, mágnesszalagok scretchesitése). (A spektrumok felvitele mágnesszalagra az MPAA-program segitségével történik.)

A SIRIUS programrendszer tagja.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán ___ kódban,
8 csatornás lyukszalagon ASCII kódban,
7 csatornás mágnesszalagon ISO kódban 800 bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	KFKI	ICL-1905
Magyarország	Budapest	ELTE, TTK	ODRA-1304
Egyiptom	Kairo	Állami Egyetem	ICL-1904E

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: SDPL nyelve: ICL 1900 ALGOL
tulajdonosának neve: Horváth D., Kulcsár K., Nagy D.L., Pócs L.
munkahelye: KFKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más
(_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Mágnesszalagon tárolt spektrumok felrajzolása plotteren.
(A spektrumok mágnesszalagra való felvitelét az MPAA program végzi.)
A SIRIUS programrendszer tagja.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán ____ kódban,
8 csatornás lyukszalagon ASCII kódban,
7 csatornás mágnesszalagon ISO kódban 800 bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	KFKI	ICL-1905
Egyiptom	Kairo	Állami Egyetem	ICL-1904E

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: MUTI nyelve: ICL 1900 ALGOL
tulajdonosának neve: Horváth D., Kulcsár K., Nagy D.L., Pócs L.
munkahelye: KFKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Általánosan alkalmazható flexibilis plotter-program mágnesszalagon tárolt spektrumok publikáció-kész ábrázolására.
(A spektrumokat az MPAA-program viszi fel a mágnesszalagra.)

A SIRIUS programrendszer tagja.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán — kódban, 8 csatornás lyukszalagon ASCII kódban, 7 csatornás mágnesszalagon ISO kódban 800 bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	KFKI	ICL 1905
Egyiptom	Kairo	Állami Egyetem	ICL-1904E

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: MPN1 nyelve: ICL 1900 ALGOL
tulajdonosának neve: Horváth D., Kulcsár K., Nagy D.L., Pócs L.
munkahelye: KFKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Szcintillációs vagy félvezető detektorral mért gamma-, proton-, stb. spektrumok kiértékelése a legkisebb négyzetek módszerével. A csucsoknak emissziósaknak kell lenniük, az egyidejüleg illesztett csucsok számát csak a számitógép memóriája korlátozza (az illesztendő paraméterek száma max. 60 lehet). A csucsokra szimmetrikus Gauss-görbét, a háttérre parabolát illesztünk. Egybeolvadt csucsok is illeszthetők vele, ha a szélessége rögzithető. Az illesztés módositott, Newton-iterációval történik, az illesztés eredményét a program rajzban is közli. A spektrumoknak mágnesszalagon kell lenniük, felvitelük az MPAA-programmal történik.

A SIRIUS programrendszer tagja.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán ____ kódban, ____ 8 csatornás lyukszalagon ASCII kódban, ____ 7 csatornás mágnesszalagon ISO kódban 800 bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	KFKI	ICL 1905
Magyarország	Budapest	ELTE, TTK	ODRA 1304
Egyiptom	Kairo	Állami Egyetem	ICL 1904E

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: SDCA nyelve: ICL 1900 ALGOL
tulajdonosának neve: Horváth D., Kulcsár R., Nagy D.L., Pócs L.
munkahelye: KFKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Gamma-spektrumok energia - és hatásfok - kalibrációját végzi el, illetve az MPN1 kiértékelő program eredményeit a már meglévő kalibrációs faktorok segitségével módositja.
Tagja a SIRIUS programrendszernek.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán _____kódban,
8 csatornás lyukszalagon ASCII kódban,
7 csatornás mágnesszalagon ISO kódban 800 bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	KFKI	ICL 1905
Magyarország	Budapest	ELTE, TTK	ODRA 1304

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: SDKE nyelve: ICL 1900 ALGOL
tulajdonosának neve: Horváth D., Kulcsár K., Nagy D.L., Pócs L.
munkahelye: KFKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más
(_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Automatikus csucskeresés gamma-spektrumokon, valamint adatszalag készitése az MPN1-program számára. A spektrumoknak mágnesszalagon kell lenniük, felvitelük az MPAA-program segitségével történik. A program által alkalmazott eljárás csak jól meghatározott, különálló csucsok megkeresésére alkalmas.

Irodalom: J.T. Routti, S.G. Prussin, Nucl. Instr. Meth. 72, 125-142 (1969)
M.A. Mariscotti: Nucl. Instr. Meth. 50, 309-320 (1967)

A SIRIUS programrendszer tagja.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán — kódban,
8 csatornás lyukszalagon ASCII kódban,
7 csatornás mágnesszalagon ISO kódban 800 bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	KFKI	ICL 1905
Magyarország	Budapest	ELTE, TTK	ODRA-1304
Egyiptom	Kairo	Állami Egyetem	ICL-1904E

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: HDF1 nyelve: ICL 1900 ALGOL
tulajdonosának neve: Horváth D., Kulcsár K., Nagy D.L., Pócs L.
munkahelye: KFKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Spektrumok (pl. Mössbauer-, gamma-, töltött részecske-, infravörös-, stb.) felbontását Fourier-módszerrel javitó program. A program a spektrum Fourier-transzformáltját egy szürőfüggvénnyel simitja és dekonvolució után visszatranszformálja. A felbontásgörbére Lorentz-alakot feltételez. A bemenő spektrumot mágnesszalagon várja (l. az MPAA-programot), a keletkezőt pedig mágnesszalagra irja és/vagy sornyomtatón felrajzolja.

Irodalom: D.L.Nagy., K.Kulcsár, Resolution of Mössbauer Spektroscopy (KFKI-71-66)

Tagja a SIRIUS-programrendszernek.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán —— kódban,
^{8} csatornás lyukszalagon ASCII kódban,
^{7} csatornás mágnesszalagon ISO kódban 800 bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	KFKI	ICL 1905
Magyarország	Budapest	ELTE, TTK	ODRA 1304

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: SDO2 nyelve: ICL 1900 ALGOL
tulajdonosának neve: Horváth D., Kulcsár K., Nagy D.L., Pócs L.
munkahelye: KFKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más
(_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Gauss-görbe és exponenciális-összeg konvolúciójának illesztése a legkisebb négyzetek módszerével, különös tekintettel a pozitron-annihilációs élettartam-mérések kiértékelésére. A spektrumokat mágnesszalagon várja (1. MPAA-program), az iteráció módositott Newton-módszerrel történik. Egy élettartam és a felbontás szélessége rögzithető, az illesztés során a program figyelembe tudja venni a szélesség és a zéróhely kalibrációs mérésből megállapitott értékét és annak szórását. A program tökéletesitett formában, MUST néven fog bekerülni a SIRIUS-könyvtárba.

Irodalom: D.Horváth, Simultaneous Parameter Estimation in the Ill-Conditioned Least-Squares Fitting Problem (KFKI-73-53)

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán _____kódban,
8 csatornás lyukszalagon ASCII kódban,
7 csatornás mágnesszalagon ISO kódban 800 bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	KFKI	ICL 1905
Magyarország	Budapest	ELTE, TTK	ODRA 1304

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: SDM1 nyelve: ICL 1900 ALGOL
tulajdonosának neve: Horváth D., Kulcsár K., Nagy D.L., Pócs L.
munkahelye: KFKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Általános Mössbauer-spektrum-kiértékelő program. Szimmetrikus Lorentz-görbéket illeszt egy legfeljebb másodfoku háttérről lelógó abszorpciós csucsokra. Az illesztendő paraméterek között lényegében tetszőleges mellékfeltételek lehetnek, a program független paraméterrendszerre redukálja az illesztendő paramétereket egy inhomogén lineáris transzformáció segitségével. Az illesztés módositott Newton-iteráció segitségével történik, eredményét a program sornyomtatón fel is rajzolja. A spektrumoknak mágnesszalagon kell lenniük, felvitelük az MPAA-program segitségével történik. A program egybeolvadt csucsokat is illeszteni tud.
A SIRIUS programrendszer tagja.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán __—__ kódban, 8 csatornás lyukszalagon ASCII kódban, 7 csatornás mágnesszalagon ISO kódban 800 bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol működik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	KFKI	ICL 1905
Magyarország	Budapest	ELTE, TTK	ODRA 1304
Egyiptom	Kairo	Áll. Egyetem	ICL 1904E

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: MQPA nyelve: ICL 1900 ALGOL
tulajdonosának neve: Horváth D., Kulcsár K., Nagy D.L., Pócs L.
munkahelye: KFKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Élettartam-spektrumokhoz exponenciális-összeg illesztése a legkisebb négyzetek módszerével. Maximálisan 3-4 komponens meghatározására alkalmas. A spektrumokat mágnesszalagon várja, felvitelük az MPAA-program segitségével történik.
Tagja a SIRIUS programrendszernek.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán _____kódban,
8 csatornás lyukszalagon ASCII kódban,
7 csatornás mágnesszalagon ISO kódban 800 bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol működik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	KFKI	ICL 1905
Magyarország	Budapest	ELTE, TTK	ODRA 1304
Egyiptom	Kairo	Áll.Egyetem	ICL 1904E

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

407

PROGRAMLAP

1/ A program neve: MPSZ nyelve: ALGOL
tulajdonosának neve: Pócs Lajos
munkahelye: KFKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Mért szögeloszlások vagy perturbált szögkorrelációs adatok Legendre-polinomok szerinti sorfejtési együtthatóit és az elfordulási szöget számolja ki a sulyozott legkisebb négyzetek módszerével.

Bemenő adatok a mérési szögek és a hozzájuk tartozó beütésszámok.
Van olyan üzemmódja is, ahol a sorfejtési együttható is megadható, ilyenkor csak az elfordulási szöget számolja a gép.
Kimenő adatok: a számolt együtthatók és elfordulási szög, hibával együtt, valamint a mért és számolt szögeloszlás line-printeren felrajzolva.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán _____kódban,
8 csatornás lyukszalagon ICT kódban,
7 csatornás mágnesszalagon ICT kódban 800 bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	KFKI	ICT 1905

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: MGIZ nyelve: ICL 1900 ALGOL
tulajdonosának neve: Horváth Dezső
munkahelye: KFKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (_____típusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Izomér-arányok számolása a Huizenga-Vandenbosch-módszer segitségével. Izomér magok spin-cut-off-faktorainak meghatározására használható (n,γ), (n,n'), (n,n'γ), (n,2n), (n,2nγ) reakciók izomér-hatáskeresztmetszetei alapján.

Irodalom:
R.H.Huizenga, J.R.Vandenbosch, Phys. Rev. 120(1960)1305

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán ___ kódban,
___ 8 csatornás lyukszalagon ASCII kódban,
___ 7 csatornás mágnesszalagon ICL kódban 800 bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	KFKI	ICL 1905

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: SPECTRANS-2 nyelve: FORTRAN
tulajdonosának neve: Pálfalvi József
munkahelye: KFKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
A SPECTRANS-2 program lehetővé teszi különböző módon számitott és mért neutron spektrumok összehasonlitását és kiértékelését azáltal, hogy függvényinterpolációk segitségével a spektrumokat egységesen 48 energiaintervallumban adja meg. A program standardizált neutronspektrumokból kerma- és dózisekvivalens spektrumokat, valamint dózishányadokat és átlagenergiát számit. Interpoláció segitségével meghatározza egy kivánt vastagságu védőrétegen áthaladt neutronok spektrumát, ezenkivül felhasználható doziméterek jelzésének számitására. A spektrumokat könyvtárszalagon rögziti és egy plotter segitségével kirajzolja.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán _____kódban, 8 csatornás lyukszalagon ICT kódban, _____csatornás mágnesszalagon _____kódban bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	KFKI	ICL-1905

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: O5R5S nyelve: FORTRAN
tulajdonosának neve: Koblinger László
munkahelye: KFKI, AKT, SVF
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:
Lux Iván	KFKI	Budapest	Magyarország

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Védőrétegen áthaladt, ill. arról visszavert neutronok spektrumát határozza meg Monte Carlo módszerrel.
A spektrumokat 48(+ termikus) csoport bontásban adja meg.
Korlátok: Csak homogén kétdimenziós végtelen sikréteg használható. A védőréteg hasadó anyagot nem tartalmazhat. Az eredeti Oak Ridge-i hatáskeresztmetszet könyvtárat használja.
A programrendszer 3 programból áll, ezek: DKPC; DK5R és DK9R jelüek. Az első két rész a hatáskeresztmetszet előkészitést végzi.
Memória-igény: 32 K szó.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán _____kódban, 8 csatornás lyukszalagon ICL kódban, 7 csatornás mágnesszalagon ICL kódban tetsz. bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	KFKI	ICT 1905

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

411

PROGRAMLAP

1/ A program neve: RFSP nyelve: FORTRAN
tulajdonosának neve: Turi László
munkahelye: KFKI
a program eredete: saját fejlesztés, <u>tovább fejlesztés</u>, más (_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:
Fischer Ádám	KFKI	Budapest	Magyarország

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /<u>módosi-totta</u>, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Az aktivációs detektorokkal történő neutronspektrum mérések kiértékelésére a két legismertebb kód a SAND II. és a SPECTRA. Az RFSP az utóbbi változata. Az algoritmus jelentős megváltoztatása utján sikerült elérni, hogy az iteráció gyorsasága tetszőlegesen szabályozható (akár 1 lépésben megkapható a határérték), ezért a határérték közvetlen kiszámitásához szükséges bonyolult mátrixmüveletek elhagyhatók. A program teljesitőképessége változatlan, sokkal kisebb memóriaigény mellett.
Fő felhasználási területe: reaktorok neutronspektrumának mérése.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /<u>van</u>, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /<u>van</u>, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy <u>módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged</u>.

8/ Az átadás feltétele: <u>feltétlenül átadja</u>, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig: a hivatkozást köszönettel nyugtázzuk.

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra <u>forrásnyelvi</u>/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán _____kódban, ____ 8 csatornás lyukszalagon _____kódban, _____ csatornás mágnesszalagon _____kódban_____ bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	KFKI	ICT 1905
NSZK	Jülich		

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: SPHM-FA nyelve: ALGOL 60
tulajdonosának neve: Erdei Károly
munkahelye: KLTE Számoló Központ
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
A program feladata:
Neutronfluxus helyszerinti eloszlásának számolása véges/végtelen, sik-/gömbszimmetrikus esetben tetszőleges közegre; termikus neutronok Fermi korának számolása gömbszimmetrikus geometriára.
A módszer:
Energiafüggő Boltzman egyenlet többcsoport transzport (P1 és P3) közelitése gömbi harmónikus operátor módszerrel, Marschak féle határfeltételekkel

A program a fluxus tetszőleges geometriában való számolásához szükséges mennyiségeket is szolgáltatja (pl. hengergeom.)

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:_____

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán_____kódban,
8 csatornás lyukszalagon BCD kódban, _____
_____csatornás mágnesszalagon _____kódban_____
bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Debrecen	KLTE SZK	ODRA 1204

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ **A program neve:** OSR **nyelve:** FORTRAN
tulajdonosának neve: Lux Iván
munkahelye: KFKI, AKT
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (IBM tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ **Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:**

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:
Koblinger László	KFKI	Budapest	Magyarország

3/ **Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon:** /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ **A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:**
Általános célu háromdimenziós Monte-Carlo neutron transzport kód. A program neutron "élettörténeteket" generál és a repülés során bekövetkező eredményeket (ütközés, hasadás, abszorpció, régióhatáron történő áthaladás, kiszökés) mágnesszalagon regisztrálja. A program forrás- és kiértékelő rutinjait a felhasználónak kell megirnia. Hatáskeresztmetszeteit az eredeti Oak Ridge-i hatáskeresztmetszet könyvtárból veszi. A kód első két programja (DKPC, DK5R) a hatáskeresztmetszetek előkészitését és a feladat által megkövetelt könyvtár összeállitását végzi, a harmadik rész (RX5R) generálja a neutron történeteket.

5/ **Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban:** /van, nincs/

6/ **Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció:** /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ **Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.**

8/ **Az átadás feltétele:** feltétlenül átadja, **publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:**

9/ **Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e:** /igen, nem/

10/ **A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán** ____ **kódban,** 8 **csatornás lyukszalagon** ICL **kódban,** 7 **csatornás mágnesszalagon** ICL **kódban** tetsz. **bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.**

11/ **Hol működik a program jelenleg:**

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
USA	Oak-Ridge	IBM 7090/CDC 6600	
Magyarország	Budapest	KFKI	ICL 1905

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: RSG2-SOPHY nyelve: FORTRAN
tulajdonosának neve: Gadó János
munkahelye: KFKI, AKT
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:
Szatmáry Zoltán	KFKI, AKT	Budapest	Magyarország

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
A program a neutrontranszport egyenletet oldja meg 40-csoport P_1-közelitésben egy dimenzióban. Három egydimenziós geometria (slab, henger, gömb) használata lehetséges. Az energia és térfüggő egyenletrendszert véges differencia módszerrel oldjuk meg. Kritikus állapotokat a zónák méreteinek vagy az axiális kifolyásnak változtatásával érhetünk el. A program megadja a 40-csoport térfüggő neutroneloszlást és a kivánt hatáskeresztmetszet átlagokat. A program segitségével tanulmányozható a neutronspektrum térbeli változása és különböző mikroparaméterek helyfüggése. A program jelenleg 1 termikus csoportot használ, a több termikus csoportot használó változat kifejlesztése folyamatban van.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:
+9-10. pontokhoz: A program átadása bonyolultsága miatt nem lehetséges, de előzetes konzultációk után különböző feladatok elvégzését, ill. a számitásokban való részvételt szivesen vállaljuk.

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán _____kódban, _____csatornás lyukszalagon _____kódban, _____csatornás mágnesszalagon _____kódban _____bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	KFKI, AKT	ICL-1905

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: RJG5-THERESA nyelve: FORTRAN
tulajdonosának neve: Gadó János
munkahelye: KFKI, AKT
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:
Szatmáry Zoltán	KFKI, AKT	Budapest	Magyarország
Valkó János	KFKI, AKT	Budapest	Magyarország

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./: A program a reaktorzóna elemi cellájában kialakuló neutronspektrumot számitja ki. A termikus neutronok energia szerinti és térbeli eloszlását az e célra általánosan használt THERMOS eljárással számitjuk ki. Az urán és plutónium izotópok rezonanciahatáskeresztmetszeteit a RIFFRAFF eljárással kondenzáljuk csoportállandókká. Itt a rezonanciák önárnyékolását, valamint a reaktorzóna cella-szerkezetét figyelembe vesszük. A THERMOS eljárás eredményeként adódó homogenizált és kondenzált termikus csoportállandókkal, valamint a RIFFRAFF eljárás segitségével nyert U^{235}, U^{238} és Pu^{239} rezonancia-csoportállandókkal kiegészitődik a 40 csoport állandó könyvtár és az adott reaktorzónára kiszámitjuk a (cellára homogenizált) neutronspektrumot és kritikus bucklinget, valamint néhány mérhető paramétert. A 40-csoport spektrum számitása a GRACE eljárással történik. A THERMOS, RIFFRAFF és GRACE eljárásokban használt módszerek leirása különböző reportokban megtalálható.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig: _____
+9-10. pontokhoz: A program átadása bonyolultsága miatt nem lehetséges, de előzetes konzultációk után különböző feladatok kiszámitását, illetve ilyen számitásokban való részvételt készséggel vállalunk.

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán _____kódban, _____csatornás lyukszalagon _____kódban, _____csatornás mágnesszalagon _____kódban _____ bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	KFKI, AKT	ICL-1905

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: TIBS nyelve: FORTRAN (ICL/CDC)
tulajdonosának neve: Szatmáry Zoltán
munkahelye: KFKI AKT
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Rendeltetése: Reaktorok tömör biológiai védelmének vizsgálata (gamma-sugárzás).
Módszere: Sugáranalizis (Point Kernel) módszer a többrétegü félvégteben egydimenziós geometriában (slab, gömb, henger, ill. ezek bizonyos kombinációi) az állandó igy a radioaktiv bomlási láncok néhány időpontra számitott eredő gamma-sugár forrásából származó dózis kiszámitására, max. 7 γ energia csoportban.
Eredményei: dózisértékek és az előbb emlitett különböző időpontokban kiszámitott forráserősségek.
A programnak saját bináris adatkönyvtára van, amelyet az egyik beépitett része készit.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/ csak fénymásolás utján.

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:
A jelenlegi verzió kidolgozottsága következtében.

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán tetsz. kódban, 8 csatornás lyukszalagon tetsz. kódban, 7 csatornás mágnesszalagon CDC/ICL kódban tetsz. bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	KFKI	CDC 3300/
			/ICL 1905

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: SABINE nyelve: FORTRAN IV.
tulajdonosának neve: Kondor András
munkahelye: MTA KFKI AKT
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (IBM 7094 tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Rendeltetése: Reaktorok neutron-ill. gamma-sugárzás elleni tömör biológiai védelem számitása egydimenziós geometriában.
Módszere: Removal diffuziós módszer a neutronokra (19 removal csoport; 26 diffuziós csoport). Sugáranalizis (Point Kernel) módszer a gamma-sugárzásra (7 gamma-energiacsoport).
Eredményei: neutron ill. gamma fluxus és dózisértékek a védelem max.900 pontjában és a fluxusértékekből számolt válaszfüggvények.
A programnak saját bináris hatáskeresztmetszet-könyvtára van, amelyet a SABLIB nevü segédprogramja készit.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/ csak sokszorositás után.

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:
Az átadás munkaigényességétől függően esetenként meghatározandó (memória <32K szó kapacitásu gépre nem ajánlott).

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán tetsz. kódban, 8 csatornás lyukszalagon tetsz. kódban, 7 csatornás mágnesszalagon CDC/ICL kódban tetsz. bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	KFKI	CDC 3300

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: FASTER nyelve: FORTRAN IV.
tulajdonosának neve: Kondor András
munkahelye: MTA KFKI AKT
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (IBM 360/75 tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Rendeltetése: pontokban, felületeken, tartományokban kiszámitani az energiafüggő neutron- ill. gamma-fluxust és dózist.
Módszere: A transzport egyenletet oldja meg általában geometriában Monte Carlo módszer segitségével pontosabban az un. "order-of-scatter" eljárást alkalmazva.
Eredményei: neutron- ill. gamma-fluxus ill. dózisértékek.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:
7-8-9 pontokhoz: 1975. I. negyedében válaszolható meg.

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán tetsz. kódban, 8 csatornás lyukszalagon tetsz. kódban, 7 csatornás mágnesszalagon CDC/ICL kódban tetsz. bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	KFKI	CDC 3300

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: RYS1-SISYPHUS nyelve: FORTRAN
tulajdonosának neve: Szatmáry Zoltán
munkahelye: KFKI, AKT
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más
(_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:
Vigassy József	KFKI, AKT	Budapest	Magyarország

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/ bővitette.

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
A program a kevéscsoport diffuziós egyenletet oldja meg két dimenzióban (x-y és r-z geometriában) véges differencia módszerrel. Az energiacsoportok maximális száma 6, a két térbeli irányban 100-100 osztáspont megengedett. Az egyenleteket iterációval oldjuk meg, melynek során a Liebmann-féle overrelaxációnak van jelentős szerepe. A program megadja a hely- és energiafüggő neutronfluxus eloszlást. A felhasználó kivánságára az adjungált függvény és több integrál is kiszámitódik.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán _____kódban,
^{8}_____csatornás lyukszalagon ICT _____kódban,
_____csatornás mágnesszalagon _____kódban
bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	KFKI, AKT	ICL-1905
Magyarország	Budapest	KFKI, AKT	CDC-3300

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: FEDGROUP nyelve: FORTRAN
tulajdonosának neve: Vértes Péter
munkahelye: KFKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más
(_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:
G.Ulman	Kurcsatov	Moszkva	Szovjetunió
L.V.Majorov	Kurcsatov	Moszkva	Szovjetunió
Gadó János	KFKI	Budapest	Magyarország

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Evaluált nukleáris adatokat dolgoz fel reaktor fizikai csoportállandókká. Ennek keretében:
- csoportátlagolást végez pontszerüen és rezonancia paraméterekkel adott hatáskeresztmetszetekből,
- elasztikus és inelasztikus átmeneti mátrixokat számol
- termikus inelasztikus szórást számol.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:
KGST országokon belül feltétlenül átadja.

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán CDC kódban,
^{8}csatornás lyukszalagon ICL kódban,
^{7}csatornás mágnesszalagon CDC kódban
bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	SZTAKI	CDC-3300
Szovjetunió	Moszkva	Kurcsatov	BESZM-6

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: TIST nyelve: FORTRAN
tulajdonosának neve: Kostka Pál
munkahelye: KFKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
A program spirális elrendezésü ferdeterü gyorsitócsövekben (spiral field tube) számitja az ionpályákat. A trajektóriák koordinátáit a térbeli x, y, z derékszögü rendszerben adja. A spirális térelrendezés vissza van vezetve ékterek spirálba füzött sorozatára, amelyekben a fokozatos közelités módszerével számitjuk a trajektóriát. A spirális térelrendezés tetszőlegesen kombinálható más térelrendezésü szakaszokkal.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:_____

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán_____kódban,_____csatornás lyukszalagon _____kódban, _____csatornás mágnesszalagon _____kódban_____bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
NSZK	München	Universität	IBM 360

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: TIFT nyelve: ALGOL-FORTRAN változat

tulajdonosának neve: Kostka Pál

munkahelye:

a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:

A program a ferdeterü elektrosztatikus gyorsitócsövek (inclined field tube) erőterében számitja a trajektóriákat. Különböző térelrendezésü szakaszok (ferde térkomponensü, tengelyirányu tér, ékterü szakaszok, térmentes, diafragma - lencsét tartalmazó szakaszok) tetszőleges variációban felfüzhetők a gyorsitócső tengelyére. Feltétel, hogy a gyorsitóelektródok egyenletes osztástávolságban legyenek elhelyezve. Az éktérben a trajektóriákat a fokozatos közelités módszerével számitjuk. A program algol változata nagyon flexibilis, tetszőleges elrendezés számitható. A fortran változat speciálisan a HVEC MP tipusu (Emperor) tandem generátorának geometriai elrendezéséhez alkalmazkodik.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán _____kódban, _____csatornás lyukszalagon _____kódban, _____csatornás mágnesszalagon _____kódban_____bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol működik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	KFKI	ICT 1905
NSZK	München	Universität	IBM 360

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: "Potenciáltérképek" nyelve: ALGOL
tulajdonosának neve: Kostka Pál
munkahelye: KFKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:
Dobrosz M.	KFKI	Budapest	Magyarország

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Hengerszimmetrikus elrendezésekben a Laplace egyenlet megoldására szolgál rácsmódszer segitségével. A peremértékek megoldását célzó rész a feladat geometriai elrendezése szerint esetenként átirásra kerül. Különböző két-három elektródás hengerlencsék, gyorsitócső elrendezések potenciáleloszlását számitottuk, maximális 5-6000 rácspont esetében.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:_____

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán _____kódban, _____csatornás lyukszalagon _____kódban, _____csatornás mágnesszalagon _____kódban_____bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyaroroszág	Budapest	KFKI	ICT 1905

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: "Pályaprogram" nyelve: ALGOL
tulajdonosának neve: Kostka Pál
munkahelye: KFKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:
Királyhidi László	KFKI		

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
A program hengerszimmetrikus lencsékben az

$$r'' - \frac{1+(r')^2}{2\Phi}\left(\frac{\partial \Phi}{\partial r} - r'\frac{\partial \Phi}{\partial z}\right) = 0$$

pályaegyenlet megoldását adja a tengelyhez közeleső részecskepályák esetében. A lencse adatait a tengelymenti potencieloszlás numerikus megadásával kell a számításhoz biztositani.
A program különösen nagy kiterjedésü rendszerek (gyorsitócső) számolására alkalmas.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán _____kódban, _____csatornás lyukszalagon _____kódban, _____csatornás mágnesszalagon _____kódban_____ bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	KFKI	ICT 1905

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: RMA nyelve: FORTRAN
tulajdonosának neve: Végh László
munkahelye: MTA ATOMKI
a program eredete: saját fejlesztés, <u>tovább fejlesztés</u>, más (_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:
M.Balakrisman		Trombay	India

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /<u>módositotta</u>, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Rugalmas szórás differenciális hatáskeresztmetszetének kiszámolása egycsatorna-egyszint közelitésben, egyetlen csatornaspin esetén, lásd Blatt-Biedenharn formalizmusát.
Rev. Mod. Phys. 24 (1952) 258

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /<u>van</u>, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, <u>nem is lesz</u>/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak <u>változatlan formában való futtatásra adja át</u>, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: <u>feltétlenül átadja</u>, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:_____

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /<u>igen</u>, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/<u>bináris</u> változatot tud elkésziteni a programról <u>lyukkártyán</u>_____kódban,____ _____csatornás lyukszalagon _____kódban, _____ 7 csatornás mágnesszalagon _____kódban 800 bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	SZTAKI	CDC 3300

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: SOK nyelve: FORTRAN
tulajdonosának neve: Végh László
munkahelye: MTA ATOMKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Tetszőleges fajta szórás vagy reakció differenciális hatáskeresztmetszetének számolása.
Foramlizmus: Lane-Thomas Rev. Mod. Phys. 30(1958)257

A hatáskeresztmetszetek megjelenő rezonanciák paramétereinek meghatározására használható.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán _____kódban, _____csatornás lyukszalagon _____kódban, 7 csatornás mágnesszalagon _____kódban 800 bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	SZTAKI	CDC 3300

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: OPTICALM nyelve: FORTRAN
tulajdonosának neve: Vertse Tamás
munkahelye: MTA ATOMKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más
(IBM 360 tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:
D. Wilmore	AERE	Harwell	Anglia
Végh László	ATOMKI	Debrecen	Magyarország

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Rugalmas szórás hatáskeresztmetszetének számitása az optikai modell alapján. Lehetőség a kisérleti hatáskeresztmetszethez legjobb illeszkedést adó optikai potenciál paraméter értékek automatikus megkeresésére. A program gömbszimmetrikus potenciált tételez fel.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán BCD kódban, csatornás lyukszalagon kódban, csatornás mágnesszalagon kódban bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	MTA SZTAKI	CDC 3300
Anglia	Oxford	Nucl.Dept.	PDP-10

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: MZOP nyelve: ALGOL
tulajdonosának neve: Zimányi József
munkahelye: KFKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más
(Gier tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:
	Niels Bohr Int.	Koppenhága	Dánia

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Az optikai modell alapján szórási hatáskeresztmetszetet számol.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán kódban,
csatornás lyukszalagon kódban,
csatornás mágnesszalagon kódban
bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	KFKI	ICT 1905

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: Optikai pot. nyelve: FORTRAN
tulajdonosának neve: Németh Judit
munkahelye: ELTE TTK
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más
(IBM típusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:
Geramb		Jülich	NSZK

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Optikai potenciállal megoldja a Scrödinger-egyenletet és illeszti az optikai potenciál paramétereit.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán _____kódban, _____csatornás lyukszalagon _____kódban, _____csatornás mágnesszalagon _____kódban _____bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
NSZK	Jülich		

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: SASSI nyelve: FORTRAN IV.
tulajdonosának neve: Angeli István
munkahelye: KLTE KFI, Debrecen
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (IBM 360/75 tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:
V. Benzi	C.N.E.N.		
F. Fabbri	Centro	Bologna	Olaszország
L. Zuffi	di Calcolo		

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Rugalmas és rugalmatlan neutron szórás szférikus potenciálon; optikai modell + Hauser-Feshbach + spin-pálya.

Hatáskeresztmetszeteket számol: σ_T, σ_{SE}, σ_R, σ_{CE}, σ_{IN}; [integrált]; $\sigma_{SE}(\theta)$, $\sigma_{CE}(\theta)$, $\sigma_{EL}(\theta)$, [diff.] $\sigma_{IN}^{(j)}$, $\sigma_{IN}^{(j)}(\theta)$, [adott végállapotra vezető rugalmatlan int. és diff.]

Potenciál-formára 4-féle választék:
$\ell_{max} \leq 50$; integrálási intervallumok max. száma <300;
gerjesztett állapotok száma max. ≤ 100;
penetrabilitásokat (T_ℓ) a program számolja, de beolvasni is lehet;

Hivatkozások: 1./ RT/FI(71)6; (CNEN, Bologna);
2./ Melbanoff et al: SCAT-4 3./ Friedmann, Zweifel; HAFEVER;
4./ Auerbach et al: ABACUS-1.(KAPL-3020);

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged, de lásd 8/!

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:
A programot a 2/ alatti szerzők dolgozták ki, a listát átadták, próbafuttatásokat lehetővé tettek; jogi kérdésekről nem volt szó, de hivatkozás méltányos lenne.

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán kódban, csatornás lyukszalagon kódban, csatornás mágnesszalagon kódban bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Olaszország	Bologna	CNEN Centro d.C.	IBM 360/75
Magyarország /Előkészületben/	Debrecen	ATOMKI	CDC 3300

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: COMPOUND nyelve: FORTRAN
tulajdonosának neve: Vertse Tamás
munkahelye: MTA ATOMKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más
(IBM 360 tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:
D. Wilmore	AERE	Harwell	Anglia
Végh László	ATOMKI	Debrecen	Magyarország

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Közbenső mag képződéssel járó magreakciók hatáskeresztmetszetének számitása a Hauser-Feshbach formula alapján. (Feltételezve, hogy a közbenső mag képződése és bomlása független egymástól.) A transzmissziós együtthatókat a program vagy beolvassa, ha azok ismertek, vagy kiszámitja az optikai modell probléma megoldása révén. (Ekkor az optikai potenciál paraméterei a bemenő adatok.) Spin-pálya hatások figyelembevételére nincs lehetőség a programban.
Hivatkozás: D.Wilmore AERE-R 5053 report. 1966 Harwell

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán BCD kódban,
csatornás lyukszalagon kódban,
csatornás mágnesszalagon kódban
bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	MTA SZTAKI	CDC 3300

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: HAFOVER nyelve: FORTRAN
tulajdonosának neve: Vertse Tamás
munkahelye: MTA ATOMKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más
(IBM 360 tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:
D. Wilmore	AERE	Harwell	Anglia

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Közbenső mag képződéssel járó magreakciók hatáskeresztmetszetének számitása a Hauser-Feshbach elmélet alapján (lásd: COMPOUND). A közbenső mag nivói szélességének ingadozását korrekcióba lehet venni a programmal a Porter-Thomas féle nivó eloszlás függvény felhasználásával. Végállapotként nemcsak diszkrét nivók, hanem continuumok is szerepelhetnek, ahol különböző nivó sürüség formulák használatára van beépitett lehetőség.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán BCD kódban,
csatornás lyukszalagon kódban,
csatornás mágnesszalagon kódban
bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	MTA SZTAKI	CDC 3300

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: MPWB nyelve: ALGOL
tulajdonosának neve: Pócs Lajos
munkahelye: KFKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
A Weakly Bound Projectile (WBP) Stripping modell segitségével számol (d,p) szögeloszlást és polarizációt. Bemenő adatok: a target-magra A,Z, spin, j; a P-mag és n-mag potenciál paraméterei; integrálási határok, lépésszám.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán _____kódban,
8 csatornás lyukszalagon ICT kódban,
7 csatornás mágnesszalagon ICT kódban 800 bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	KFKI	ICT 1905

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: MZJU nyelve: FORTRAN
tulajdonosának neve: Zimányi József
munkahelye: KFKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más
(IBM típusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:
P.D. Kunz	Univ. of Colorado		USA

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
A DWUCK kódnak az ICT 1905-re adaptált verziója.
Elasztikus és inelasztikus szórás és átrendeződési reakciók hatáskeresztmetszetét számitja ki.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán kódban,
csatornás lyukszalagon kódban,
csatornás mágnesszalagon kódban
bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol működik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	KFKI	ICT 1905

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: IMJU nyelve: FORTRAN
tulajdonosának neve: Vertse Tamás
munkahelye: MTA ATOMKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (ICT 1905 tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:
P.D. Kunz	Univ. of Colorado		USA
Zimányi József	KFKI	Budapest	Magyarország
Székely Géza	ATOMKI	Debrecen	Magyarország

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Az MZJU-nak a CDC-3300-ra adaptált változata.
Lásd MZJU (Zimányi József)

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán BCD kódban,
csatornás lyukszalagon kódban,
csatornás mágnesszalagon kódban
bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	MTA SZTAKI	CDC-3300

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: DWUCK nyelve: FORTRAN
tulajdonosának neve: Vertse Tamás
munkahelye: MTA ATOMKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (CDC 6400 tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:
P.D. KUNZ	Univ. of Colorado		USA
M.BERG	Universität	Erlangen	NSZK

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./: Általános DWBA program, mely az A(a,b)B reakció differenciális hatáskeresztmetszetét számitja torzitott hullámu Born közelitésben. A torzitott hullámok spinje: 0, 1/2 vagy 1 lehet. Az optikai potenciáloknak diagonálisaknak kell lenniök ℓ és j-ben. A program "zero-range" közelitést használ, mely nem jelent lényeges korlátozást rugalmatlan szórás esetén, a részecske transzfer reakcióknál pedig a "finite-range" hatásoknak lokális energia közelitésben való figyelembevételére is van mód. Nehézrészecske stripping és knock-on reakciók azonban nem számolhatók vele, mert itt a finite range hatások figyelembe vétele elengedhetetlen.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán BCD kódban, csatornás lyukszalagon kódban, csatornás mágnesszalagon kódban bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	MTA SZTAKI	CDC-3300

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: INCH nyelve: FORTRAN
tulajdonosának neve: Vertse Tamás és Lovas Rezső
munkahelye: MTA ATOMKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más
(ATLAS típusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:
A.Hill, D.Edens	Nuclear Dept.	Oxford	Anglia
A.Dudek, P.J.Ellis			
M.Berg			

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Csatolt csatornás program rugalmas, rugalmatlan és kvázirugalmas szórások leirására. A csatolt csatornás módszer lényege, hogy a Schrödinger-egyenletben az egész rendszer nem teljesen antiszimmetrizált szórási hullámfüggvényét a célmag (véges dimenziójára csonkolt) állapotterében sorba fejtjük, s igy az ezen állapotfüggvényekkel végzett belső szorzások után a bombázó részecskéknek az egyes szórási csatornákhoz tartozó egyrészecske-hullámfüggvényeire csatolt egyenletek adódnak. Impulzusmomentum-dekompozicióval ez a teljes rendszer minden egyes J^{Π} értékéhez tartozó csatolt radiális egyenletrendszerekhez vezet. Ezeket a program fizikai határfeltételekkel megoldja. A megoldások aszimptotikus alakjából a különböző hatáskeresztmetszeteket polarizációkat és aszimmetriákat számitja. A program igen általános; a magmodellt egyetlen szubrutinba süritve tartalmazza. Ennek létező változatai: optikai, Lane-, vibrációs és rotációs modell és egy teljesen általános szubrutin. Tömbdimenziók változtatásával a program tetszőlegesen adjusztálható a vizsgálandó probléma bonyolultsága szerint.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán kódban,
csatornás lyukszalagon kódban,
^{7}csatornás mágnesszalagon kódban
bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Anglia	Oxford	Nuclear Dept.	IBM 370

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: DIRECT nyelve: FORTRAN
tulajdonosának neve: Vertse Tamás
munkahelye: MTA ATOMKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, és más (ATLAS tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:
A.Hill, D.Edens,			
A.Dudek,	Nuclear Dept.	Oxford	Anglia
P.J.Ellis			

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Direkt és szemi-direkt átmenetekhez tartozó hatáskeresztmetszet számitása egyrészecske átadó reakciókban. A rugalmatlan hatások figyelembe vehetők mind az "etrance", mind az "exit" csatornában, amennyiben rotációs gerjesztésről van szó.
Használt módszer a Glendenning féle forrás-tag módszer, mely numerikus szempontból homogén és inhomogén csatolt differenciál egyenletrendszerek megoldását jelenti.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:
A program hazai számitógépeken ezideig nem futtatható, kezelése bonyolult, igy át nem adható rövid idő alatt. Ha a komputer problémát sikerül megoldani társszerzőként részt vehetek ilyen irányu vizsgálatokban.

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán _____kódban, _____csatornás lyukszalagon _____kódban, _____csatornás mágnesszalagon _____kódban _____bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Anglia	Harwell	Rutherford Lab.	IBM 360/195

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: MZBS nyelve: ALGOL
tulajdonosának neve: Zimányi József
munkahelye: KFKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más
(Gier tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:
	Niels Bohr Inst.	Koppenhága	Dánia

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Saxon-Woods potenciálban kötött állapot jellemzőit és ilyen állapotok közti gamma átmenet redukált mátrix elemét számolja.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán kódban, csatornás lyukszalagon kódban, csatornás mágnesszalagon kódban bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol működik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	KFKI	ICT 1905

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: BOUNDSTS nyelve: FORTRAN
tulajdonosának neve: Vertse Tamás
munkahelye: MTA ATOMKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (ATLAS ill. + tipusu) számitógépről való adaptálás.
PDP-10

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:
S.M.Perez	Nuclear Dept.	Oxford	Anglia

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./: A kötött egyrészecske hullámfüggvények számolása Saxon-Woods tipusu potenciálban. A program különböző üzemmódjaiban a kötési energiák, vagy a potenciál erősségek adottak, és ehhez keresi meg a megfelelő potenciál erősségeket vagy kötési energiákat. Lehetőség van a nem lokalitási hatások korrekciókba vételére is.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán BCD kódban, csatornás lyukszalagon kódban, csatornás mágnesszalagon kódban bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	MTA SZTAKI	CDC 3300
Anglia	Oxford	Nucl.Dept.	PDP-10

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: MZRS nyelve: FORTRAN
tulajdonosának neve: Zimányi József
munkahelye: KFKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:
Vertse Tamás	ATOMKI	Debrecen	Magyarország

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Saxon-Woods potenciálban kötött és rezonancia állapotokat határoz meg.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán _____kódban, _____csatornás lyukszalagon _____kódban, _____csatornás mágnesszalagon _____kódban _____bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	KFKI	ICT 1905

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: IMAD nyelve: FORTRAN
tulajdonosának neve: Vertse Tamás
munkahelye: MTA ATOMKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:
Zimányi József	KFKI	Budapest	Magyarország

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Póluskeresés a komplex energia sikon komplex Saxon-Woods potenciálban. Kötött neutron állapotok energiájának és rezonancia állapotok helyének és szélességének meghatározása. Az MZRS módositott változata.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán BCD kódban, ____ csatornás lyukszalagon _____ kódban, _____ csatornás mágnesszalagon _____ kódban _____ bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	MTA SZTAKI	CDC 3300
Anglia	Oxford	Nucl.Dept.	PDP-10

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: DEFPOT nyelve: FORTRAN
tulajdonosának neve: Apagyi Barna
munkahelye: BME, Kvantumelm. Tanszék Kut. Csop.
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/ OVERLAY-esités

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./: A DEFPOT-nevü program a deformált Woods-Saxon egyrészecske héjmodell problémát oldja meg spin-pálya kölcsönhatás figyelembevételével. Megadja deformált harmónikus oszcillátor bázison (Nilsson-állapotok) a következő egyrészecske Hamilton-operátor saját értékeit és saját függvényeit (diagonalizálással):

$$H = -\frac{\hbar^2}{2m_*}\Delta + V_{Nucl}(\vec{r}) - \lambda\left(\frac{\hbar}{2mc}\right)^2 \vec{\sigma}\left[\vec{\nabla}U(\vec{r}) \times \frac{\vec{p}}{\hbar}\right] + \frac{1+\tau_3}{2} e \int \frac{\rho_c(\vec{r}')}{|\vec{r}-\vec{r}'|} d^3\vec{r}'$$

ahol $V_{Nucl.}(\vec{r})$, $U(\vec{r})$ és $\rho_c(\vec{r})$ deformált Woods-Saxon alaku.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig: _____

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán BCD kódban, _____csatornás lyukszalagon _____kódban, _____csatornás mágnesszalagon _____kódban_____bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	SZTAKI	CDC-3300

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: NEWTON nyelve: FORTRAN
tulajdonosának neve: Kisdi Dávid
munkahelye: BME Kvantumelméleti Tanszéki Kut.Cs.
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más
(_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
1/ $A(\lambda)\cdot x = 0$ homogén egyenletrendszer triviálistól különböző megoldásainak megkeresése adott (λ_1,λ_2) intervallumban.

2/ $y''(z) = D(z;\lambda)y'(z)+B(z;\lambda)y(z)$ lineáris homogén differenciálegyenletrendszer integrálása Newton-Cotes módszerrel és az $y(o) = y(\infty) = 0$ határfeltételeket kielégitő nem triviális megoldások meghatározása.

3/ Nukleonpályák és egyrészecske energiák meghatározása axiálszimmetrikusan deformált atommagok potenciálterében a Schrödinger-egyenlet numerikus integrálásával.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, /vagy publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:_____

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán BCD kódban,
_____csatornás lyukszalagon _____kódban, _____
_____csatornás mágnesszalagon _____kódban_____
bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	MTA	CDC 3300

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: ME nyelve: FORTRAN
tulajdonosának neve: Fái György
munkahelye: ELTE TTK
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:
Az alap az Oak	Ridge Shell	Modell Code	

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
A program jelenlegi formája prototipus tenzoroperátorok mátrixelemeinek kiértékeléséhez standard alaku "multishell" bázisállapotok között.
Ehhez felhasználja French, Halbert, McGrory, Wong Advances in Nuclear Physics 3(1969)193. formalizmusát, amely a teljes mátrixelemet ugynevezett "singleshell" mátrixelemek lineárkombinációjára redukálja, valamint az Oak Ridge Shell Model Code által kiszámitott singleshell mátrixelemeket.
Ezek j=1/2, 3/2, 5/2-re listán adottak - ezek a konfigurációban szerepelhető héjak, ami határt szab a program alkalmazhatóságának. A jelenleg müködő prototipus egy kétrészecske-operátor mátrixelemeit számitja az ^{16}O 2^+ és 2^- állapotainak bázisvektorai között.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán BCD kódban, _____csatornás lyukszalagon _____kódban, _____csatornás mágnesszalagon _____kódban_____ bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	MTA Számitóközpont	CDC 3300

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: Hartree-Fock nyelve: FORTRAN
tulajdonosának neve: Németh Judit, Fái György
munkahelye: ELTE Elm. Fiz. Int.
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Sürüségfüggő két-nukleon erő segitségével megoldja zárt héju magokra a Hartree-Fock egyenleteket koordináta reprezentációkban. A program iterálva oldja meg a csatolt egyetletrendszert, jelenleg csak a kötött állapotokat szolgáltatja, a kvázistacionáriusállapotok meghatározása folyamatban van. A program könnyen átalakitható sürüségfüggetlen két-nukleon erőkkel való számolásra is.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged. Megenged bármit.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán BCD kódban, _____csatornás lyukszalagon _____kódban, _____csatornás mágnesszalagon _____kódban_____ bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
NSZK	Jülich		IBM 370/165
Franciaország	Orsay		
Magyarország	Budapest	MTA SZTAKI	CDC 3300 /fejlesztés alatt./

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: Thomas Fermi nyelve: FORTRAN
tulajdonosának neve: Németh Judit
munkahelye: ELTE TTK
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:
Kisdi Dávid	BME	Budapest	Magyarország

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Sürüség függő két-nukleon erőkből kiindulva Thomas Fermi közelitésben meghatározza szelf-konzisztensen az egy részecske potenciált szférikus, illetve deformált magokra. Beadandó adat az utolsó rész kötési energiája és a kvadrupól momentumok Lagrange multiplikátorral. A kapott potenciált állapotfüggő deformált Saxon-Woods féle potenciállal illesztjük.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:
megbeszélendő

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán _____kódban, _____csatornás lyukszalagon _____kódban, _____csatornás mágnesszalagon _____kódban _____ bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Anglia	Oxford		IBM
Franciaország	Saclay		
NSZK	Jülich		

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: Lane potenciál nyelve: _____
tulajdonosának neve: Németh Judit, Fái György
munkahelye: ELTE TTK
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Lane potenciál szelf-konzisztens meghatározása két-nukleon potenciálból kiindulva, Hartree-Fock számolások eredményét felhasználva.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig: _____

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán _____kódban, _____csatornás lyukszalagon _____kódban, _____csatornás mágnesszalagon _____kódban _____ bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Franciaország	Saclay		IBM

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

PROGRAMLAP

1/ A program neve: Fagyejev programrendszer (5 progr.) nyelve: NU ALGOL
tulajdonosának neve: Doleschall Pál
munkahelye: KFKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más (_____ tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek: --------

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:

A Fagyejev egyenleteket oldja meg szeparálható két-részecske tranzitoperátor közelités bevezetése mellett. A módszer rövid ismertetése a Nucl. Phys. A201 (1973) 264 cikkben megtalálható.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

A programrendszer kutatási célokat szolgál, használata ennek megfelelően nagyon bonyolult. Ezért az átadás kérdése nem pusztán a programok átnyujtásának kérdése.

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/ nem tudok próbafuttatást sem végezni, mert jelenleg Magyarországon nincs megfelelő számológép (UNIVAC 1108). Egyébként nagyon szivesen.

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán _____ kódban, _____ csatornás lyukszalagon _____ kódban, _____ csatornás mágnesszalagon _____ kódban _____ bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol müködik a program jelenleg: sehol

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

MTA Könyvtára
Pécsi Ka... 498 74 /19 ...

PROGRAMLAP

1/ A program neve: MZNF nyelve: FORTRAN + ALGOL
tulajdonosának neve: Zimányi József
munkahelye: KFKI
a program eredete: saját fejlesztés, tovább fejlesztés, más
(_____tipusu) számitógépről való adaptálás.

2/ Az eredeti vagy a módositott változat kifejlesztésében a tulajdonoson kivül részt vettek:

Név:	Intézet:	Helység:	Ország:

3/ Ha a program nem saját fejlesztésü, a tulajdonos milyen jellegü változtatásokat eszközölt a kapott programon: /módositotta, csonkitotta, nem változtatta/

4/ A program rendeltetése, rövid leirása /milyen feladatot old meg, milyen módszert / módszereket használ, stb./:
Magfizikai programok egymással kommunikálni képes rendszere.

5/ Van-e felhasználói tapasztalata a tulajdonosnak a program futtatásával kapcsolatban: /van, nincs/

6/ Van-e a program jelenlegi változatáról teljes dokumentáció: /van, előkészületben van, nem is lesz/

7/ Ha a tulajdonos a programot hajlandó átadni, akkor csak változatlan formában való futtatásra adja át, vagy módositásokat, átirást, továbbfejlesztést is megenged.

8/ Az átadás feltétele: feltétlenül átadja, publikáció/k/ban való társszerzőséget kiván meg, publikáció/k/ban köszönetnyilvánitást/hivatkozást kiván meg, program csere, igényt tart a további módositásokra is, egyéb, mégpedig:

9/ Ha nem hajlandó átadni, néhány esetben próbafuttatást vállal-e: /igen, nem/

10/ A tulajdonos kivánságra forrásnyelvi/bináris változatot tud elkésziteni a programról lyukkártyán _____kódban,
_____csatornás lyukszalagon _____kódban,
_____csatornás mágnesszalagon _____kódban
bpi-vel, csak forrásnyelvi listát tud adni.

11/ Hol működik a program jelenleg:

Ország:	Helység:	Intézmény:	Géptipus:
Magyarország	Budapest	KFKI	ICT 1905

Megjegyzés: A felsorolt lehetséges válaszok közül a megfelelőt kérjük aláhuzni. A program tulajdonosán a dolog jogi oldalától függetlenül mindig a programlap kitöltőjét értjük.

Az ATOMKI KÖZLEMÉNYEK évenként több számban jelenik meg. Tudományos intézeteknek cserepéldányképpen vagy kérésükre dijtalanul megküldjük, kötelezettség nélkül. Magánszemélyeknek esetenkénti kérésére 1-1 számot vagy különlenyomatot szivesen küldünk. Ilyen irányu kéréseket az intézet könyvtárszolgálatához kell irányitani. /ATOMKI, 4001 Debrecen, Postafiók: 51./

Szerkesztő Bizottság: Szalay Sándor elnök, Gyarmati Borbála titkár, Berényi Dénes, Csikai Gyula, Medveczky László.

Kiadja a
Magyar Tudományos Akadémia
Atommag Kutató Intézete
D e b r e c e n

A kiadásért és szerkesztésért felelős
Szalay Sándor az Intézet igazgatója

Példányszám: 500

1974/4

MAGYAR
TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
KÖNYVTÁRA

ATOMKI

СООБЩЕНИЯ

ТОМ 16 №4

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ стр.

И. Хуньади, Г.М. Осетински и Б. Шленк, Исследование ядерной реакции $^{15}N(^{3}He,\alpha)^{14}N$ в районе энергии $E_{^{3}He}$=2-4 МэВ. 289

Й. Чех, Б. Дьармати, Сравнение наиболее распространенных методов описания реакций срыва, ведущих к несвязанным состояниям в модельных расчетах. 299

Г. М. Хасиб и Л. Медвецки, Новые характеристики трекового детектора из нитроцеллюлозной пленки при регистрации нейтронов с помощью ядер отдачи. 315

Ф. Таркани, Д. Новак, К. Фюле, Сверхпроводящая магнитная система для ядерноспектроскопических целей. 325

И. Йожа, Г. Пето, Д. Чикаи и К. Д. В. Лонг, Возможности применения лабораторных источников Pu-Be, Po-Be и ^{252}Cf для активационного анализа. 339

З. Т. Боди, Расчет средних (n,2n) сечений для нейтронов деления. 351

Г. Сэкей, Замечания к статье "Программа АЛГАММА для обработки гаммаспектров..." /G. Székely, ATOMKI Közl. 15. 259-272 (1973)/. 355

Г. Сэкей и Т. Верче, Библиотека программ ИЯИ и её использование. 361

К. Балог, Возможности применения и ограничения при определении геологического возраста аргоновым методом. (Обзор) 373

Т. Верче, Регистр ядернофизических программ. 389

ATOMKI

BULLETIN

Volume 16 Number 4

CONTENTS

SCIENTIFIC PAPERS Page

I. Hunyadi, G. M. Osetinsky and B. Schlenk, Investigation of the reaction $^{15}N/^{3}He,\alpha/^{14}N$ in the energy range $E_{^{3}He}$=2-4 MeV. 289

J. Cseh, B. Gyarmati, Comparison of the most often used methods for the description of stripping to unbound state in a model calculation. 299

G. M. Hassib and L. Medveczky, New characteristics for cellulose nitrate film as a neutron recoil track detector. 315

F. Tárkányi, D. Novák, K. Füle, Superconducting magnetic system for use in nuclear spectroscopy. 325

I. Józsa, G. Pető, Gy. Csikai and K. D. Vinh Long, Applicability of the Pu-Be, Po-Be and Cf^{252} laboratory neutron sources in activation analysis. 339

Z. T. Bődy, Calculation of average (n,2n) cross-sections for fission neutrons. 351

G. Székely, Note to "The computer programme ALGAMMA for the analysis of γ-ray spectra ..." /G. Székely, ATOMKI Közl. 15. 259-272 (1973)/. 355

G. Székely and T. Vertse, The ATOMKI Program Library and its usage. 361

K. Balogh, Range and limits of application of the potassium-argon method of geological dating. (Review) 373

T. Vertse, A list of computer programs concerning nuclear physics. 389