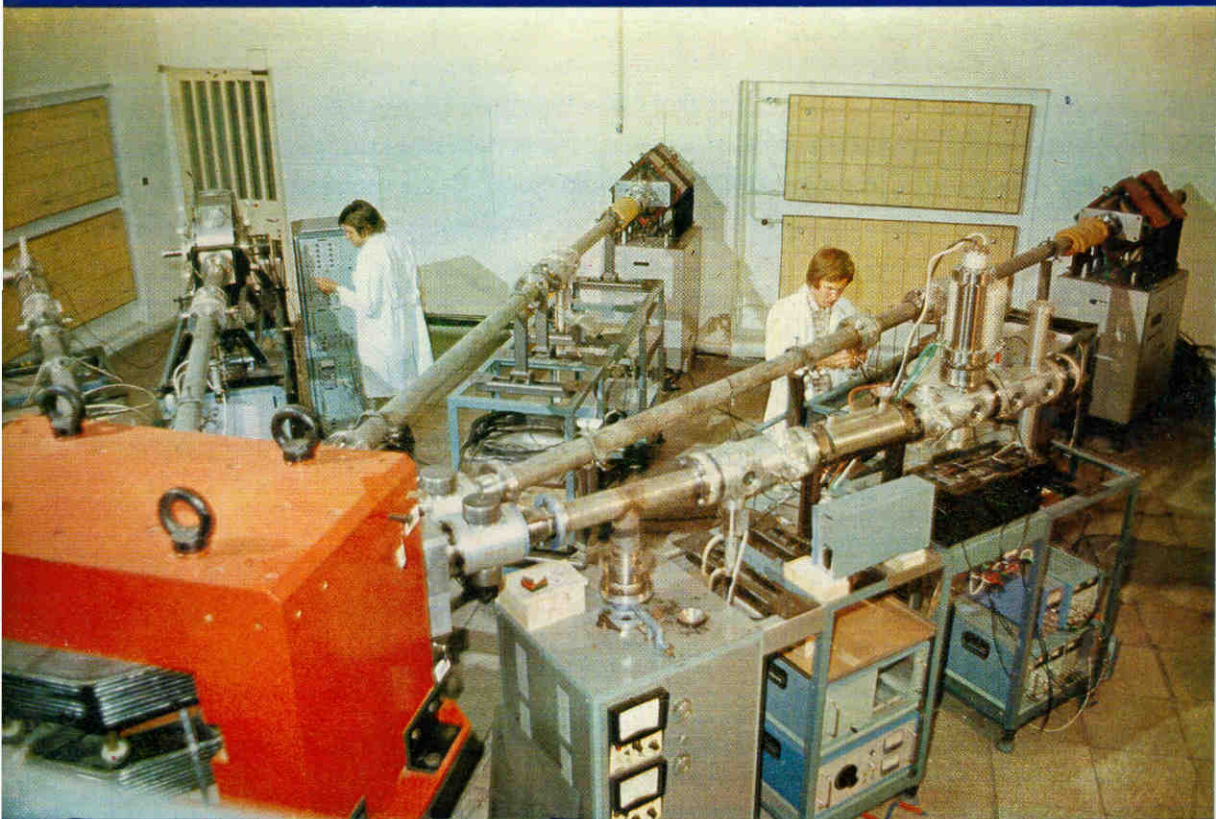


# ATOMKI



A Magyar Tudományos Akadémia  
Atommag Kutató Intézete

Debrecen

*Fedőlap: az ötmillió voltos Van de Graaff-gyorsító mérőcsatornáé*

A Magyar Tudományos Akadémia  
Atommag Kutató Intézete

Debrecen  
1981

## Tartalom

Bevezetés .....	5
Tudományos tevékenység .....	11
A magszerkezet és a magreakciók tanulmányozása .....	11
Atomhéjfizikai alapkutatások .....	15
Interdiszciplináris kutatások .....	17
Kísérleti módszerek kutatása és berendezések fejlesztése .....	23
A tudományos eredmények gyakorlati alkalmazása .....	31
Külső kapcsolatok, együttműködések .....	36
Az intézet szervezeti felépítése .....	39
Általános tudnivalók .....	41

*Az intézet régebbi épületei az udvar felől*

## Bevezetés

A Magyar Tudományos Akadémia Atommag Kutató Intézete (rövidítve: ATOMKI) a Kossuth Lajos Tudományegyetem Kísérleti Fizikai Intézetéből fejlődött ki. Itt kezdődött a hazai atommagkutatás 1936-ban, igen szerény eszközökkel.

Szalay Sándor, az ATOMKI alapítója és több mint két évtizeden át igazgatója, a harmincas évek végén és a negyvenes évek elején külföldi tanulmányútjairól hazatérve nehéz körülmények között, néhány lelkes munkatárs segítségével az egyetemi intézetben kezdte el azt a munkát, amelynek azután a felszabadulás után lett az eredménye a debreceni magfizikai iskola kialakulása, majd az ATOMKI alapítása.



A II. világháború jelentősen hátráltatta az ígéretes kutatómunkát. Számos érlelődő ötlet megvalósulását legalább egy évtizeddel késleltette. A háború után mostoha körülmények között újra kibontakozó kutatások kezdeti sikerei alapot nyújtottak arra, hogy az időközben nagy jelentőségre szert tett magkutatás egyik hazai központját Debrecenben hozzák létre. Így alakulhatott meg 1954-ben az Atommag Kutató Intézet.

Az intézetnek ma közel 300 dolgozója van, ebből mintegy 100 a kutató. Ezek a külföldi magkutató központok szokásos adataihoz képest viszonylag kis számok, és az intézet felszereltsége is szerény. A lehetőségek befolyásolják a témaválasztást: elsősorban olyan problémákat vizsgálunk, amelyek több találmányságot, de viszonylag szerény eszközöket kívánnak; ezért is alkalmazzuk a nukleáris eszközöket a magfizika határterületein és más tudományokban.

A kutatási témák megválasztásában a problémák tudományos jelentősége mellett elsőrendű szempontunk az eredmények várható gyakorlati alkalmazhatósága. A termelés színvonalának és a termelékenységnek az emelése a népgazdaságban távlatilag csak az új természettudományos eredmények kiaknázása révén lehetséges. A magfizika és határterületei az utóbbi évtizedekben számtalan eszközt adtak és várhatóan a jövőben is adnak más tudományágaknak és a termelésnek. Az intézet igen fontos feladatának tekinti, hogy a természet jelenségeinek kutatása során szerzett ismereteket, tapasztalatokat és módszereket alkalmazza gyakorlati, népgazdasági feladatok megoldására, és ezzel elősegítse iparunkban a gyártmányszerkezet korszerűsítését és a termelés hatékonyságának növelését.

Az ATOMKI kutatási tevékenységét három célkitűzés – magfizikai és atomfizikai alapkutatások, interdiszciplináris kutatások valamint a kutatási eredmények gyakorlati alkalmazásai – szoros egysége és összhangja jellemzi. A rendelkezésre álló kutatási kapacitás is nagyjából egyenlő arányban oszlik meg e három tevékenységi kör között: az intézet tevékenységének mintegy harmadát jelentik a természet megismerésére irányuló alapkutatások, a kutatási kapacitás másik harmadát az alapkutatások során nyert tapasztalatok felhasználására épülő interdiszciplináris kutatások kötik le, míg a gyakorlat különböző igényeinek kielégítésére szolgál – alapozva mind az alap- mind az interdiszciplináris kutatásokra – az ATOMKI tevékenységének további harmadrésze.

Az intézet számos ipari és mezőgazdasági üzemmel állt és áll szerződéses kapcsolatban (köztük pl. a Csepel Művekkel, a Magyar Alumíniumipari Tröszttel, a Medicor Művekkel, a Mecseki Ércbányászati Vállalattal, stb.). Ezeknek a szerződéseknek a keretében részben új termékek, részben a termelés szempontjából fontos berendezések születtek. Az ATOMKI ilyen irányú tevékenysége állandóan növekszik.

Az ATOMKI-ban elért tudományos eredményeket a következő adatokkal

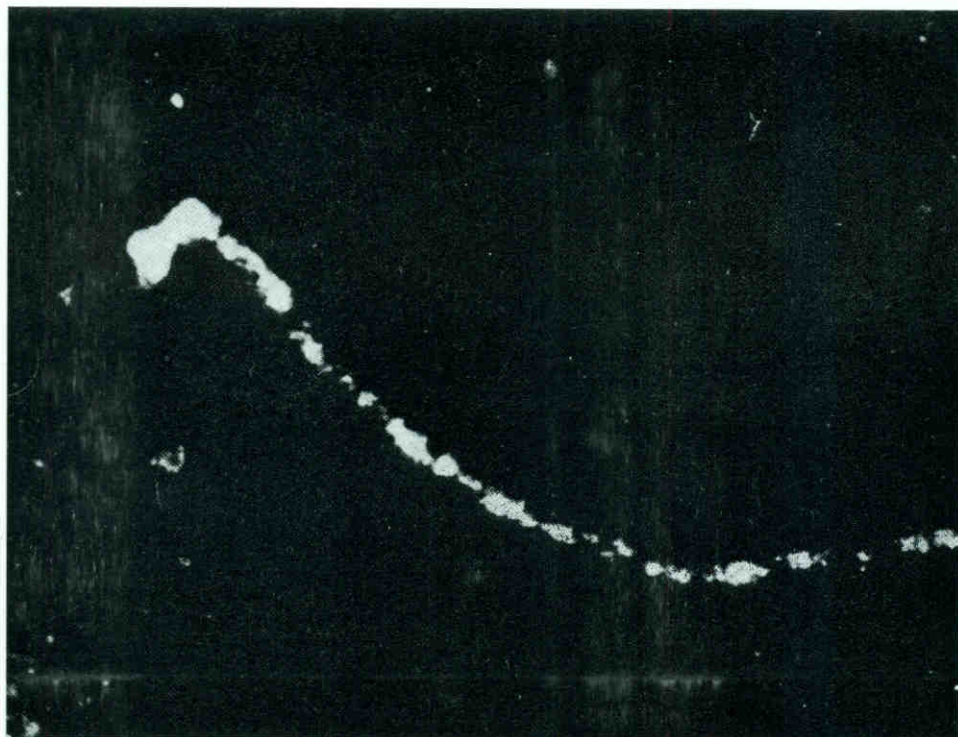


*Az 1971-ben használatba vett épületek*

szemléltethetjük: több mint 1700 tudományos cikket közöltek az intézet munkatársai, ezeknek mintegy harmadát nemzetközi folyóiratokban. Több, mint nyolcvan egyetemi doktori, mintegy harminc kandidátusi és öt akadémiai doktori fokozatot ítéltek oda az intézetben végzett munka alapján. A debreceni magfizikusok közül hárman (Szalay Sándor, Berényi Dénes és Csikai Gyula) a Magyar Tudományos Akadémia tagjai.

Fennállása óta az ATOMKI-ban több olyan kutatási eredmény született, amely jelentős mértékben járult hozzá a tudomány fejlődéséhez, illetve a tudományos eredmények alkalmazásának előmozdításához. Kiemelkedőek pl. az ún. gyenge kölcsönhatások kutatása terén elért eredmények. A gyenge kölcsönhatás okozta legismertebb jelenség az atommagok béta-bomlása. Béta-bomláskor egy elektronon (vagy pozitronon) kívül egy igen nehezen megfigyelhető, neutrínónak nevezett részecske is eltávozik a magból. A neutrínó kilépésére az egyik legfontosabb közvetett kísérleti bizonyítékot Debrecenben nyerték: a bomlást, illetve a neutrínó visszalökő hatását ködkamrában sikerült





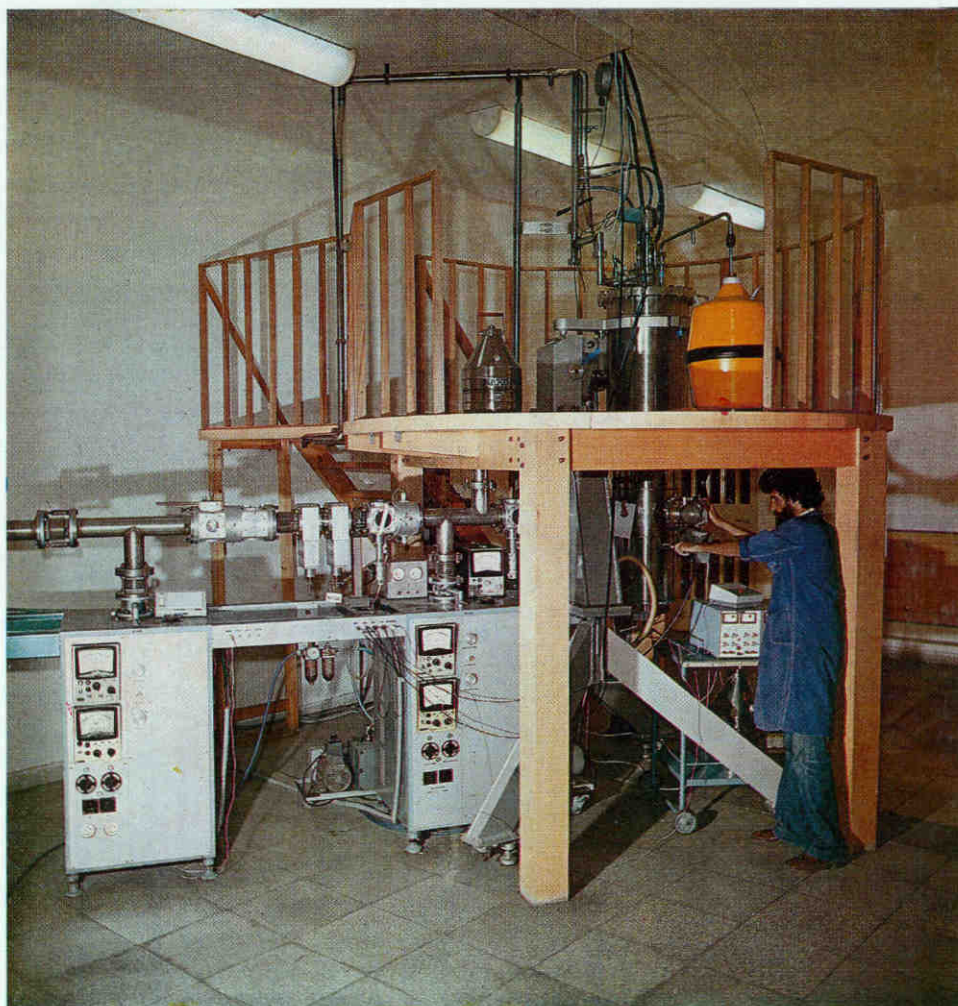
*Béta-bomlás ködkamrában. Az elektron és a visszalökött mag nyoma látható. A neutrínó kilépésére az utal, hogy a nyomok nem 180°-os szöget zárnak be.*

lefényképezni. Ugyancsak itt vizsgálták meg először a pozitron-kilépéses béta-bomlást kísérő folytonos energiájú elektromágneses sugárzást, az ún. belső fékezési sugárzást.

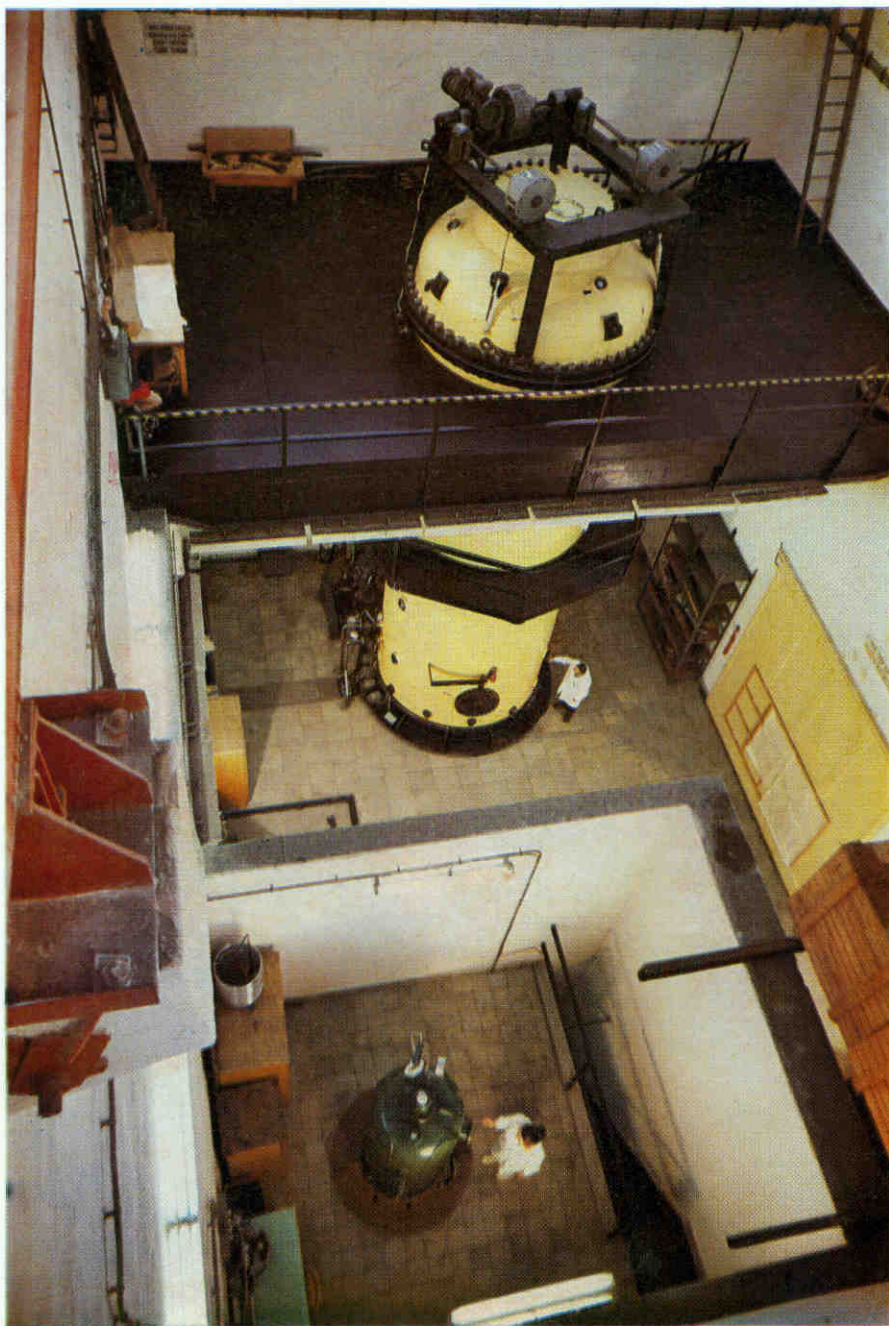
Az interdiszciplináris kutatások nemzetközi elismerést keltett eredményei közül kiemelendők a humuszsavak geokémiai szerepének tisztázása terén nyert eredmények, amelyek a humuszsavak döntő szerepét mutatták ki egyes kationok természeti feldúsulásának folyamatában. Ezek az eredmények egyébként a magyar uránkincs felfedezéséhez kapcsolódnak.

Az intézet tudományos munkája és társadalmi szerepe egyre nagyobb elismerésre talál. Sok kiemelkedő személyiség – tudós és államférfi (többek között Losonczy Pál, az Elnöki Tanács elnöke és Lázár György miniszterelnök) – látogatott el az intézetbe és több munkatársunkat tüntette ki az Elnöki Tanács (Szalay Sándor professzor Kossuth- és Állami Díjat kapott), a Magyar Tudományos Akadémia és az Eötvös Loránd Fizikai Társulat.

Az ATOMKI eredményeinek elismerését jelenti, hogy fennállása óta a legjelentősebb fejlődési lehetőséget kapta az 1981–1985 közötti időszakra egy szovjet gyártmányú, kompakt izokron ciklotronra alapozott új laboratórium létesítésével. E laboratórium létrehozása minőségileg új feltételeket fog jelenteni mind az alap- és interdiszciplináris kutatások, mind a gyakorlati célú tevékenység kiszélesítéséhez.



*Szupravezető mágnessel működő elektronspektrométer gyorsítóval végzett mag spektroszkópai mérésekhez*



*Az ötmillió voltos és az egymillió voltos elektrosztatikus gyorsítók*

## Tudományos tevékenység

### A magszerkezet és a magreakciók tanulmányozása

Az atommag rendkívül bonyolult mikrorendszer, kutatása a jelenségek kimeríthetetlen gazdagságát fedte föl előttünk. A legalapvetőbb probléma megoldatlan: a mag nukleonjait összetartó erő törvénye – a biztató próbálkozások ellenére – még ma sem ismert. Sokszor azonban nem kell pontosan tudnunk a magerők törvényét ahhoz, hogy a magjelenségek jó részét értelmezni tudjunk. A kutatás során újabb és újabb jelenségekre bukkanunk, amelyek új megvilágításba helyezik az atommagot vagy összefüggéseket tárnak fel a korábban ismert jelenségek között. És miközben közelebb jutunk az anyag e fontos építőköveinek megismeréséhez, az egész anyagi világról alkotott képünk formálódik; pl. a csillagokban, a világmindenségben lejátszódó alapvető folyamatok megértéséhez a magfizikán keresztül vezet az út, és az élőlények szervezetének kutatása is sokat köszönhet a nukleáris módszereknek. Ugyanakkor a ma tisztán alapkutatási eredményei képezik a holnap alkalmazott kutatásainak, a „közvetlenül” hasznos eredményeknek az alapját.

A szűkebb értelemben vett magfizikai alapkutatás két – szorosan összefüggő – ága a magszerkezeti és reakciómechanizmus-kutatás.

A magok szerkezetéről szerzett ismereteinket egy-egy képbe, ún. modellbe tömörítjük. A modellnek elméletileg egy jól körülírható feltevésrendszer felel meg. A modell a megismerés fontos eszköze: a magok szerkezetének megértéséhez úgy jutunk közelebb, hogy tökéletesítjük a modelleket, vagyis olyan modelleket dolgozunk ki, amelyek a magok kísérletileg észlelt tulajdonságait jól leírják. Ennek érdekében a magok általában jól elkülönülő állapotainak jellemzőit méréssel és a modellekből kiindulva számítással meghatározzák, és a kísérleti és az elméleti eredményeket összevetik. A reakciómechanizmus az atommag mesterséges ütköztetésének – többnyire könnyű részecskékkel, pl. protonokkal, neutronokkal, deuteronokkal, alfa-részecskéknek nevezett héliummagokkal való bombázásának – során végbemenő magfolyamatok lezajlásának módját jelenti. Ismerete azért fontos, mert anélkül a magfolyamatok kimeneteléből a kölcsönható magok szerkezetére nem lehet következtetni.

A magfizikai alap kutatás rendkívül összetett: egy munkával rendszerint egy-egy alapvető problémát csupán egyetlen oldalról lehet megvilágítani, az alap probléma megoldása általában sok kutatócsoport hozzájárulásának együtteséből áll össze.

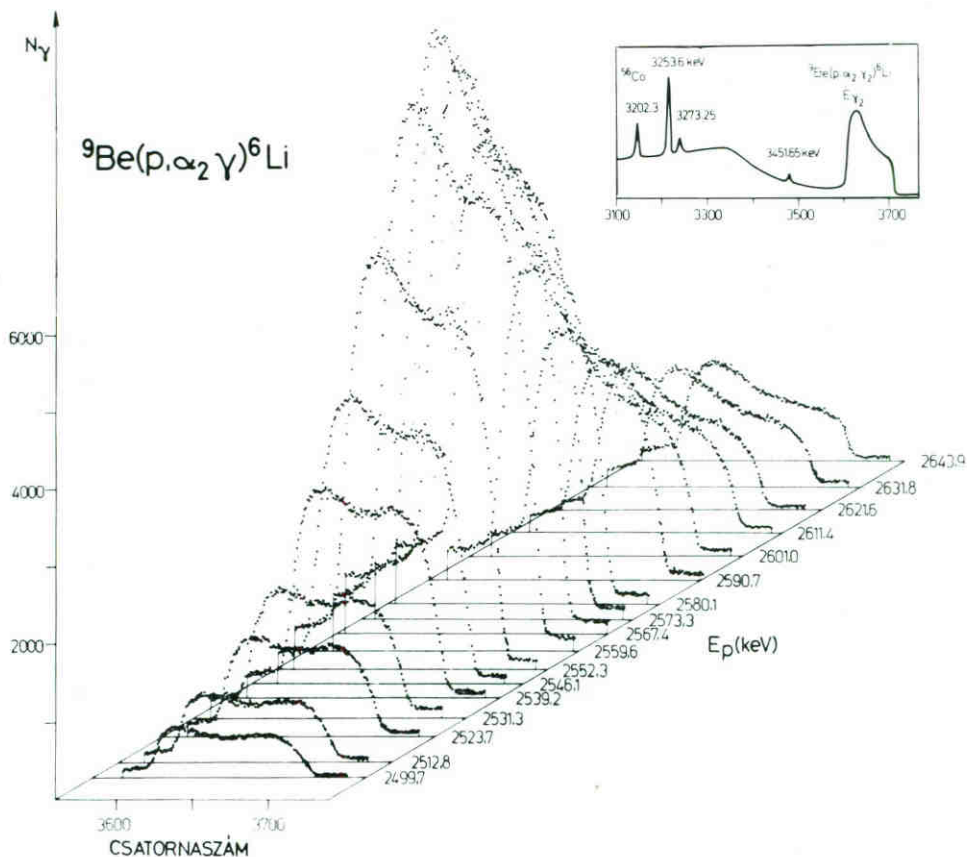
### *Magspektroszkópia*

1963-tól egy csoportunk szorosan együttműködött a dubnai Egyesített Atommagkutató Intézet Magproblémák Laboratóriumával. A tudományos program célja az volt, hogy egy sor új vagy alig ismert bomlékony atommagot a dubnai szinkrociklotronnal gyorsított nagyenergiájú protonokkal való bombázással mesterségesen előállítsanak, és szerkezetüket alapos vizsgálatnak vessék alá. A csoport mintegy ötven izotóp magspektroszkópiai vizsgálatát végezte el, amelyek közül többet ők állítottak elő először a világon. A tallium-, higany- és aranyizotópok szerkezetéről nyújtott ismeretek lehetővé tették ezen magok egy új átfogó elméleti leírásának ellenőrzését.

A magspektroszkópiai kutatás fő bázisai ma az intézetben az elektrosztatikus gyorsítók.

Protonoknak és alfa-részecskéknek atommagokon előidézett ütközése az ún. rugalmas proton- és alfa-szórás, információt szolgáltat a bombázó és a bombázott részecske együttes rendszerének mint rövid időre keletkező közbenső atommagnak a tulajdonságairól. A céltárgyról kilépő részecskék száma a bombázó energia függvényében éles kiugrásokat mutat; e kiugrások energiáján az együttes rendszernek bomló állapotai, ún. rezonanciái vannak. A kísérlettel meg lehet határozni ezen állapotok számos tulajdonságát. Ugyanezen és hasonló rezonanciák bonyolultabb reakciók közbenső állapotaiban is fellépnek. Az intézetben gamma-sugárzást előidéző alfarészecske-befogás [ $\alpha$ ,  $\gamma$ ] reakció] és alfa-kilépéses protonbefogás [(p,  $\alpha$ ) reakció] révén ugyanezen rezonanciák egyéb tulajdonságaira következtetnek.

Ha egy részecske kibocsátásával járó reakció végállapota gerjesztett állapot, a végmag gamma-sugárzás kibocsátásával alapállapotba kerülhet. A gamma-energiák részletes vizsgálata közvetett úton lehetőséget nyújt az érintett magállapotok  $10^{-10}$ – $10^{-15}$  másodperc tartományba eső, igen rövid élettartamának meghatározására is. A gamma-kvantumok energia szerinti osztályozása révén az elsődleges reakció, pl. (p, n) reakció során keletkező végállapotokat vizsgálhatjuk. Itt a gamma-energiák mérését a folyamatot kísérő ún. belső konverziós elektronok intenzitásviszonyainak tanulmányozása egészítheti ki, a magállapotok további jellemzőinek meghatározása érdekében. Ilyen vizsgálatok céljaira épült az intézetben egy szupravezető mágneses transzporteres Si (Li) elektron spektrométer (SMS) amely 76%-os átviteli képességével egyedülálló berendezés elektrosztatikus gyorsító nyalábján.

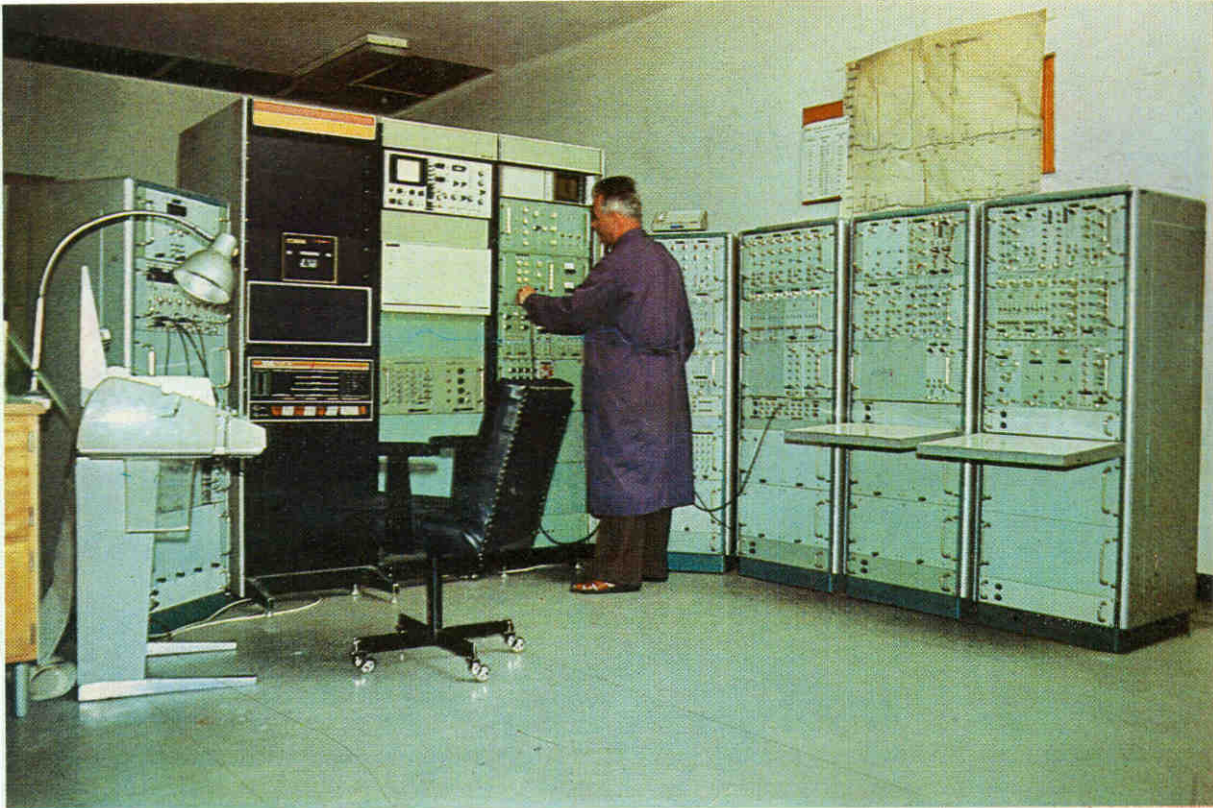


A  ${}^9\text{Be}(p; \alpha_2 \gamma){}^6\text{Li}$  magfolyamatban jelentkező gamma-vonal kiszélesedése a Doppler-hatás következtében. A mérés az ötmillió voltos gyorsító protonnyalábjának felhasználásával készült

### A reakciómechanizmus tanulmányozása

Az intézet régebbi gyorsítóján, a kaszkád generátoron deuteronokkal előidézett reakciók lefolyását kutatták. Alacsony energián ezek a folyamatok igen érdekesek, mert a mag és a bombázó részecske egybeolvadásával jár, valamint csupán felületi érintkezésük révén lezajló ugyanazon végállapotra vezető folyamatok egyszerre mehetnek végbe. Az intézet kutatóit többek között e két mechanizmus viszonylagos súlya érdekelte.

Az intézet neutrongenerátorán főként  $(n, p)$  és  $(n, 2n)$  folyamatok valószínűségét („hatáskeresztmetszetét”) mérik, s  $(n, p)$  reakcióval állították elő az új  ${}^{198}\text{Ir}$  izotópot is.



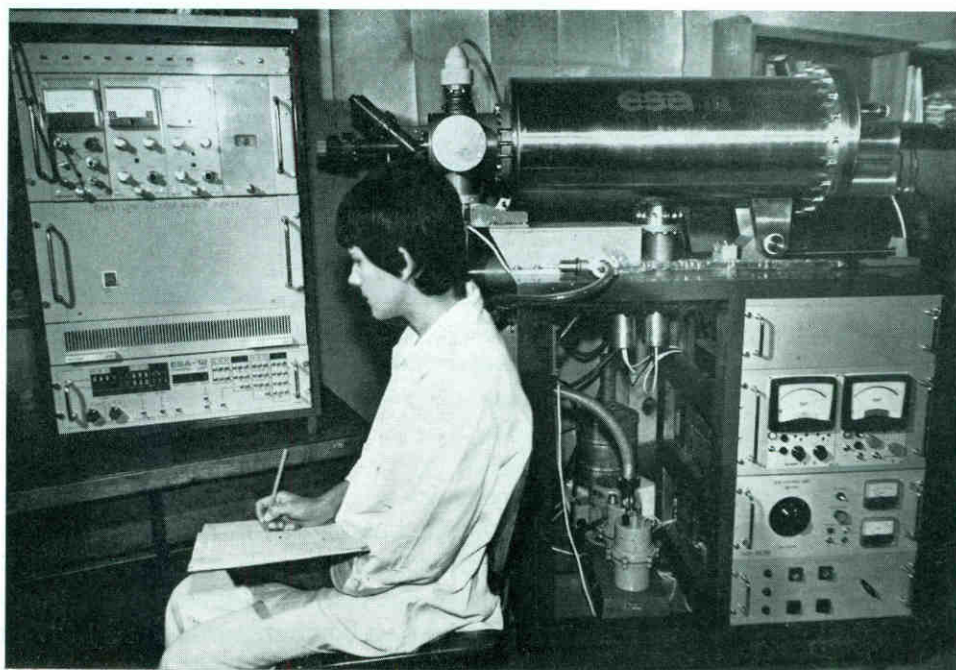
*A gyorsítólaboratórium adatgyűjtő- és feldolgozó központja*

A magnak egy protonnal való kölcsönhatását durván leíró tapasztalati potenciál, az ún. optikai potenciál szabálytalanságait hivatott felderíteni az a mérési sorozat, amelyet egy obnyinszki szovjet kutatócsoporttal együttműködve végeztek el a debreceniek.

A magelméleti kutatások egyik célkitűzése rezonanciaállapotok leírási módszereinek finomítása és speciális rezonanciákra való alkalmazása. Legmegnyugtatóbban azok a magreakciók írhatók le elméletileg, amelyek egyetlen részecske állapotának egyetlen lépésben bekövetkező változásából állnak. Kutatások folynak olyan módszerek kidolgozására, amelyek egyrészt a reakció több lehetséges kimenetelének figyelembevételével leírják a több lépésben lezajló folyamatok járulékát is, másrészt két részecske állapotának megváltozásával járó folyamatokra alkalmazhatók.

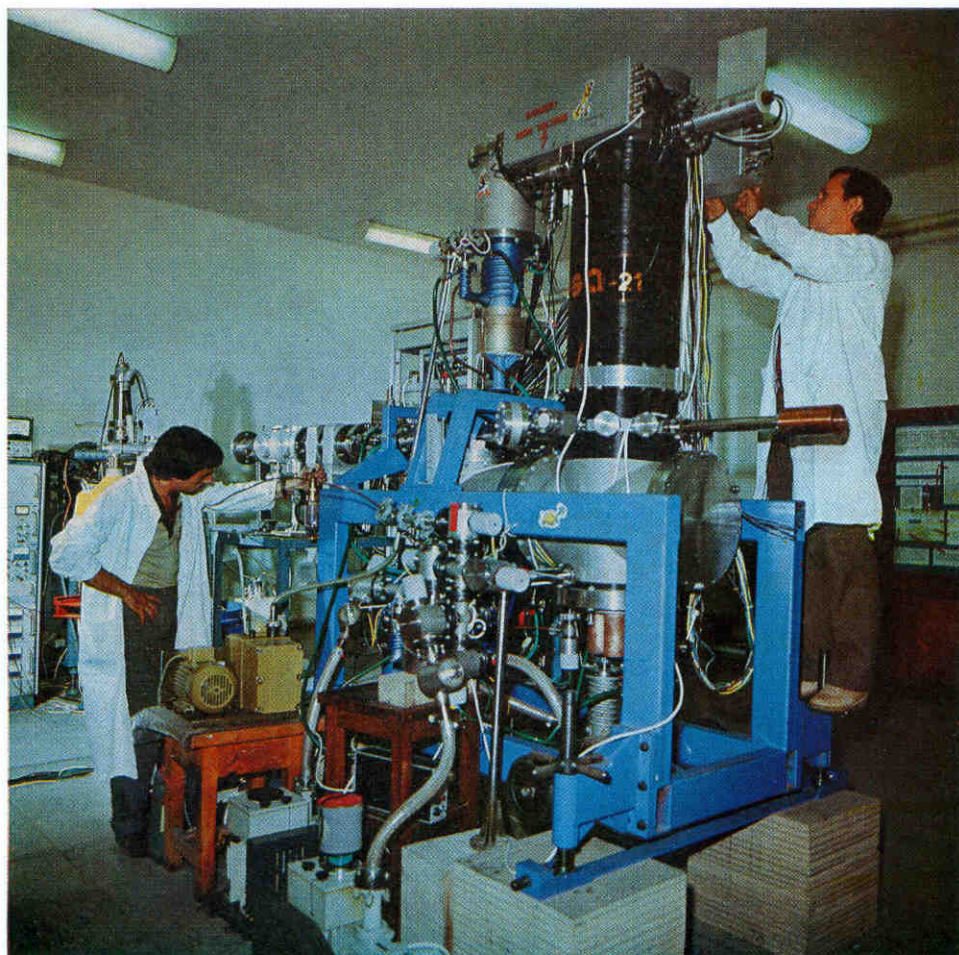
## Atomhőfizikai alapkutatások

Viszonylag rövid múltra, de máris szép eredményekre tekinthet vissza intézetünkben a magfizikai mérőeszközöknek atomhőfizikai problémák megoldására való alkalmazása. A gyorsítókkal előállítható könnyebb-nehezebb gyors részecskék olyan folyamatokat válthatnak ki az atom elektronburkában (karakterisztikus és folytonos röntgensugárzás, elektronok megjelenése ionizációs folyamatok kapcsán, stb.) amelyek vizsgálata értékes felvilágosítást nyújthat az elektronburok szerkezetéről és arról, hogy az atomburokból származó sugárzás milyen mechanizmus révén jön létre. Az intézet kaszkádgenerátora 60–700 keV-os elektronokat, protonokat, deuteronokat; a VdG-5 elektrosztatikus gyorsító MeV-es energiatartományba eső protonokat, alfa-részecskéket, szén-, nitrogén- és oxigénionokat szolgáltat atomfizikai vizsgálatokhoz.



*A Cseh Tudományos Akadémia Magfizikai Kutatóközpontja részére épített elektronspektrométer*





*Nagyenergiájú részecskékkel létrehozott ionizációs folyamatok vizsgálatára szolgáló elektrostatikus elektronspektrométer (ESA-21)*

A karakterisztikus röntgensugárzás mérése Si(Li) detektorokkal történik és egyrészt a plazmafizika és atommagfúziós kutatások szempontjából fontos adatokat szolgáltat, másrészt az elmélettel való egybevetés az alapvető fizikai folyamatok tisztázását segíti elő. Az eddigi eredmények a többszörös ionizáció jelenségének fontosságára mutattak rá nehéz ion bombázás hatására a MeV-es tartományban, valamint a protonok és alfa-részek által kiváltott karakterisztikus röntgensugárzás kilépési irány szerinti anizotrópiájának mért, és a jelen-

leg elfogadott elmélet alapján számított értékének különbségéből az elmélet finomításának szükségességére hívták fel a figyelmet.

Az atom-ion ütközések során keletkező és az intézetben kifejlesztett elektrostatikus spektrométerekkel vizsgált *elektronok* az ütközési mechanizmusról, az ionizált atomok szerkezetéről adnak felvilágosítást. Ez a kutatási terület még hosszú időre nyújt érdekes, megoldásra váró problémákat.

## Interdiszciplináris kutatások

Az ATOMKI kutatóinak érdeklődése kezdettől fogva kiterjedt más tudományágakra is. A magfizikai kutatásban és a műszerépítésben szerzett tapasztalataikat sikeresen alkalmazták más tudományágak problémáinak megoldására.

Az intézetben kifejlesztett elektrostatikus gyorsítók, a radioaktív sugárzás mérésére szolgáló különböző eszközök (GM-csőves számlálók, félvezető detektorok, szilárdtest nyomdetektorok), elektron- és tömegspektrométerek számos kémiai, földtani, talajtani-agrokémiai, orvosi, sugárvédelmi, régészeti, technológiai és környezetvédelmi feladat vizsgálatát ill. megoldását tették lehetővé.

### *Elektronspektrometriai kutatások*

Az ATOMKI-ben nagy hagyományai vannak a radioaktív magok által kibocsátott elektronok spektrometriájának, azaz energiaeloszlásuk pontos meghatározásának. Az utóbbi években világszerte virágzásnak indult az alacsony energiájú elektronok (néhány eV-től néhány keV-ig) spektrometriája. Az „alacsony” jelző olyan tartományra utal, amelybe az atomok és kémiai gyökök elektronhéjainak kötési energiája esik. A vizsgált anyagból monokromatikus röntgensugárzással kiváltott fotoelektronok kinetikus energiaspektrum (pl. ESCA módszer) információt tartalmaz az anyag atomjainak kémiai kötési állapotára vonatkozóan. E vizsgálati módszer kidolgozása új lehetőségeket teremtett nemcsak a kémiai kutatás, hanem számos más, elsősorban felületvizsgálattal kapcsolatos tudományág számára.

Az ATOMKI kutatói részben ion-atom ütközésekben keletkező elektronok vizsgálatára, részben az ún. ESCA mérések (egyik legújabb anyagvizsgálati módszer) céljára több alacsony energiájú elektronspektrométert fejlesztettek ki, amelyekkel olyan ipari és mezőgazdasági jelentőséggel is rendelkező problémákat vizsgáltak, mint pl. a platina felületén kialakuló oxidréteg tulajdonságai, továbbá rozsdamentes acélok felületi oxidációjának mechanizmusa.



*Az 1981-ben átadott műhelycsarnok és laborépület*

### *Geokémiai és nyomelemkutatások*

A geokémiai kutatás még 1949-ben kezdődött az egyetemi Kísérleti Fizikai Intézet szervezeti kereteiben a mecseki szénekben levő uránium-feldúsulás felfedezésével. Szalay professzor és munkatársainak felismerése szerint a dúsulási folyamat abban áll, hogy a szerves rothadás során keletkező humuszsavak ioncsere révén megkötik a nagy atomsúlyú többvegyértékű kationokat – így az urániumot is.

E tárgykör további tanulmányozása olyan eredményekhez vezetett, mely hazánkban százezer, az egész világon pedig több száz millió hektárnyi föld művelése szempontjából jelentős. A humuszsavak ionmegkötő hatása miatt ugyanis tözeges talajokon a növények nyomelem- (pl. réz) hiánytól szenvednek, még akkor is, ha ezeket az elemeket nagy mennyiségben bevisszük a talajba. Ám a szántóföldi kísérletek megmutatták, hogy a levelek permetezése e nyomelemek oldatával a termést tetemesen növeli és minőségét is javítja.



*A hazai uránkutatásban használt első hordozható, GM-csőves számláló (1949)*

Jelenleg az ország nyomelemhiányos területeinek felmérése valamint egyes nyomelemeknek a háziállatok és az ember szervezetében játszott szerepének felderítése folyik.

A földkéregben lévő urán és tórium radioaktív bomlása során keletkező és a talajgázokba majd a légkörbe jutó radon szilárdtest nyomdetektorokkal már rendkívül kis koncentrációkban is kimutatható. Intézetünk kutatói e módszerrel vizsgálják az urán koncentrációját és eloszlását a felszín közeli rétegekben, továbbá a radon migrációját befolyásoló tényezőket különböző környezeti feltételek között.

### *Földtani kormeghatározás*

Kőzetek korának – azaz jelenlegi összetételükben való megszilárdulásuk időpontjának – a meghatározása azon alapszik, hogy a kőzetben levő radioaktív izotópok bomlásának következtében a bomlástermék-elem izotóp-összetételében a kőzet korától függő mértékű eltolódás lép fel. Az intézetben egy rubidium-izotóp bomlásával termelődő stronciumizotóp feldúsulását és az egyik kálium-izotóp bomlásától megváltozott argonizotóp-arányt határozzák meg. A bomlás-



*Barlangi levegő radontartalmának mérése szilárdtest nyomdetektorral*

termék kémiai elkülönítése az intézetben kifejlesztett módszerekkel és berendezésekkel és az izotópösszetétel meghatározása is részben itt készült tömegspektrométerekkel történik. A tömegspektrométer olyan berendezés, amely a bevitt mintából felgyorsított ionokat állít elő, ezeket mágneses tér segítségével atomsúly szerint szétválasztja, és így a szétválasztott nyalábokban mennyiségi arányok meghatározását teszi lehetővé.

A kőzetek kora nemcsak a földtudományok számára fontos, hanem a nyersanyagkutatók szempontjából is. Az ATOMKI-ban főleg Magyarország magmás eredetű és átalakult kőzeteit vizsgálják. Ezek a vizsgálatok jelentős részben a Magyar Állami Földtani Intézet, az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt, az Országos Érc- és Ásványbányák, valamint a külföldön dolgozó magyar geológiai expedíciók megbízásából folynak.

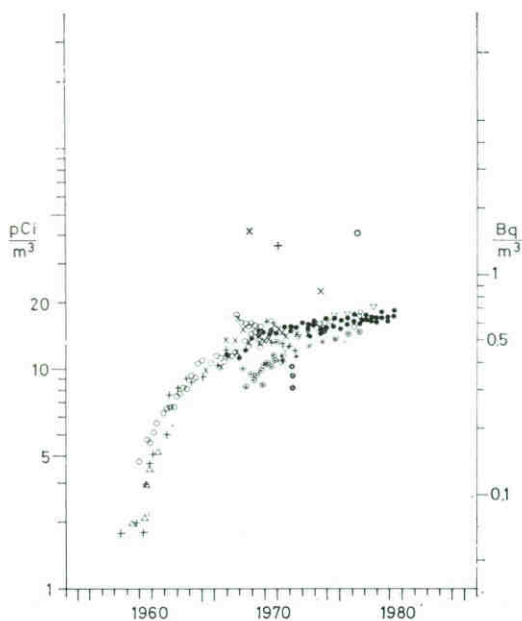
### *A környezet radioaktivitásának vizsgálata*

A légkör radioaktivitását Debrecenben 1952 óta kísérik figyelemmel.

A légköri atomfegyver-kísérletekből származó radioaktív hasadási termékek össz-béta-aktivitását mérik 1952 óta rendszeresen a Debrecenben lehullott csapadékban. A mért béta-aktivitások évi összegét ábrázoló grafikon mutatja, hogy a nagyarányú atomfegyver-kísérletek révén hogyan nőtt a környezet radioaktív szennyezettsége, és az hogyan csökkent az atomcsend-egyezmények hatására.

1966 óta folynak rendszeres mérések egy gázalakú hasadási terméknek, a  $^{85}\text{Kr}$ -nak a kimutatására. A  $^{85}\text{Kr}$  az atomerőművek kiégett fűtőelemeinek kémiai újrafeldolgozása révén jut a légkörbe és ott felhalmozódik. A légköri  $^{85}\text{Kr}$  koncentráció az atomipar térhódítása következtében lassan növekszik ugyan, de az ebből eredő sugárterhelés teljesen jelentéktelen a természetes háttér-sugárzáshoz képest.

Az utóbbi években az intézetben kifejlesztett berendezésekkel lehetőség nyílt a  $^{14}\text{C}$  aktivitásának meghatározására, ezáltal elhalt szerves anyag korának megállapítására. Ezek a vizsgálatok a régészet mellett a földtudományok számára is fontosak, mert lehetővé teszik talajrétegek korának meghatározását a bennük lévő szerves anyag  $^{14}\text{C}$  aktivitásának mérésével. Az élő szervezetbe jelenleg beépülő  $^{14}\text{C}$  aktivitásának megállapításával kutatóink környezetvédelmi szempontból is lényeges vizsgálatokat folytatnak és hozzájárulnak pl. a paksi atomerőmű környezetében az ún. null-szint megállapításához.



Mért légköri  $^{85}\text{Kr}$  koncentrációk (●: az ATOMKI-ban végzett mérések adatai)

### *Kémiai analízis magfizikai módszerekkel*

A magfizikai vizsgálatokkal kapcsolatban kifejlesztett berendezések és mérési módszerek speciális kémiai analitikai feladatok megoldására is lehetőséget nyújtanak.

Félvezető Si (Li) detektorokkal a  $Z > 11$  rendszámú elemek koncentrációja roncsolásmentesen meghatározható karakterisztikus röntgensugárzásuk mérésével. Kutatóink radioizotóp gerjesztésű Si (Li) röntgenspektrométeres vizsgálataikkal számos tudományág kutatásaiba kapcsolódtak be. Humán szövetek nyomelemtartalmának meghatározásával a nyomelemek és betegségek közötti összefüggéseket, valamint nehézfém mérgezéseket vizsgálnak. Nagyszámú avarkori bronzlelet összetételének meghatározása lehetővé tette a leletek eredet szerinti csoportosítását. Módszert dolgoztak ki a gépkocsik szennyező hatásának és rétegvizek nehézfém szennyezőinek meghatározására. Vizsgálták a növények nyomelemháztartását a talaj, talajvíz és a növény nyomelemkoncentrációjának párhuzamos meghatározásával. A Van de Graaff-generátorok nagyenergiájú protonjaival gerjesztve a karakterisztikus röntgensugarakat rendkívül kis mennyiségű anyagok kémiai összetétele is meghatározható. E módszerrel kutatóink orvostudományi és környezetvédelmi problémákat vizsgálnak.

## Kísérleti módszerek kutatása és berendezések fejlesztése

A műszerfejlesztés az intézet munkájának kezdettől fogva viszonylag nagy és igen fontos részét képezte. Az alapvető kutatási berendezéseknek nagy hányada saját készítésű, ma pedig szerződéses megrendelések alapján már az ipar számára is készítünk speciális berendezéseket.

Az egyik első saját készítésű műszer az a hordozható sugárzásészlelő és számológép, amellyel Szalay professzor és munkatársai a mecseki szénben levő urániumdúsulást felfedezték.

A korábbi évek konstrukciói közül két olyan berendezést (béta-spektroszkópot) említhetünk meg, amellyel a magból kilépő elektronok energiáját lehet meghatározni. Új működési elvvel tűnt ki az egyik, nagy pontosságával (feloldóképességével) pedig a másik.

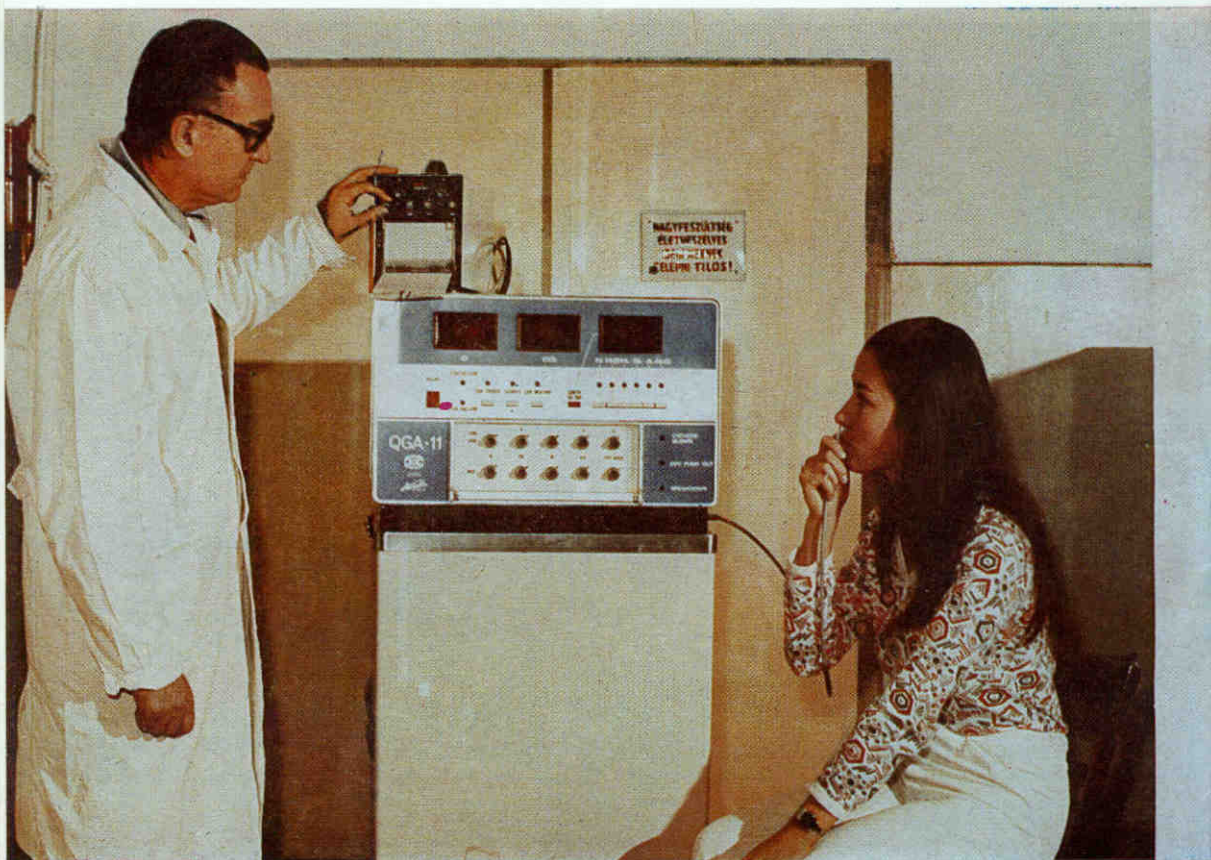


*A Csepel Művek Fémműve számára kidolgozott színesfém-analizáló berendezés*



Kvadrupól tömegspektrométerrel gőzök és gázok kémiai összetétele folyamatosan vizsgálható. Munkatársaink az általuk kifejlesztett berendezéssel a molekulák szerkezetének meghatározására irányuló gáz-elektron diffrakciós mérésekben (KKKI, Budapest) a vizsgált fémkloridok tényleges összetételét határozták meg. Ugyancsak kvadrupóllal tanulmányozták in vivo körülmények között kutyák és mikroorganizmusok gázanyagcseréjét, folyadékban oldott gázok vizsgálatával.

Szilárdtest nyomdetektorokkal, radiográfiás módszerrel, különböző anyagmintákban a hasadó vagy alfa-radioaktív elemek térbeli eloszlása tanulmányozható. Vizsgálható továbbá azon elemek eloszlása is, amelyeken alfa-részecske vagy proton emissziójára vezető magreakciók hozhatók létre. E módszerrel kutatóink tanulmányozták a Th, U, Am és Cm diffúziós folyamatait biológiai és mezőgazdasági jellegű anyagok rendszerében: a bór eloszlását félvezetőkben; valamint egyes bőrvegyületek felszívódását és transzportját növényi mintákban.

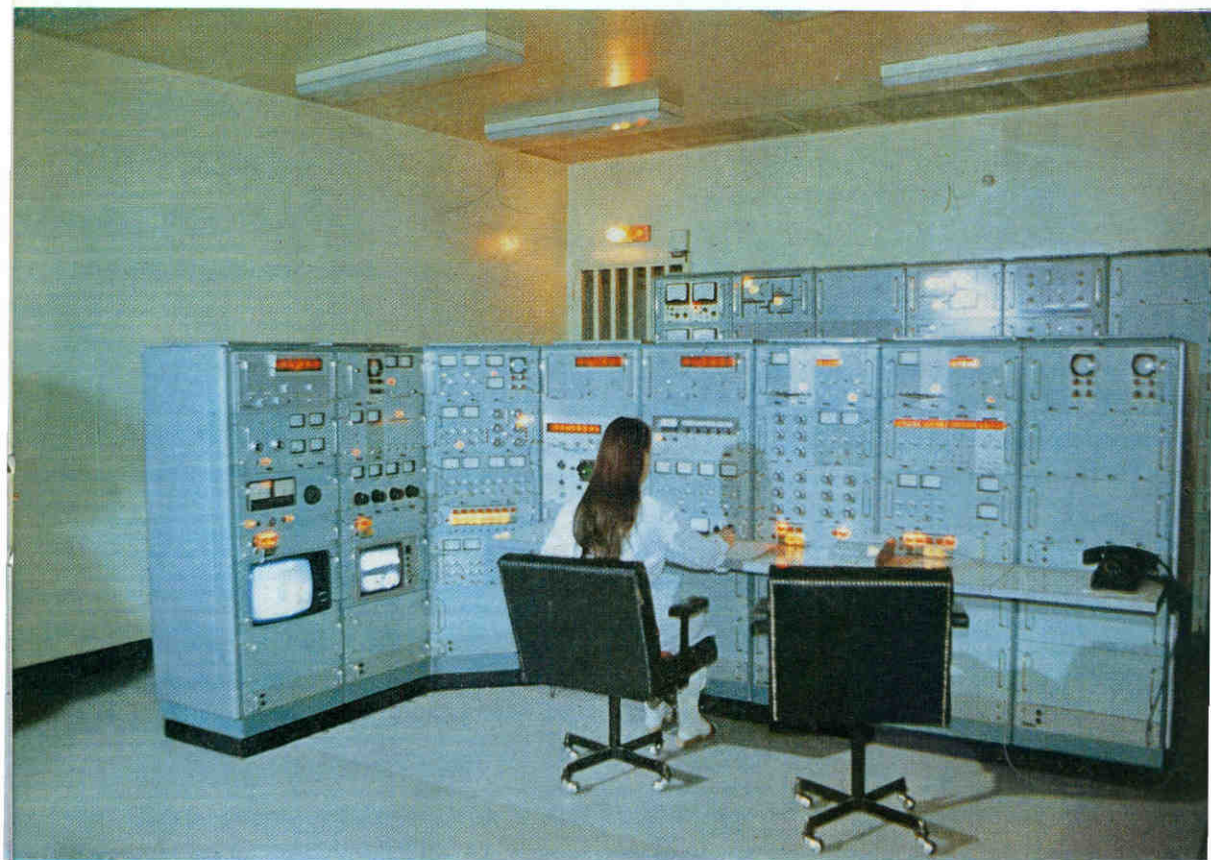


*A MEDICOR Művek részére kidolgozott tömegspektrométer kilégzett gázok összetételének meghatározására*

## Gyorsítók

Az intézetnek mind a négy gyorsítója, a két Van de Graaff-típusú (rövidített nevükön VdG-5 és VdG-1), a kaszkád típusú töltött részecske-gyorsító és a gyors neutronokat előállító neutrongenerátor, az ATOMKI-ban készült, nagyrészt a magyar iparra támaszkodva. A VdG-generátorok építéskor megvalósított elvek részben az intézeti kutatáson alapulnak és a gyorsítók fizikájában is új eredményekként tartják őket számon.

A VdG-1-ben a töltött részecskék (protonok, alfa-részecskék és egyéb ionok) 0,3–1,5 millió voltos (MV), a VdG-5-ben pedig 0,8–5 MV-os elektrosztatikus térben gyorsulnak. Fontos, hogy a részecskék energiája nagy (1 kiloelektronvoltos) pontossággal meghatározott, és az ionnyaláb áramának erőssége 1–10 mikroamper. A VdG-5-ön öt méréshez szükséges segédberendezések egyidejű felszerelése lehetséges, mert öt „mérőcsatornája” van. (l. a fedőlapon levő ké-



*Az ötmillió voltos elektrosztatikus gyorsítóberendezés vezérlőasztala*

pet), azaz az ionnyaláb öt mérési hely valamelyikére irányítható. Az ionnyaláb hatására a céltárgyból kilépő részecskéket észlelő detektorok jelei egy igen „értelmes” adatfeldolgozó rendszerbe jutnak, amely önmagában egy kis számítógép feladatát is képes ellátni, de össze van kapcsolva az intézet központi PDP számítógépével is. A VdG-5 gyorsító megbízható konstrukcióját jelzi, hogy megépítése óta már több mint 20 000 üzemóra alatt állt a fizikai kutatások szolgálatában.

A kaszkád generátor is elektrosztatikus tér révén gyorsít, csak ebben a magas feszültséget más elven állítják elő. A gyorsító feszültség itt 100–700 kilovolt. Proton-, deuteron- és újabban elektronnyalábokat lehet vele előállítani 10–1000 mikroamperes intenzitással s pozitív töltésű részecskék esetén 800 elektronvoltos energia-meghatározottsággal.

### *Detektálási technika*

Sugárzások észlelésére alkalmas detektorokat kezdettől fogva készítettek az intézetben. Korábban a hagyományos detektálási módszerek továbbfejlesztésében (szcintillációs, fotoemulziós technika), az utóbbi években pedig újabb sugármérési eljárások fejlesztésében és alkalmazásában értek és érnek el kutatóink nemzetközileg is elismert és értékelt eredményeket.

Az utóbbi évtizedben fejlődött ki a szilárdtestnyomdetektoros technika, amely azon alapul, hogy ha besugárzás után a detektoranyagot kémiai maradjuk, a részecske nyoma mentén gyorsabban maródik, és az így keletkező üregek mikroszkóppal megmérhetők, megszámlálhatók. A technika neutronok észlelésére való alkalmazásában, a maratási üreg kialakulásának leírásában, a detektált részecskék energia szerinti megkülönböztetésében az intézet komoly sikereket ért el. A szilárdtest-nyomdetektorokra alapozott detektálási módszerek és értékelési eljárásaik kutatása, fejlesztése mellett olyan közvetlen gyakorlati feladatokkal is foglalkoznak munkatársaink, mint munkaszintű és baleseti neutronoziméterek kifejlesztése.

Az ATOMKI-ban készülnek töltött részecskék, valamint gamma- és röntgensugár érzékelésére alkalmas félvezető (szilícium) detektorok is. Lítiummal kezelt szilícium-detektorok vannak az ugyancsak házi készítésű röntgensugár-emissziós analizátorokban. Ezek észlelik az atomok belső elektróhéjainak ionizációja után kisugárzott, minden kémiai elemre jellemző energiájú röntgenkvantumokat és ezzel lehetővé teszik egy minta elemösszetételének igen gyors meghatározását. A Si (Li) detektorok olyan gyártástechnológiáját sikerült kidolgozni, amelynek alapján az üzemi sorozatgyártás is megvalósítható, a világon kapható legjobb detektoroknak megfelelő paraméterekkel.

## *Elektronspektrométerek fejlesztése*

Az intézetben végzett magnspektroszkópiai és atomfizikai kutatások és azok alkalmazása céljából szükséges volt különböző elektronspektrométerek kifejlesztése is. Ennek során alakították ki munkatársaink a radioaktív izotópok vizsgálatára korábban használt mágneses spektrométereket (toroid szektor spektrométer és sávspektrográf). A kis energiájú fotoelektronok és az atomi ütközési folyamatok tanulmányozására, valamint az ESCA módszer gyakorlati alkalmazására az elektrosztatikus spektrométerek több típusát fejlesztettük ki (pl. ESA-11: ESCA vizsgálatokra, ESA-12: magnspektroszkópiai kutatások céljából a prágai Magfizikai Kutató Intézet részére, ESA-21: atomi ütközési folyamatokban elektronok energia- és szögeloszlásának vizsgálatára az ATOMKI-ban és Dubnában).

## *Vákuum- és hidegtechnika*

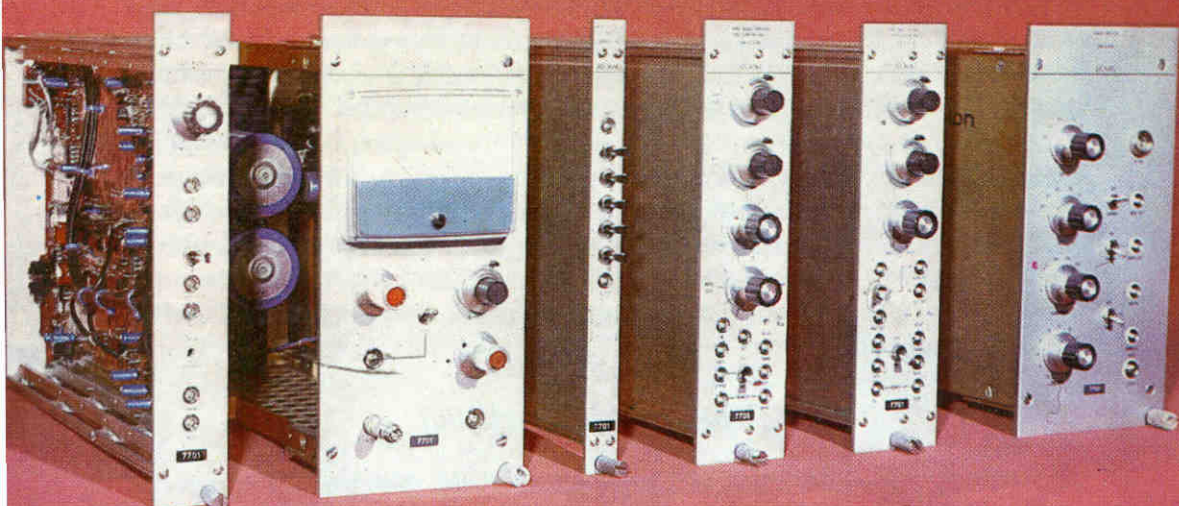
Az intézet vákuumtechnikai csoportja az évek során többféle vákuumszivattyút, vákuummérőt, kisebb-nagyobb méretű vákuumrendszert alakított ki. Ma már többnyire az ultravákuum követelményeket is kielégítő rendszerek készülnek az intézetben.

1970-ben kezdődött a kvadrupól tömegspektrométerek fejlesztése az intézetben. Ezek a berendezések gázok vagy elgőzöltetett anyagok összetevőit tömegszám szerint különböztetik meg nagy érzékenységgel. Különböző feladatok betöltésére a kvadrupól-tömegspektrométerek több típusát fejlesztettük ki, többek között egy respirációs vizsgálatok céljaira szolgáló, orvosi célú berendezést a MEDICOR Művek részére.

A hidegfizikai laboratórium – amellet, hogy biztosítja az intézet kutatócsoportjainak ellátását cseppfolyós nitrogénnek és héliummal – munkája elsősorban a szupravezető kvantum-interferométerek („SQUID”) fejlesztése és alkalmazása köré összpontosul. E berendezésekkel különböző anyagok igen gyenge mágnesezettségét, vagy igen kis áramok, pl. az élő szervezet bioáramainak mágneses terét is mérni lehet. Nagytisztaságú Ga és Al termékek szennyezettségének meghatározásával a hazai fémipart segítik a folyékony hélium hőmérsékletén végzett ún. maradékellenállás-mérések.

## *Nukleáris elektronika*

A magfizikai mérés során a detektor a nagyszámú részecske mindegyikének beérkezését úgy jelzi, hogy igen rövid ideig (pl.  $10^{-7}$  másodpercig) tartó elektromos feszültséglökést produkál. A nukleáris elektronikai berendezés feladata az,



*CAMAC rendszerben készült elektronikus egységek magfizikai mérésekhez*

hogy ezeket az impulzusokat felerősítve, nagyság, alak, esetleg a beérkezés ideje, több detektorral való mérés esetén több jel egyidejűsége stb. szerint osztályozza, számlálja, és a jelek tulajdonságai (pl. nagysága) és a beérkező részecske tulajdonságai (pl. energiája) között kapcsolatot teremtsen.

Elektronikus kutatóink és mérnökeink elsőrendű feladata az intézetben felmerülő elektronikus problémák megoldása. Az évek folyamán különösen a mag-spektroszkópiai mérésekhez sikerült olyan műszereket kifejleszteni, melyek világviszonylatban is elismerést vívtak ki. Többet közülük szabadalom véd. Kialakult egy magspektroszkópiai mérőműzercsalád, melyet részben, vagy egészben számos hazai és külföldi intézmény, vállalat is felhasznál. E műszerek többsége kielégíti a nemzetközileg használt ún. CAMAC rendszer szabványos követelményeit.

Néhány éves múltja van a digitális elektronika, mindenekelőtt a mikroszámítógépek konstruálásának és alkalmazásának. Ezek felhasználásával röntgen-emissziós analitikai és tömegspektrometriai célberendezések születtek. Szilárdtest nyomdetektor kiértékelő, gallium tisztaságvizsgáló berendezés fejlesztése folyamatban van.

## *Technikai háttér*

Mindezen fejlesztési munkák és a segítségükkel végrehajtott tudományos programok megvalósításában nagy része van annak, hogy az intézetben egy jól-képzett szakmunkás-, technikus- és mérnöki gárda áll a fejlesztés szolgálatában. A Műszaki Osztályon mintegy harmincan, a Nukleáris Elektronikai Osztályon körülbelül huszonöten dolgoznak. A szakmunkásgárdát az intézet részben maga képezi; minden évben számos szakmunkástanuló végez az ATOMKI-ban. Ezzel a város és a környék üzemeinek is sok jó szakembert adunk. A műszaki gárda munkafeltételeit is hivatott javítani az ötödik ötéves terv során létrehozott új műhelyépület.

A kutatómunka egyre nélkülözhetlenebb segédeszköze a számítástechnika. Az intézeti kutató s fejlesztő munka, sőt az adminisztráció gépi számolási és adatfeldolgozási igényének kielégítésére egy kis számítástechnikai csoport hivatott. Az intézet központi számítógépe egy PDP 11/40 típusú gép, nagyobb memóriaigényű számolásokat pedig a Budapesten a Számítástechnikai és Automatizálási Kutatóintézetben levő CDC 3300-on lehet elvégezni, amellyel az ATOMKI-ban levő UT 200 típusú távállomás segítségével közvetlen kapcsolatban állunk.



*Alfa-részek nyomai szilárdtest nyomdetektorban. A nyomok láthatóvá tétele egy az ATOMKI-ban kidolgozott új eljárással történt.*



*Az intézet PDP 11/40 számítógépe*

## A tudományos eredmények gyakorlati alkalmazása

Népgazdaságunk csak akkor tarthat lépést a termelés világszerte megfigyelhető fejlődésével, ha a tudományos kutatás új eredményeire épít. Éppen ezért rendkívül fontos, hogy a tudományos intézetek a termelés és a gyakorlati élet egyéb területeivel minél közvetlenebb kapcsolatban legyenek. Az Atommag Kutató Intézetben megvalósul az alap- és az alkalmazott kutatás harmonikus és szoros kölcsönhatása. Ezt elősegíti, hogy itt komoly hagyományai vannak a több tudományágat felölelő, a határterületeken mozgó ún. interdiszciplináris kutatásoknak és a műszerépítésnek. Az intézet állandóan keresi a felhalmozódott tapasztalatok és a kifejlesztett módszerek gyakorlatba való átültetésének lehetőségeit, s arra törekszik, hogy népgazdasági partnereinek igényeit minél tökéletesebben kielégítse. Nagy súlyt helyezünk rá, hogy az ipari vezetők tudomást szerezzenek arról, hogy az itt meghonosított és meghonosítható technikák milyen termelési problémákra adhatnak megoldást. Szimpóziumok, ankétok rendezésével ismertetjük meg az ATOMKI tudományos potenciálját annak érdekében, hogy a valóban széles körű lehetőségekből minél előbb termelőerő váljék.

Néhány jellemző példa az ATOMKI-ban felhalmozódott kutatási tapasztalat népgazdasági hasznosítására:

Először is Szalay professzor és csoportjának munkája kíván említést, mert ez beszédes példája annak, hogy miként fonódott össze az alap- és az alkalmazott kutatás az intézet előtörténetétől napjainkig. A magyarországi urániumkincs felfedezésére vezető korábbi eredményeket logikusan követte annak kutatása, hogy mi okozta az uránium megkötődését egyes dunántúli szenekben. Ennek megértése új felismerést szült: ugyanezen mechanizmus okozza a növények nyomeleméhezését tőzeges láptalajon, és innen erednek azok a sikeres kísérletek, amelyek azt célozzák, hogy hogyan lehet a nyomelemhiányon segíteni.

A nukleáris elektronikai alpműszercsalád, amelyet eredetileg belső használatra terveztek, ma igen keresett mind itthon, mind külföldön. A szocialista országokon kívül brazil egyetemekre és perui, algériai kutatóintézetekbe is eljuttottak műszereink. Ezekkel a műszerekkel szerelték fel a szlovákiai, valamint a paksi atomerőmű spektroszkópiai laboratóriumait. A külső igények fokozottabb kielégítése érdekében az intézet kidolgozott műszereinek gyártását részben külső vállalatoknak is átadta (KUTESZ, Elektronikus Mérőkészülékek Gyára).



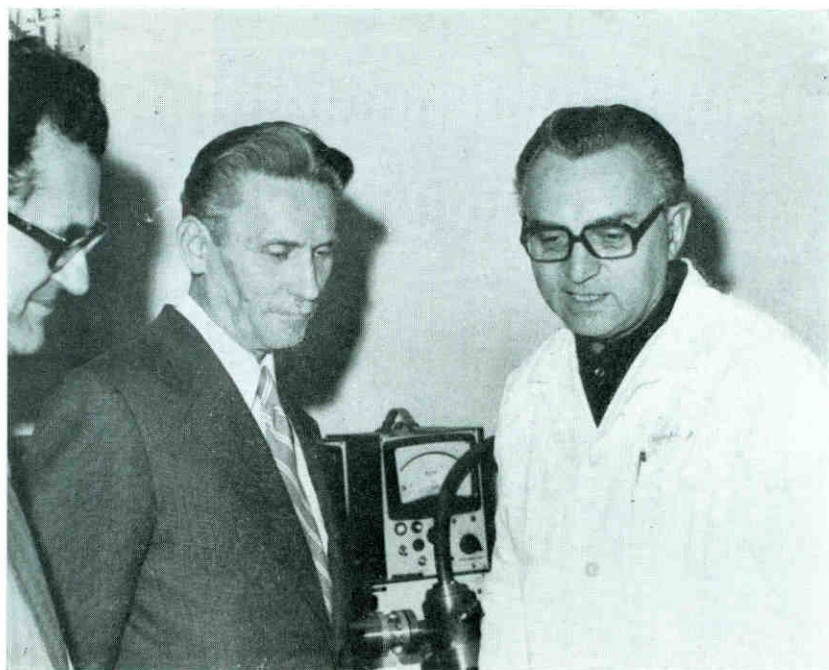
Jelentős szerepet tölt be az ATOMKI a modern, roncsolásmentes anyagvizsgálati módszerek kifejlesztése, hazai alkalmazásai elterjedtsége, alkalmazásukhoz szükséges műszerek kialakítása terén. Így különösen jelentős eredmények születtek a röntgenemisszió-analitikai (REA) eljárások alkalmazásai területén. Röntgenspektrométereink műszaki jellemzői elérik, sőt egyes vonatkozásokban meg is haladják a világszínvonalat. Gyakorlati alkalmazásuk, ipari környezetben való hasznosításuk jellemző példája a Csepel Művek Fémműve számára készített automatikus rézötvtözet-elemző berendezés, amely három műszakos üzemben, 5–10 percenként készít elemzést évi több száz millió forint értékű ötvözet gyártásközi ellenőrzésére.

Nyersanyagkutatói célokra ugyancsak kidolgoztak egy módszert: kőzetek makro- és mikroösszetevőinek kvantitatív meghatározására REA technikával, valamint környezetanalitikai vizsgálatokat végeztek folyóvizekben található nehézfém-szennyezők és a levegő ólomszennyezettségének mérésére.

Az intézetben felhalmozódott sokoldalú ismeretek tették lehetővé, hogy a REA technikát bizonyos igényeknek jobban megfelelő más eszközökkel is megvalósítsák munkatársaink. A kifejlesztett hordozható, szcintillációs fluoreszcencia analízátor differenciális szűrőpárokkal működik és acélok válogatására készült, azok Cr, Mn, Ni, Cu tartalma alapján (Ózdi Acélmű).



*Az intézet jelentősebb hazai szerződéses kapcsolatai*



*Lázár György miniszterelnök az ATOMKI munkájával ismerkedik*

Az intézet kutatási tevékenysége során nyert tapasztalatok nem csupán külső igények alapján végzett műszerfejlesztő munkában hasznosulnak. Egy másik formája a népgazdasági irányú tevékenységnek bizonyos gyakorlati szempontból fontos vizsgálatok elvégzése az intézetben. Ilyenek pl. növénymagvak besugárzása neutronokkal stimulációs hatás elérésére vagy – egy egészen más vonatkozásban – a rozsdamentes acél felületi sajátságainak vizsgálata elektron-spektroszkópiai módszerrel.

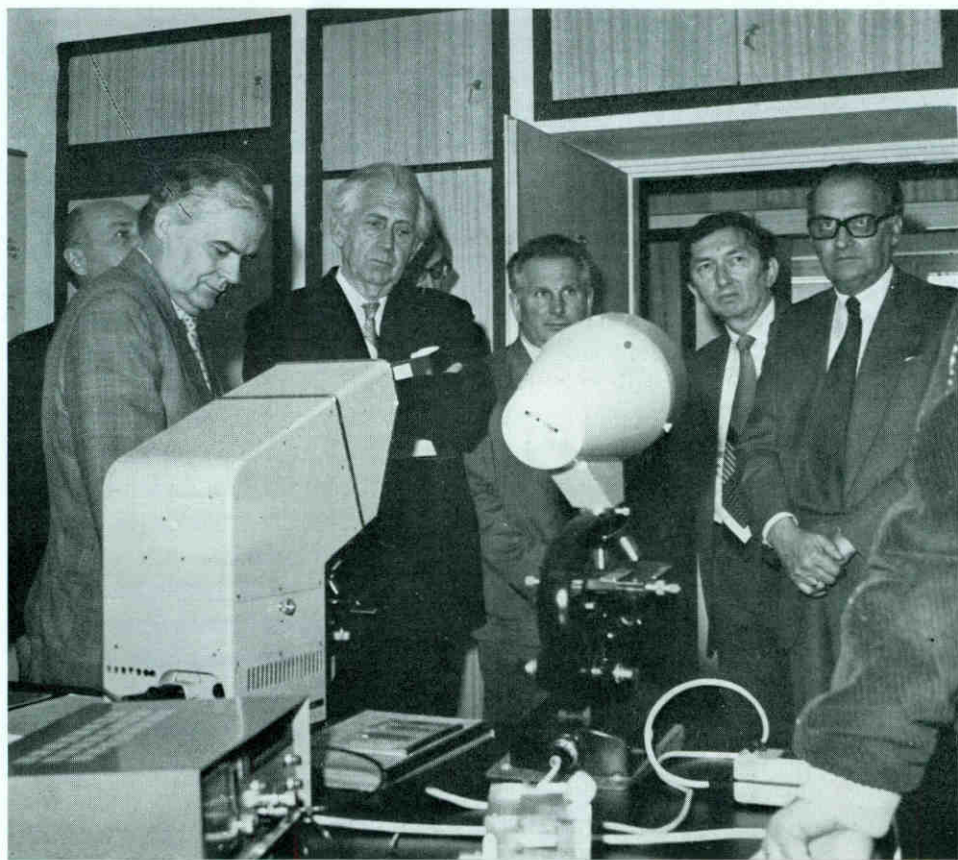
Az intézet több esetben szervezett külső felkérésre tanfolyamokat a nukleáris mérési technika, a modern anyagvizsgálati eljárások alkalmazására készítve fel e tanfolyamok résztvevőit. Egyre gyakoribbak a külső megbízók által kialakított kutatási feladatok megoldását igénylő megbízások is.

Összefoglalóan megállapíthatjuk, hogy az ATOMKI tevékenységében kedvezően ötvöződnék a magfizikai alapkutatások, valamint az ezek eredményeit és módszereit felhasználó interdiszciplináris kutatások – megteremtve ezzel a megfelelő alapot a hazai tudományos élet és ipar igényeinek magas színvonalon történő kielégítésére.



*A Nemzetközi Atomeenergia Ügynökség fűtőkárának látogatása*





*A Magyar Tudományos Akadémia elnökének és főtitkárának látogatása az intézetben*

◀ *Az 1981-ben rendezett ion-atom ütközésekkel foglalkozó nemzetközi konferencia hallgatósága*

## Külső kapcsolatok, együttműködések

Az ATOMKI számos intézettel, tudományos és társadalmi szervezettel tart kapcsolatot és nagy súlyt helyez arra, hogy Debrecen város és az ország gazdasági és társadalmi életében tevékenyen részt vegyen.

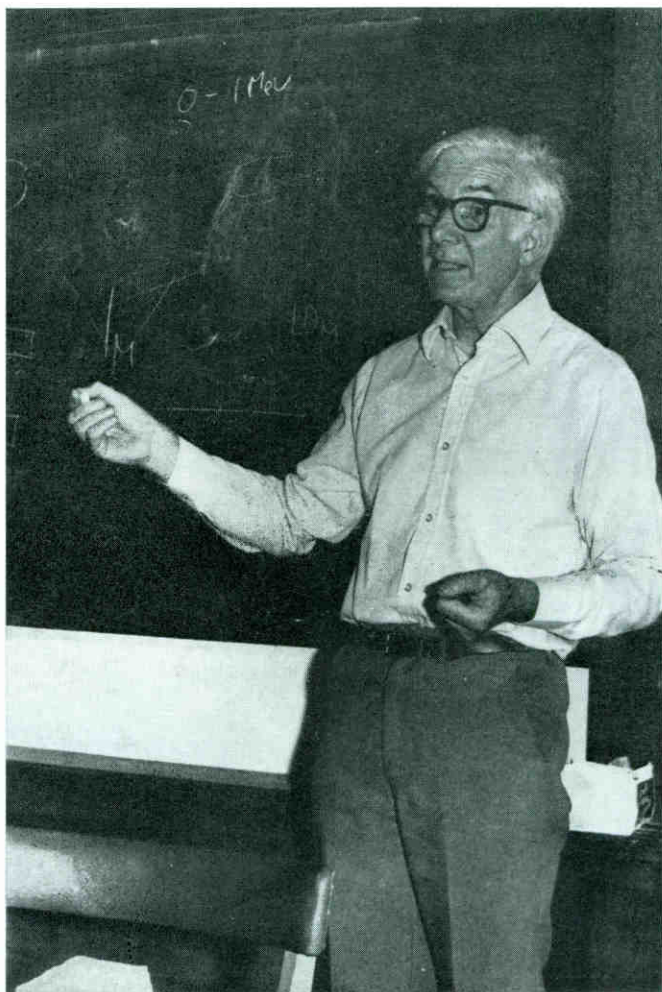
A hazai intézmények közül a Központi Fizikai Kutató Intézet, a Kossuth Lajos Tudományegyetem Kísérleti Fizikai Intézete és a Debreceni Orvostudományi Egyetem volt leggyakrabban partnerünk, és legújabban a Debreceni Agrártudományi Egyetem is. Számos közös kutatómunkánk volt a dubnai Egyesített Atommagkutató Intézettel, az Oxfordi Egyetem Magfizikai Laboratóriumával, a leningrádi Joffe Intézettel, az Utrechti Egyetem Fizikai Laboratóriumával, a Kyotói Egyetem Kémiai Kutatóintézetével, a Frankfurti Egyetem Magfizikai Intézetével és sok más intézettel.

Az ATOMKI több tudományos tanácskozást szervezett. Jelentős rendezvény volt az elektronbefogással és a magbomlás magasabbrendű folyamataival foglalkozó nemzetközi konferencia 1968-ban. Legutóbb 1981-ben az ion-atom ütközések során lejátszódó folyamatok kutatása során elért eredményekkel kapcsolatban rendezett az intézet sikeres nemzetközi konferenciát.

Az ATOMKI kutatói közül többen tagjai nemzetközi testületeknek, így a dubnai Egyesített Atommagkutató Intézet Tudományos Tanácsainak és szakbizottságainak, nemzetközi folyóiratok szerkesztő bizottságának stb. Szalay professzor a lublini Maria Skłodowska-Curie Egyetem díszdoktora. Az ATOMKI vezető tudósai közül többen tagjai a Magyar Tudományos Akadémia, az Eötvös Loránd Fizikai Társulat és az Országos Atomenergia Bizottság tudományos bizottságainak.

Az intézet többféleképpen is részt vesz az oktatásban. A munkatársak közül többen speciális előadásokat tartanak a Kossuth Lajos Tudományegyetemen, hallgatók diákköri és diplomamukáját irányítják az ATOMKI-ban, és végzett hallgatók doktori ösztöndíjasként dolgoznak az intézetben. Ezenkívül azok a középiskolai tanárok, akik iskolai munkájuk mellett bekapcsolódnak a kutatómunkába, ösztöndíjjuttatásban részesülnek.

Igen sokan jönnek a fejlődő országokból az intézetbe kutatómunkát folytatni és többen szereztek közülük tudományos fokozatot az ATOMKI-ban. Az intézet nyitva áll az egyetemek oktatói, más intézmények kutatói, sőt iparban dolgozó fizikusok, mérnökök előtt is: vendégkutatóként csatlakozhatnak az itt folyó munkákhoz, használhatják az intézet könyvtárát, számítógépeit, kutatási berendezéseit.



*S. W. Lawson professzor előadást tart az ATOMKI-ben*



*Z. A. Zeldovics akadémiкус előadása*

## Az intézet szervezeti felépítése

Igazgató: *Dr. Berényi Dénes*, az MTA levelező tagja, c. egyetemi tanár

Tudományos igazgatóhelyettes: *Dr. Schlenk Bálint*, a fizikai tudományok kandidátusa

Gazdasági igazgatóhelyettes: *Dr. Kovács Gyula*

Szervezeti felépítés

MAGFIZIKAI MÓDSZEREK OSZTÁLYA

Vezető: *Dr. Somogyi György*, a fizikai tudományok kandidátusa

ELEKTROSTATIKUS GYORSÍTÓK OSZTÁLYA

Vezető: *Dr. Koltay Ede*, a fizikai tudományok doktora, c. egyetemi tanár

NUKLEÁRIS ELEKTRONIKAI OSZTÁLY

Vezető: *Dr. Máthé György*, a fizikai tudományok kandidátusa

NUKLEÁRIS ATOMFIZIKAI OSZTÁLY

Vezető: *Dr. Berényi Dénes*, az MTA levelező tagja, c. egyetemi tanár

TECHNIKAI FIZIKAI OSZTÁLY

Vezető: *Dr. Berecz István*, a fizikai tudományok kandidátusa

CIKLOTRON OSZTÁLY

Vezető: *Dr. Valek Aladár*, a fizikai tudományok kandidátusa

ATOMI ÜTKÖZÉSEK CSOPORTJA

Vezető: *Dr. Schlenk Bálint*, a fizikai tudományok kandidátusa

ELMÉLETI MAGFIZIKAI ÉS SZÁMÍTÁSTECHNIKAI CSOPORT

Vezető: *Dr. Gyarmati Borbála*, a fizikai tudományok kandidátusa, c. egyetemi docens

INTERDISZCIPLINÁRIS KUTATÓ CSOPORT

Vezető: *Dr. Szalay Sándor*, az MTA rendes tagja, c. egyetemi tanár

MAGSPEKTROSKÓPIAI CSOPORT

Vezető: *Dr. Fényes Tibor*, a fizikai tudományok doktora, c. egyetemi tanár

TUDOMÁNYOS DOKUMENTÁCIÓS CSOPORT

Vezető: *Dr. Medveczky László*, a fizikai tudományok doktora, c. egyetemi docens

MŰSZAKI OSZTÁLY

Vezető: *Dombi Imre* főmérnök

GAZDASÁGI OSZTÁLY

Vezető: *Dr. Kovács Gyula* gazdasági igazgatóhelyettes





*Nemzetközi tudományos együttműködési kapcsolatok.*

1. szerződéses megállapodáson alapuló együttműködés    2. rendszeres munkakapcsolatok  
 3. egyéb együttműködési kapcsolatok

## Általános tudnivalók

*Cím:* Debrecen, Bem tér 18/c

*Levélcím:* 4001 Debrecen, Pf. 51.

*Távíratcím:* ATOMKI, Debrecen

*Telex:* 72-210 atom h


*Telefon:* (52) 17-266

*Az alapítás időpontja:* 1954. július 1.

*A dolgozók száma:* több mint 250 főnyi állandó személyzet, ezen kívül vendégkutatók, egyetemi hallgatók, szakmunkástanulók

*ATOMKI Közlemények:* Az Intézet negyedévenként megjelenteti az ATOMKI Közlemények című folyóiratot. A folyóirat nyelve magyar, angol és orosz. További tájékoztatást az intézet könyvtára ad.



Felelős kiadó: dr. Berényi Dénes, az ATOMKI igazgatója  
Szerkesztette: dr. Kovách Ádám  
A kézirat nyomdába adásának ideje: 1981. július  
81.469 Kner Nyomda  Gyoma

