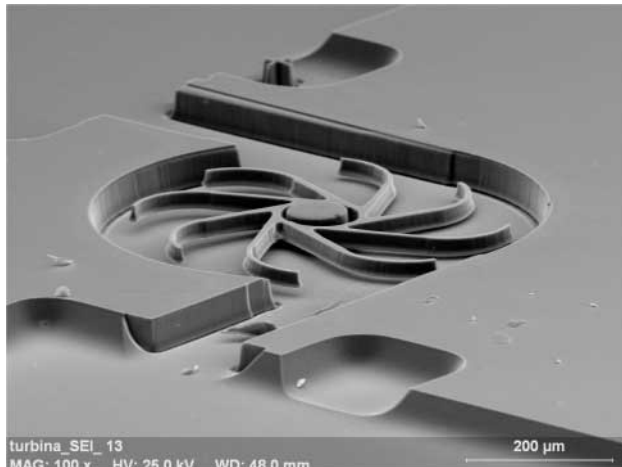


## Rezisztanyagok

A mikromegmunkáláshoz eddig használt rezisztanyagoknál megvizsgáltuk, hogy azok miképpen változtatják fizikai tulajdonságaikat (pl. optikai törésmutatójukat) a részecskenyalábbal történő besugárzás hatására. Ennek döntő jelentősége van a polimerben kialakított optikai hullámvezetőknél. Fontos feladat a mikromegmunkálásra alkalmazható új anyagok keresése is. E célból vizsgáltuk és alkalmasnak találtuk a részecskék detektálására használt CR-39 anyagot és a fotoérzékeny üveget, a Foturant. Görög–magyar együttműködésben kifejlesztettünk egy új rezisztanyagot is, a TADEP nevű kevert polimert.

Példák a mikromegmunkálással laboratóriumunkban eddig létrehozott eszközökre: *polikapilláris film*, amelyet egy 50 mikrométer vastagságú fóliában egymástól egyenlő távolságra (19  $\mu\text{m}$ ) létrehozott 10 mikrométer átmérőjű kör alakú kapilláris csövek alkotnak (2600 kapilláris 1  $\text{mm}^2$  fóliafelületen). Az atomfizikában, mint nagy töltésű, kis energiájú ionok vezetője alkalmazható, az orvosi kutatásban pedig mint szűrőfólia. A szabályosan elhelyezkedő, kör keresztmetszetű kapillárisok sorozata sokkal jobb tulajdonságú szűrő, mint a jelenleg használatos, nehézionokkal nagyenergiájú gyorsítóknál létrehozott, véletlenszerűen elhelyezkedő, sokszor átfedő lyukakkal rendelkező szűrőfóliák. Talán a legérdekesebb eszköz az 5. ábrán látható 3 dimenziós szilícium *mikroturbina*. Előállításához két különböző energiájú protonnyalábbal végzett besugárzást alkalmaztunk, amelyek előhívása két különböző kimaratósi mélységet eredményezett a porózus szilícium anyagában. Ez a munka első demonstrációja annak, hogy szilíciumban a protonnyaláb-írás segítségével mozgó alkatrészekkel rendelkező, mikrométer méretű berendezést lehet készíteni.

Az ATOMKI Ionnyaláb-alkalmazások Laboratóriuma tevékenységének és eredményeinek részletesebb ismertetése megtalálható a [13] közleményben.



5. ábra. Szilícium lapkára integrált mikroturbina.

Összefoglalva: talán nem túlzó az a megállapítás hogy a Szalay Sándor professzor által megalapított tudományos iskola szellemisége a gyorsított ionnyalábokkal végzett kutatásokban tovább él és fejlődik, tehát az iskola második és harmadik generációja is jól sáfárkodott a „Prof” örökségével. Szerencsésnek érzem magam, hogy személyesen ismerhettem és tisztelhettem őt.

## Irodalom

1. A. Szalay, *Zeitschrift für Physik* 112 (1939) 29.
2. Csongor É., *Fizikai Szemle* 14 (1964) 369.
3. Koltay E., *Acta Phys. Acad. Sci. Hung.* 16 (1963) 93.
4. Koltay E., *Fizikai Szemle* 14 (1964) 373.
5. Szalay S., Koltay E., *Atomki Közlemények* 6 (1964) 3.
6. Krasznahorkay A., *Fizikai Szemle* 54 (2004) 161.
7. Krasznahorkay A., *Fizikai Szemle* 57 (2007) 357.
8. Sulik B., *Fizikai Szemle* 54 (2004) 151.
9. Uzonyi I., *Archeometriai Műhely* 2007/3. 11–18.
10. Kertész Zs., Dobos E., Szoboszlai Z., Borbélyné Kiss I.: *IV. Kárpát-medencei Környezettudományi Konferencia, Debrecen, 2008.* (Szerk.: Orosz Z. és mtrstai) II. kötet, 335–341.
11. Szikszai Z., Kertész Zs., Kocsár I., *Acta Biologica Szegediensis* 52 (2008) 81–83.
12. Rajta I., *Fizikai Szemle* 57 (2007) 187.
13. Borbély-Kiss, I. és mtrstai, *Atomki Annual Report* 2008, 1–14.

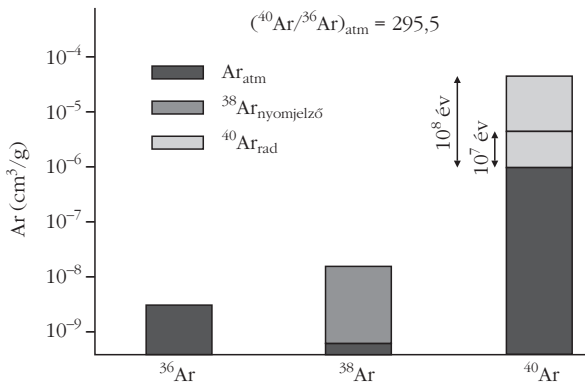
# AZ ATOMMAGKUTATÓ INTÉZET K-Ar LABORATÓRIUMA ÉS TEVÉKENYSÉGE

Balogh Kadosa, Pécskay Zoltán  
MTA ATOMKI, Debrecen

A K-Ar módszer egyike a természetes radioaktivitáson alapuló földtani kormeghatározási módszereknek. Bevezetését az Atommagkutató Intézetben Szalay Sándor professzor úr javasolta a 70-es évek elején. Az ATOMKI-ban művelt sok kutatási témához hasonlóan erre a szükséges berendezések elkészítésével került sor. Esetünkben ez egy nemesgáz-tömegspektrométer, továbbá egy hozzá csatlakozó vákuumrendszer elkészítését jelentette, az utóbbi a kőzetek argontartalmának kinyerésére és megtisztítására szolgált. Be-

rendezéseink 1974 óta folyamatosan működnek, méréseink színvonalát nemzetközi hitelesítő programban való részvétellel igazoltuk.

Laboratóriumunkban több mint száz földtörténeti probléma vizsgálata történt meg, cikkünk terjedelmi korlátai ezek eredményeinek említését nem teszik lehetővé. Ehelyett áttekintjük a K-Ar módszer elvét és felhasználási lehetőségeit a különböző jellegű földtörténeti problémák tisztázására. Kitérünk emellett a műszerépítés során alkalmazott néhány új megoldá-



1. ábra. A K-Ar módszer elve, az ábra mutatja a radiogén argon növekedését a földtani idő folyamán.

sunkra, továbbá egy módszertani eredményünk ismertetésére, ami a K-Ar kormeghatározás alkalmazási lehetőségeit bővíti és jelentősen csökkenti a kronológiai értelmezés bizonytalanságait.

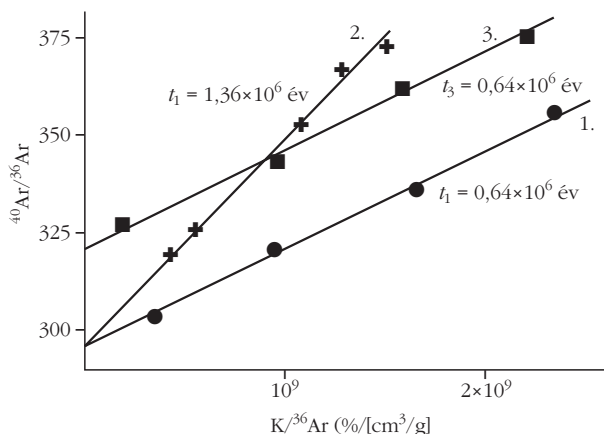
## A K-Ar módszer elve

A K-Ar módszer a  $^{40}\text{K}$  bomlásán alapul, a folyamatban  $^{40}\text{Ar}$  is keletkezik 1,25 milliárd év felezési idővel. A Föld teljes argontartalmának már körülbelül 90%-a kigázósodott az atmoszférába, ezen *atmoszférikus* argon ( $\text{Ar}_{\text{atm}}$ ) izotóppozsztételét a fekete hasábok mutatják az 1. ábrán. Ez az  $\text{Ar}_{\text{atm}}$  épül be a Föld felszínének közelében megszilárduló magmás kőzetekbe. A lehülés után keletkező, radiogénnek nevezett  $^{40}\text{Ar}_{\text{rad}}$  a kőzetben marad és az idő folyamán felhalmozódik (1. ábra). A  $^{36}\text{Ar}$  kizárólag atmoszférikus, mérésével megkülönböztethető a  $^{40}\text{Ar}$  izotóp radiogén és atmoszférikus része:

$$^{40}\text{Ar}_{\text{rad}} = ^{40}\text{Ar} - 295,5 \times ^{36}\text{Ar} \quad (1)$$

Az ismert mennyiségű  $^{38}\text{Ar}$  nyomjelző segítségével az izotóparány tömegspektrométeres mérésével meg-

2. ábra. Az izokron módszer szemléltetése. Az azonosan, körrel, négyzettel, kereszttel jelölt pontok azonos korú ásványokat, illetve kőzeteket jelölnek. Az azonos meredekségű 1. és 3. egyeneshez azonos korok tartoznak, de a 3. egyenest definiáló minták Ar tartalma nem cserélődött ki az atmoszférával, ezért más a metszéspontja. A 2. egyenesre idősebb kőzetek illeszkednek. Az 1. és 2. egyenesek metszéspontja szerint a kezdeti  $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$  arány atmoszférikus volt.



állapítható a csak atmoszférikus  $^{36}\text{Ar}$ , és az atmoszférikus és radiogén argont egyaránt tartalmazó  $^{40}\text{Ar}$  mennyisége. A  $^{40}\text{Ar}_{\text{rad}}$  és a  $^{40}\text{K}$  mérésével a koregyslet alapján kiszámítható a magmás kőzet lehülése óta eltelt idő, a K-Ar kor.

$$t = \frac{1}{\lambda} \ln \left( 1 + \frac{\lambda}{\lambda_e} \frac{^{40}\text{Ar}_{\text{rad}}}{^{40}\text{K}} \right) \quad (2)$$

### A $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$ módszer

A kőzetet atomreaktorban besugározva a  $^{39}\text{K}(n,p)^{39}\text{Ar}$  reakcióval tömegspektrométerrel jól mérhető mennyiségű  $^{39}\text{Ar}$  izotóp állítható elő. Így a K mérése egy Ar izotóp mérésére vezethető vissza: így a kor egyedül az argon izotóppozsztételéből meghatározható. Ez lehetővé teszi többek között a K-Ar módszer mikroszondás eljárásá fejlesztését. A mikroszondás eljárásokkal szilárdtestek lecsiszolt felületeinek részletei tanulmányozhatók, például a leggyakrabban használt elektronmikroszondával egy néhány  $\mu\text{m}^2$ -es felület kémiai összetétele. Esetünkben a besugárzott kőzet egy részét például lézerműzussal elpárologtatva a felszabaduló Ar izotóppozsztételéből meghatározható a kőzetrészlet kora.

### Az izokron módszer

Ha a kőzet ásványai lehüléskor azonos, de nem atmoszférikus izotóppozsztételű Ar épül be, akkor több ásvány kálium- és  $^{40}\text{Ar}_{\text{rad}}$  tartalmát is mérve a mérési pontok a  $^{40}\text{Ar}_{\text{rad}} - ^{40}\text{K}$  vagy  $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar} - ^{40}\text{K}/^{36}\text{Ar}$  koordináta-rendszerben egyenesre illeszkednek, amelynek meredeksége a kort, metszéspontja az y tengellyel pedig a kezdeti izotóparányt (2. ábra) vagy a lehüléskor beépült többlet Ar mennyiségét adja meg.

A bazaltok ásványai, túlságosan kis méretük miatt, legtöbbször nem különíthetők el. Ilyenkor a körülbelül 0,1 mm-re tört, már eltérő kémiai összetételű kőzetdarabkák sűrűségük és mágneses szuszceptibilitásuk alapján választhatók el. Az így előállított „frakciók”, amelyek kálium- és  $^{40}\text{Ar}_{\text{rad}}$  tartalma különböző, szintén alkalmasak az izokron kor meghatározására.

## Mire használható a K-Ar módszer?

### Kronosztratigráfia

Üledékes kőzetekben egyrészt megtalálhatók a leülepedés idejére jellemző élővilág kövületei, másrészt nyilvánvaló, hogy egymásra települő üledékes rétegek közül a felül lévő a fiatalabb. Ezek alapján egymástól távol levő üledékes kőzetek relatív kora is megállapítható, és definiálható egy relatív korokat tartalmazó földtörténeti időskála. Az egymással kapcsolatban levő magmás és üledékes kőzetek relatív kora ugyancsak megállapítható, a természetes radioaktivitáson alapuló módszerek viszont alkalmasak a magmás kőzetek abszolút korának meghatározására is. A kronosztratigráfia a relatív időskálák abszolút korának megállapítását jelenti a rétegtanilag meghatározott helyzetben lévő magmás kőzetek abszolút korának mérésével.

### Vulkáni kőzetek kitörésének kora

A földfelszín közelébe jutó forró magmába atmoszférikus Ar épül be. A gyors lehűlés miatt lényegében a kitöréssel egy időben elkezdődik a  $^{40}\text{Ar}_{\text{rad}}$  felhalmozódása.

### Mélységi magmás kőzetek benyomulásának ideje

A nagy mélységbe benyomuló nagyobb magmatest kihűlése földtanilag hosszú ideig tarthat, ezért kor meghatározását több olyan ásványon is célszerű elvégezni, amelyek K-Ar rendszere eltérő hőmérsékleten záródik.

### Kőzetek átkristályosodásának (metamorfózis) kor meghatározása

Magas hőmérsékleten új ásványok keletkeznek, a lehűlés során ezek K-Ar rendszere többnyire eltérő hőmérsékleten záródik. Ez a metamorfózist követő lehűlés folyamatának datálását teszi lehetővé.

### Kisfokú metamorfózis ( $T_{\text{max}}$ : 350–400 °C) kor meghatározása

A viszonylag alacsony hőmérsékleten kevés és kis méretű új ásvány képződik, emellett az idősebb ásványok kora gyakran nem nullázódik teljesen. Emiatt a koradatok értelmezése nehezebb, és szempontjai sem tisztázottak még teljesen. E közzétípus kor meghatározása viszont nagy jelentőségű, mivel az ipari nyersanyagok jelentős része is ebben a hőmérséklet-tartományban keletkezik.

### Ércesedés kora

Ha az érces ásvány tartalmaz káliumot, akkor datálásával az ércesedés kora közvetlenül tanulmányozható (pl. a kriptomelán az úrkúti Mn-ércben). Ha az ásvány záródási hőmérsékleténél alacsonyabb hőmérsékleten képződik, akkor a K-Ar kor képződésének idejét, ellenkező esetben lehűlésének idejét adja meg. Ha az érces ásvány nem tartalmaz káliumot, akkor a vele egy időben keletkező káliumtartalmú ásványok használhatók kor meghatározásra, például Kárpátalja aranyércesedéséhez alunit ásvány kapcsolódik, továbbá hidrotermális folyamatokban igen gyakran keletkeznek agyagásványok.

### Ősföldrajzi problémák vizsgálata

A lepusztulás, elszállítás és lerakódás során a K-Ar kor alig változik, az üledékek „kora” a lepusztulás helyére jellemző. Például a Nagyalföld fiatal üledékes rétegeinek K-Ar „kora” legtöbbször 200–80 millió év. Ezen az elven sikerült kimutatni például, hogy az Alpok 15 millió éve még nem volt vízvázlat.

### Tektonikai folyamatok korviszonyainak tanulmányozása

Nagy mélységből gyorsan kiemelkedő kőzetek ásványai a kiemelkedés idején záródnak. A Kárpát-medencében és környékén például variszkuszi korú (350–300 millió éves) kőzetek egy része csak 150–15 millió éve emelkedett ki. Ha pedig nagyobb közettes-

1. táblázat		
<b>A K-Ar laboratórium nemzetközi kapcsolatai a közös közlemények alapján</b>		
ország	együttműködő kutatóhely	közös közlemények
környező országok		
Lengyelország	7	15
Cseh Köztársaság	10	18
Szlovákia	8	21
Ukrajna	1	3
Románia	7	31
Bulgária	5	19
Szerbia	5	22
Horvátország	6	8
Szlovénia	3	4
Bosznia	1	2
Macedónia	2	2
<i>összesen</i>	<i>55</i>	
Magyarországnál fejlettebb országok		
Egyesült Királyság	7	17
Hollandia	2	5
Franciaország	4	4
Németország	9	18
Svájc	3	4
Ausztria	3	4
Olaszország	11	24
Japán	2	6
Új-Zéland	1	4
Kanada	2	2
<i>összesen</i>	<i>44</i>	
egyéb országok		
Spanyolország	9	7
Görögország	1	6
Oroszország	4	5
Grúzia	1	1
Örményország	1	1
Nepál	1	1
Vietnam	1	3
Egyiptom	3	4
Argentína	1	1
Chile	1	1
<i>összesen</i>	<i>23</i>	
<b>mindösszesen</b>	<b>122</b>	

tek egymás mellett csúsznak el, a nyírási zónában felörlődnek, a zónában megjelenő folyadékok hatására új ásványok keletkeznek, amelyek datálásával a nyírási ideje megbecsülhető.

Az előbbieken felsorolt földtani folyamatok lényegében lefedik a K-Ar módszer földkéregre való alkalmazásának lehetőségeit. Kutatásaink, eltérő súllyal ugyan, de minden felsorolt kutatási területre kiterjedtek. Tudományos eredményeinkről készült közleményeink az Atommagkutató Intézet honlapján ([www.atomki.hu](http://www.atomki.hu)) publikációk címszó alatt e cikk szerzőinek neve után tekinthetők meg.

Nem foglalkoztunk kozmikus anyag vizsgálatával. Részben laboratóriumunk korlátozott kapacitása miatt, részben pedig azért, mert műszereink viszonylag alacsony érzékenységből következően túl sokat kellett volna elhasználnunk az igen ritka kozmikus anyagból.

## A K-Ar laboratórium kapcsolatai

Vizsgálatainkat mindig geológus kollégákkal közösen végeztük, így tevékenységünk bemutatására és értékelésére igen alkalmas kialakult együttműködéseink számbavétele. Magyarországon monopolhelyzetben vagyunk, így nemzetközi kapcsolataink a legalkalmasabbak laboratóriumunk munkájának bemutatására. Az 1. táblázat a 2009 nyaráig megjelent közös közleményeinken alapul, nem tartalmazza a közös előadásban, illetve megrendelésben realizált együttműködéseinket, továbbá egy sokszerzős munkát egyetlen együttműködésnek tekintettünk, amelyben partnerként csak a programot szervező kutatóhelyet tüntettük fel.

A hazai földtani kutatás számára a környező országok földtanának ismerete a legfontosabb, ezekkel az országokkal alakultak ki a legszorosabb kapcsolataink. A nálunk lényegesen fejlettebb államok kutatóhelyeivel készített közös közleményeink alapján, amelyek kronológiai része laboratóriumunkban készült, munkánk színvonala ítéhető meg.

## Műszeres fejlesztések

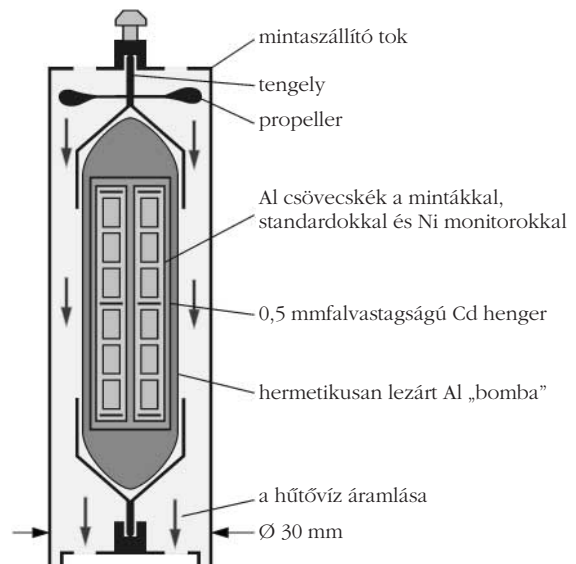
Mintogy laboratóriumunk saját fejlesztésű berendezésekkel dolgozik, törekedtünk műszereink paramétereinek javítására, egyszerű, de a kísérleti munkát megkönnyítő eszközök konstruálására. Ezt a tevékenységünket két, a laboratóriumunkban született megoldás segítségével szeretnénk bemutatni.

### A minta besugárzásának egyenletesebbé tétele

A  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  módszer alkalmazásakor a kőzetmintát atomreaktorban kell besugározni. A  $^{39}\text{Ar}$  izotóp előállításához 1,2 MeV-nél nagyobb energiájú neutronok szükségesek, a gyorsneutronok átlagos energiája viszont 0,72 MeV. Emiatt a besugárzást Cd árnyékolás mellett kell elvégezni a termikus neutronok kiszűrése, a minta radioaktivitásának csökkentése céljából. A reaktor központjában viszont, a nagy neutronfluxus miatt, a Cd felmelegedhet, esetleg meg is olvadhat. A besugárzást ezért a reaktor központjától távolabb kell elvégezni, ahol a fluxus már kisebb. Itt viszont már igen nagy a fluxus inhomogenitása, ami nagyon sok standard használatát tenné szükségessé.

A 3. ábrán látható eszközt készítettük el: a mintát tartalmazó hermetikusan lezárt Al „bomba” a mintaszállító tok tengelyében rögzítve van, s a tengelyre szerelt propeller segítségével a reaktor áramló hűtővize forgatja a mintát. Ezzel a körülbelül 15%-os fluxus-inhomogenitást kevesebb, mint 0,3%-ra sikerült csökkentenünk.

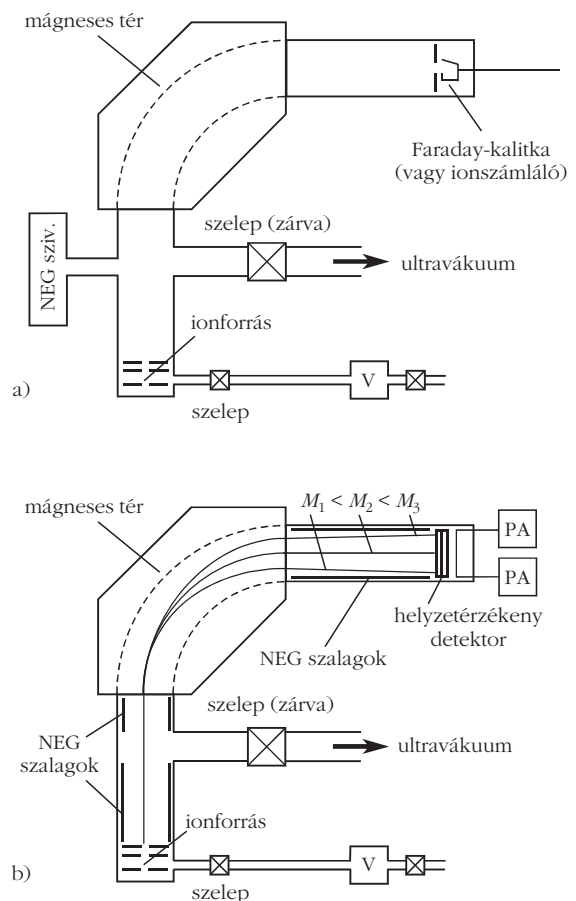
A mérés érzékenységének növelése. A  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  módszer mikroszondás eljárásként is használható, a felbontása azonban kicsi. Magyarországi kőzeteken 50  $\mu\text{m}$ -nél kisebb átmérőjű ásvány kora még a legérzékenyebb műszerekkel sem lenne meghatározható, ez indokolja az izotópanalízishez szükséges argon-



3. ábra. Eszköz a besugárzás egyenletesebbé tételére a minta forgatásával.

mennyiség csökkentésére irányuló erőfeszítéseket. Az érzékenység a háttér csökkentésével és az ionáramok hatékonyabb detektálásával növelhető. A kereskedelemben kapható és az általunk javasolt tömegspektrométerek elvi rajzát a 4. ábra mutatja.

4. ábra. a) Az Ar izotópanalízisére használt, kereskedelemben kapható tömegspektrométerek felépítése, és b) a javasolt, részben megvalósított megoldások az érzékenység növelésére. PA: töltésérzékeny erősítő;  $M_i$ : Különböző tömegű elválasztott Ar izotópok.



A statikus üzemmódban használt nemesgáz-tömegspektrométerekben a nemesgázmintát az ultravákuum szelep elzárása után engedjük be a vákuumtérbe, s a mérés közben a háttérrel okozó aktív gázokat NEG (Non Evaporable Getter) szivattyú szívja az aktív gázok abszorpciójával. E folyamat részben reverzibilis, a megkötött gázok nagyobb része magasabb hőmérsékleten (kb. 300 °C) a vákuumtér szivattyúzásával eltávolítható.

A szokásos megoldás (4.a ábra) szerint az NEG szivattyú egy vékony csövön csatlakozik a vákuumtérhez, s ez az elrendezés jelentősen csökkenti az aktív gázokra vonatkozó szívósebességet. Az izotóparányok mérése a mágneses tér változtatásával történik: az izotópok egymás után jutnak a kollektorra, így az éppen nem mért izotópok által képviselt információ elvesz. Tömegspektrométerünkben (4.b ábra) az NEG szalagokat a vákuumtérben helyeztük el, ezzel az aktív gázokra vonatkozó szívósebességet több mint egy nagyságrenddel sikerült megnövelnünk. Az ezáltal lecsökkent háttérű tömegspektrométerünk már alkalmassá vált a  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  módszer bevezetésére.

Kimutattuk, hogy a legérzékenyebb mérések végzésekor, amikor az ionáram kicsi ( $< (2-5) \times 10^{-14}$  A), a helyzetérzékeny detektor használatával minden izotóp egyidejűleg mérhető. Az általunk javasolt konstrukció a 4.b ábrán látható. Becslésünk szerint a javasolt tömegspektrométerrel a kormeghatározáshoz szükséges ásvány mérete körülbelül felére csökkenthető. Ezt a mérési módszert csak javasolni tudtuk, megvalósítására vákuumtechnikai okokból nem tehetünk kísérletet.

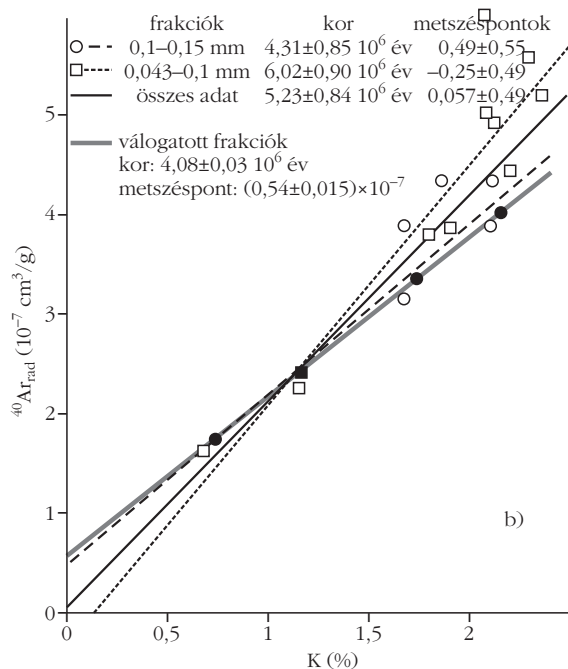
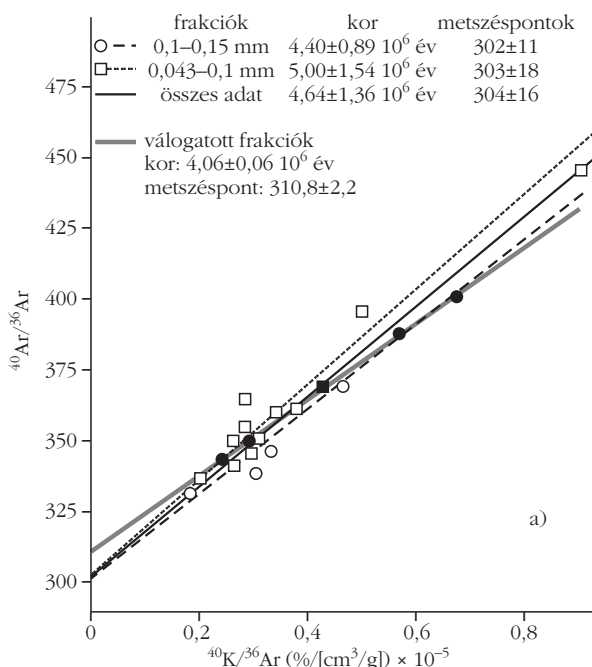
## Módszer a többletargonin inhomogén eloszlásban tartalmazó bazaltok kormeghatározására

Ez a kérdés a magyar-szlovák határ mentén található bazaltvulkán, a Somoskő vizsgálata során merült fel. Minthogy a környező bazaltvulkánok kora 2,6–1,9 millió év, geológus kollégáink hasonló kort vártak a Somoskőre is. A 2. táblázat szerint viszont az igen sok kőzetfrakción mért formális korok egyértelműen idősebbek voltak, és a 7,27–4,65 millió év kortarto-

5. ábra. A Somoskő bazaltjának frakciói az izokron diagramokban: jól látható a pontok nagy szórása, és az  $\text{Ar}_{\text{atm}}$  tartalom alapján változó pontok jó illeszkedése.

2. táblázat			
Somoskő bazaltjának frakcióin mért K-Ar korok			
frakció	K (%)	$^{40}\text{Ar}_{\text{atm}}$ $10^{-6}$ normál $\text{cm}^3/\text{g}$	kor $\pm 1\sigma$ ( $10^6$ év)
szemcseméret 0,15–0,1 mm			
D1M7	2,140	1,72	5,18 $\pm$ 0,38
D1M5	2,182	1,11	4,72 $\pm$ 0,28
D1M3	2,132	2,19	4,65 $\pm$ 0,44
D1M1	1,884	3,49	5,89 $\pm$ 0,75
D2M7	1,760	1,06	4,89 $\pm$ 0,31
D2M4	1,689	1,90	5,80 $\pm$ 0,49
D2M2	1,698	1,26	4,70 $\pm$ 0,35
D2M1	0,743	1,06	5,96 $\pm$ 0,60
szemcseméret 0,10–0,043 mm			
w.r.1	1,819	2,05	5,35 $\pm$ 0,48
w.r.2	1,932	2,48	5,15 $\pm$ 0,51
D1M3	2,389	2,41	5,62 $\pm$ 0,45
D1M1	2,107	2,54	7,27 $\pm$ 0,56
D2M3	2,223	2,59	5,12 $\pm$ 0,47
D2M2	2,282	2,75	6,26 $\pm$ 0,53
D2M1	2,145	3,52	5,92 $\pm$ 0,67
D3M2	2,109	1,47	6,08 $\pm$ 0,37
D4M3	1,173	1,07	5,27 $\pm$ 0,38
D4M2	1,162	0,44	4,98 $\pm$ 0,20
D4M1	0,678	0,88	6,16 $\pm$ 0,53

D a frakció sűrűségét, M mágnesességét jellemzi.  
w.r.: teljes kőzetminta



mányban szórtak. Ez azt mutatja, hogy a K-Ar módszer alkalmazásának feltételei Somoskő bazaltjára nem teljesültek. Vagy a kőzetbe lehülésekor beépült argon izotópösszetétele nem volt azonos, vagy pedig a kőzet káliumra és/vagy argonra nézve nem volt zárt rendszer. Az izokron diagramokban (5. ábra) a mérési pontok nem illeszkedtek egyenesre, de az „illesztett” egyenesek mind szintén idősebb kort jeleztek. Adataink és a földtani várakozások közötti ellentmondás feloldása érdekében feltettük a kérdést: lehetséges-e, hogy az izokron korok azonosak, de mégis hibásak? Rövid számítással igazoltuk, hogy ez bizony lehetséges: ha a kálium- és többlet Ar tartalmak között lineáris összefüggés áll fenn, akkor az egymással egyező izokron korok is hibásak lehetnek.

A többletargon akkor jelenik meg, ha a kitorés idején a bazalt argontartalma nem cserélődik ki teljesen az atmoszférával. A többlet- és radiogén argon sajnos nem különböztethető meg, így korrelációjuk nem vizsgálható. Mindenesetre, a kitorés és lehülés alatt a kőzetben a nagyobb mélységből származó többletargon koncentrációja nem nőhet, az atmoszférikus argoné viszont igen. Elgondolásunk szerint az atmoszférikus argont kisebb koncentrációban tartalmazó

frakciók argontartalma közelíti jobban a záródás idejére jellemző izotópösszetételt, továbbá az atmoszférikus argont hasonló koncentrációban tartalmazó frakciókról feltételezhető, hogy bennük a többletargon koncentrációja is hasonló. A 2. táblázatban dőlt karakterekkel jelöltük az atmoszférikus argont hasonló és alacsony koncentrációban tartalmazó frakciókat, és látható hogy ezekben a káliumtartalom is jelentősen változik. Ezen kiválasztott minták pontjait az 5. ábrán besötétítve jelöltük, pontjaik jól illeszkednek egyenesre, az általuk meghatározott korok pontossága szokatlanul nagy, és egymással is jól egyezik. Összefoglalva, ezek a korok azért tekinthetők megbízhatóknak, mert alacsony és hasonló koncentrációjú atmoszférikus argont tartalmazó frakción mértük őket, továbbá ezen frakciók káliumtartalma jelentősen különbözik. A későbbiekben kimutattuk, hogy a kálium- és többlet Ar tartalmak korrelációja esetén az  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  korok is hibásak, teljesen hasonlóan a K-Ar korokhoz. Meggyőződésünk szerint az előbbieken vázolt eljárás a legalkalmasabb jelenleg a hibás K-Ar korok felismerésére és a tényleges kor meghatározására a többletargon inhomogén eloszlásban tartalmazó kőzetek esetén.

## SZALAY PROFESSZOR HATÁSA A DEBRECENI NUKLEÁRIS MEDICINÁRA

Galuska László

Debreceni Egyetem Orvos- és Egészségtudományi Centrum  
Nukleáris Medicina Intézet

Szalay Sándor professzor születési centenáriuma jó alkalom arra is, hogy összefoglaljuk munkásságának hatását egy diszciplína – a nukleáris medicina – indulására és töretlen fejlődésére.

Tudjuk, hogy Szalay professzor széles látókörű tudós volt, akit nemcsak a magfizika, hanem annak alkalmazásai és ezen belül a humán felhasználás lehetőségei is érdekelték.

Szalay professzor kutatásai mellett kiváló oktatóként is ismert volt, így több kézikönyv és szakkönyv is kikerült kezéből, amelyet nagy haszonnal forgattak például a gimnáziumban oktató, a debreceni egyetemen végzett fizikatanárok is. Így fordulhatott elő, hogy az 1960-as évek elején, amikor gimnáziumi éveimet töltöttem Miskolcon, a fizikaórákon a kísérletek során felvetődött atomfizikai kérdésekre az általa írt

1. ábra. 1949: pályamunka polóniummal. Szerzők: Kertész László (fenn) és Jókay István (alul).

