

Válasz Nagy Noémi professzor asszony bírálatára

Köszönöm a nagyon alapos bírálatot, a sok értékes megjegyzést és elgondolkodtató kérdést, valamint az összességében pozitív véleményt.

A bíráló általános megjegyzéseivel kapcsolatos észrevételeim (vastagon szedve megismétlem a bíráló kérdéseit, észrevételeit):

1. „Gondolt-e arra, hogy csak a dolgozat legnagyobb részét kitevő aktinoidákkal foglalkozzon?”

Átfogó képet kívántam nyújtani az általam vizsgált radiokémiai módszerekről a megengedett terjedelmi keretben, és ebbe ugyanúgy beletartoznak a korai eredményeim a Sr, az Pb, a Po, a I, a Tc, a Nb, az Sb, a Zr, a Fe, a Ni radioizotópjainak mérési módszereiről, mint a máig legtöbbet foglalkoztató aktinida-kutatás.

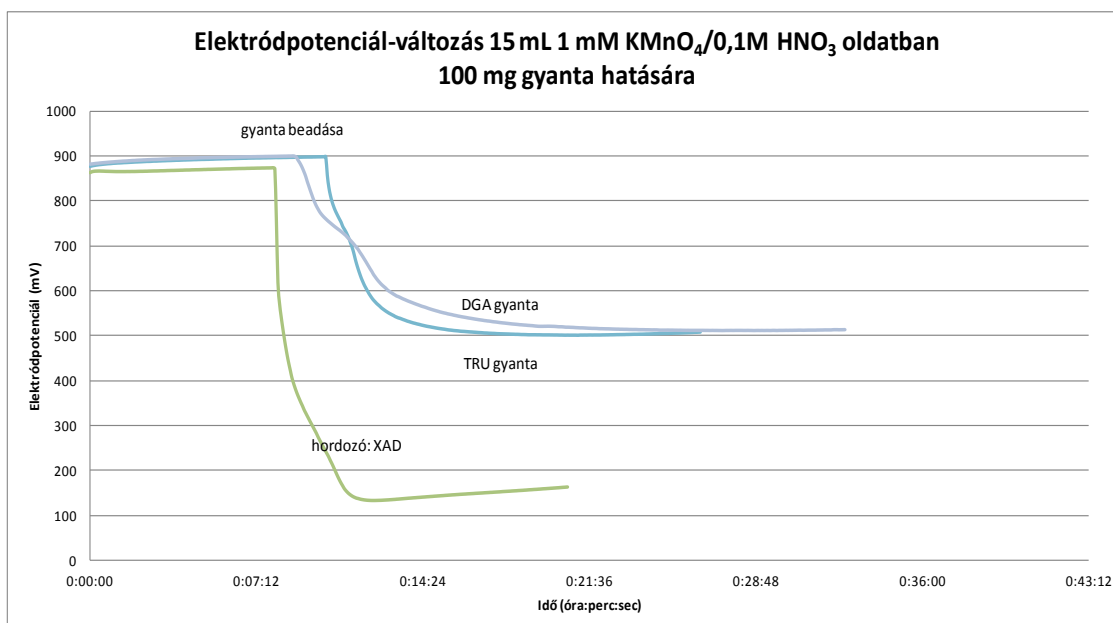
2. „Kevés szó esik arról, hogy az egyes eljárások milyen elveken nyugszanak.”

A kidolgozott eljárások elméleti hátterét részben az elemek kémiai (ezen belül elektrokémiai) tulajdonságai, az elválasztási eljárások jellemzői és a mérés technika jelentik. Ezek ismeretére szükség van, de részletes ismertetésére a dolgozatban lehetetlen vállalkozni. A kézikönyveken túl hivatkoztam a dolgozatban több olyan irodalmi összefoglaló munkámra, amelyeket az utóbbi években készítettem a Pu, az Am, a Np, a radio Sr meghatározásáról, valamint az α -spektrometriás mérés technikáról.

„történt-e redoxpotenciál-mérés”

Az elektródpotenciál/redoxpotenciál táblázatokat rendszeresen használjuk reagensek választásánál az aktinidák oxidációs állapotainak beállításához, ezeket nem magunk mértük. (Ennek lehetőségeiről a bíráló maga is ír a későbbiekben.)

Elektródpotenciál méréseket végeztünk viszont az alkalmazott extrakciós kromatográfiás gyanták redox tulajdonságainak jellemzésére. Példaként bemutatok egy-egy potenciál görbét, mellyel azt modelleztük, hogy a gyanta (TRU, DGA) hogyan változtatja meg közismert redox rendszerek pl. $\text{Mn}^{2+}/\text{MnO}_4^-$ elektródpotenciálját.



3. „Az alkalmazási példák... nem tartoznak szorosan az értekezés tárgyához.”

Valóban sok példát mutatok be, de igyekszem ezt tömören, hivatkozásokkal tűzdelve tenni. A példák egy részével azt kívánom igazolni, hogy az analitikai módszerek összemérésekben teljesítik az elvárt pontossági és precizitási kritériumokat. A példák másik csoportjával kívánom igazolni, hogy a módszerek különböző mintatípusokra (hulladékokra, környezeti vagy biológiai mintákra) is használhatók, ami nem triviális. Ezen túl olyan példákat is bemutatok, melyeknél az analitikai módszer segítségével a gyakorlat szempontjából fontos következtetéseket lehetett levonni, mint a kiégett fűtőelemek állapotának értékeléséről, a paksi üzemzavarban a sérült elemekben az urán oldódásáról vagy számos aktuális környezetvédelmi kérdésről. Kutatómunkám nemcsak analitikai módszerek fejlesztésére, hanem ezek gyakorlati alkalmazására is irányult.

4. „a dolgozat meglehetősen lazán kezeli a kémiai formák megjelölését”

Valószínűleg vannak lazaságok, mint a Cs és a Sr esetében, melyek vizes oldatokban főleg Cs^+ és Sr^{2+} ionokként fordulnak elő. Arra viszont törekedtem, hogy ahol az elválasztás-technikában fontos és ismert a speciesz, azt megadjam. Remélem ez az aktinidákról szóló fejezetben egyértelmű volt.

„Hiányolom a dimenziók és koncentrációk megadását a megoszlási hányados értékek esetén.”

Az extrakciós kromatográfiás gyanták megoszlási hányadosainak dimenziója mindig ml/g, az egyensúlyi kísérletben egymással érintkező oldat térfogatából és a gyanta tömegéből számolva. Ezt egy szakmai konszenzus szerint a szakirodalomban nem szokták kiírni, de egyetértek a bírálóval abban, hogy ez nem korrekt.

5. „Felhívom a szerző figyelmét a magyar helyesírás és kémiai helyesírás szabályainak követésére, illetve a IUPAC nomenklatúra használatára.”

A magyar helyesírás és a kémiai helyesírás szabályait megpróbáltam követni. Sajnálom, hogy ez nem sikerült.

A IUPAC szabályaival szemben viszont néhány esetben komoly gyakorlati ellenvetésem van. Tisztában vagyok vele, hogy a IUPAC szerint aktinoidák vannak és nincsenek aktinidák. Szakirodalmi adatok viszont azt mutatják, hogy a nemzetközi nukleáris szakma továbbra is az „aktinidák” terminológiát használja. Aki nem alkalmazkodik ehhez a gyakorlat diktálta megoldáshoz, annak a publikációja nem jut el a nyilvánossághoz, illetve számára nehezebb a szakirodalom követése. A Wikipedia aktinidákról vagy aktinoidákról beszél. Hasonlóan ellentmondásos a ritkaföldfémek definiálása az irodalomban.

A bíráló kérdéseire adott válaszaim:

6.o. Mi az a fajlagos tömeg?

Hordozómentes radioizotópoknál egyértelműen definiálták a fajlagos aktivitást, melynek nagyságától függ a radiometriás módszerek érzékenysége. Ennek reciprokát, a tömeg/aktivitást nevezhetjük fajlagos tömegnek. A fogalmat a tömegspektrometriás módszerek érzékenységének jellemzésénél használom.

7.o. Az „analit” megnevezés mennyire használatos a magyar nyelvű szakirodalomban?

Nem tudom, én már találkoztam vele.

17.o. A szerző helyesen hivatkozik a talajmintákban levő nagy koncentrációjú alkálifémekre, ill. alkáliföldfémekre. Kérdésem, hogy az itt szereplő 1 %-ot ezekhez képest kell-e érteni, és nem jelent-e ez az 1% is gondokat az analízisben, ha az elemzendő radionuklid hordozómentes?

A leírásban 10 g talajminta alkálifém és alkáliföldfém tartalmáról van szó, melynél a kromatográfiás elválasztásban az alkálifém tartalom 0,6 %-ra csökken, de ez még elsősorban a ^{40}K jelenléte miatt zavarja az elemzést. Ezért iktattuk be az oxalátos előkoncentrációt, mely tovább csökkentette az alkálifém tartalmat, így a kritikusnak tekintett ^{40}K sem zavarja a radio Sr mérést. Az alkáliföldfémek (Ca, Mg, Ba) és egyéb elemek mennyiségét az elúciós térfogat növelésével sikerült 1 %-ra csökkenteni, ami általában nem jelent problémát az elemzésben.

Mit ért a szerző „természetes” ^{90}Sr -szint alatt?

Az 1950-es évek légköri robbantási kísérletei következtében a Föld mesterséges eredetű radiokatív izotópokkal, így ^{90}Sr -nel is globálisan szennyezetté vált. Az azóta bekövetkezett lokális szennyezésekhez képest tekintettem idézőjelben írva természetesnek a ^{90}Sr szintet.

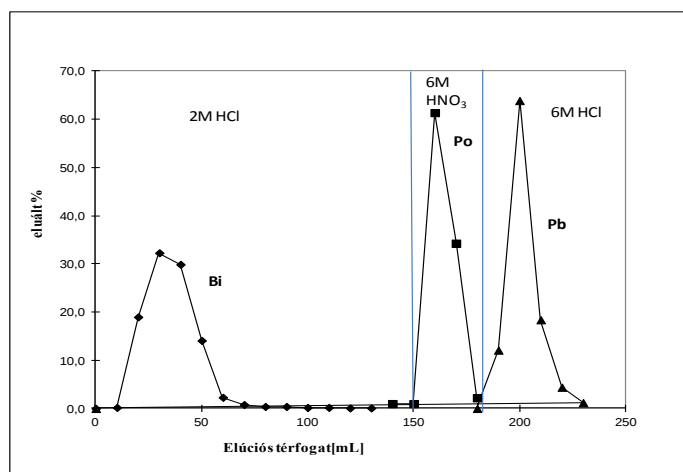
3.3. fejezet: Nem világos, hogy az ICP-MS módszerrel kapott eredmények hogyan viszonyulnak a hordozómentes mintákkal kapott aktivitásmérések eredményeihez, vagy itt is tartalmaztak a minták inaktív ólom- és bizmutionokat mint hordozót?

3.1. ábra ellentmond az alatta levő szöveges résznek. A %-os érték itt mire vonatkozik? Mi történik a ^{210}Bi -tal ezen eljárás során? A 3.1. táblázat első oszlopában célszerű lenne feltüntetni a polóniumot is, mert a jelenlegi formában úgy tűnik, mintha a Po-frakcióban nem is lenne polónium.

Gondolom, nem a 3.3., hanem a 3.2. fejezetről (a módszerfejlesztésről) van szó? Ezen belül pedig nem a 3.1. ábráról, hanem a 3.1. táblázatáról?

Az Pb, Bi és Po kromatográfiás elválasztását modellkísérletben, egyensúlyi ^{210}Pb - ^{210}Bi - ^{210}Po nyomjelzővel végeztem LSC mérés technikával a 3.3. ábra szerint. Látszik, hogy a 3 izotóp (elem) tökéletesen elválasztható.

3.3. ábra: Pb, Bi és Po elúciós kromatogramja 3 g Sr gyantával töltött oszlopon



Ezután egy feltárt üledékmintával, melyhez Pb hordozót és Po nyomjelzőt adtam (Bi hordozót nem adtam), vizsgáltam ICP-OES technikával, hogy a stabil elemek melyik frakcióban hány %-ban jelennek meg a terhelő oldathoz képest, melynek elemösszetételét szintén ICP-OES-sel mértem előzetesen.

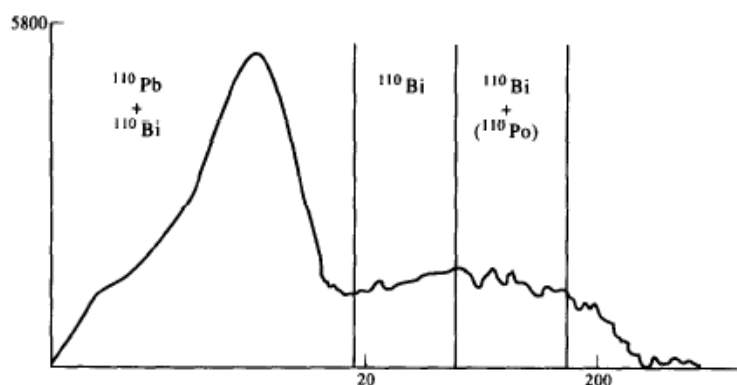
3.1.táblázat: Különböző elemek elúciója a Sr gyantáról: elemek eluált %-a az egyes frakciókban
terhelés: 0,5 g feltárt NBS 4354 üledék + 15 mg Pb + 0,07 Bq ^{208}Po

elem	effluens		elutum			Po frakció			Pb frakció		
	10ml 2MHCl	25ml 2MHCl	25ml 2MHCl	25ml 2MHCl	25ml 2MHCl	25ml 6MHNO ₃	25ml 6MHNO ₃	25ml 6MHNO ₃	25ml 6MHCl	25ml 6MHCl	25ml 6MHCl
Pb	0	0	0	0	0	0	0	0	98	2	0
Zn	61	36	0	0	0	1	1	1	0	0	0
P	70	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Co	75	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe	72	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cr	76	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mg	74	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ca	73	26	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Cu	71	24	0	1	1	1	0	1	2	0	0
Ti	76	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zr	74	26	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Y	75	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eu	73	24	0	0	0	0	0	0	0	3	0
Ce	75	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Al	76	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sr	0	99	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Ba	0	73	26	0	0	0	0	0	0	0	0

Látszik, hogy az Pb és Po frakció teljesen tiszta a minta elemi összetevőire vonatkozóan. A Bi és a Po elem mennyisége nem éri el az ICP-OES detektálási határát, ezért nem szerepelnek az utóbbi táblázatban, de azok viselkedését, mint ^{210}Bi és ^{210}Po izotópokét, a modellből már ismertem.

3.5b. ábra: a folyadékszintillációs mérések során a ^{210}Pb és ^{210}Bi elkülönítése a spektrum bizonyos tartományaiból történik-e vagy meg kell várni az egyensúly beállását? Ha az első változat az igaz, akkor a spektrum kisebb energiájú tartományában hogyan történik a ^{210}Bi -től származó jelek korrekciója?

Az Pb, a Bi és a Po a kémiai eljárás során tökéletesen elválk. A tiszta Pb frakcióban azonban a ^{210}Pb -be az elválasztástól eltelt idő függvényben kezd belenőni a mintegy 5 napos felezési idejű ^{210}Bi leányelem.



Ennek figyelembe vételére ugyanazt a számítási és kalibrálási módszert alkalmazzuk, mint amit a ^{90}Sr - ^{90}Y esetére kidolgoztunk. Elválasztott tiszta ^{210}Bi forrással felvesszünk egy LSC spektrumot. Ebből a spektrum két tartományának, a ^{210}Pb -mal átfedő és nem átfedő résznek az arányát számoljuk. Az elválasztott ^{210}Pb LSC spektrumában az ^{210}Pb nettó intenzitását a spektrumban aktuálisan detektált ^{210}Bi alapján (a ^{210}Pb -mal nem átfedő tartomány méréséből) korrigálva határozzuk meg. Tehát nincs szükség a ^{210}Bi belenövés számolására, sem az egyensúly beállításának megvárására, sem spektrum dekonvolúcióra. Csak azonos „quench”-et (kioltást) kell biztosítani a kalibrálás és a mérés során, ami elválasztott minták esetében könnyen teljesíthető.

4. fejezet elején a dolgozat hosszú felezési idejű radionuklidokat említ. Célszerű lenne ezt legalább nagyságrendileg definiálni.

Ennek a fogalomnak a meghatározása többé-kevésbé önkényes. Az általam vizsgált izotópok felezési ideje fél év és 10 milliárd év között változik. Ezt mutatja az 1. táblázat.

Ugyancsak a 4. fejezetben a plutónium és a neptúnium oxidációs állapotaival kapcsolatban a szerző a standard potenciálokat említi.

A bíráló megjegyzéseivel az aktuális potenciált befolyásoló tényezőkről egyetértek. Valóban, a táblázatos forma megkönnyítette volna a megértést.

Végig ellentmondást éreztem az Am(VI) oxidációs állapottal kapcsolatban, amely a fejezet bevezetése szerint nagyon nehezen állítható elő, később pedig kihasználja az analízisek során.

Az Am(VI) oxidációs állapotát vizes oldatban sikerült beállítani, amit azzal bizonyítottunk, hogy nem vált le olyan mikrocsoadékkal, amellyel csak a III és IV értékű aktinidák válnak le. Ugyanakkor gyantákon az Am(VI)-ot nem tudtuk előállítani.

41.o. 4. sor: sem az oxalát, sem az acetát nem szerves ion.

Igen, ezt helytelenül írtam.

41.o. 4. bekezdése a különböző aktinoidák IV-es oxidációs állapotának beállításával foglalkozik. Szó esik redukálószer alkalmazásáról salétromsavas közegben. Nyilvánvaló, hogy annak megítélése, hogy valami oxidáló-, vagy redukálószer, mindig viszonylagos, a reakciópartnertől függ. Mégis a redukálószer és a gyakran oxidáló hatású salétromsav együtt milyen redoxviszonyokat biztosít?

Az adott bekezdés rövid összefoglalás az oxidációs állapotok beállításának óriási irodalmából, ahol a közeg szerepét nem próbáltam meg részletezni. Ezek az irodalomban gyakran ellentmondásosan

szerepelnek, mert a redoxviszonyok sok paramétertől függenek, így a fentieken kívül a redox reagens koncentrációjától, a közeg koncentrációjától, a hőmérséklettől, a folyamat kinetikájától, de további kölcsönhatások (gyanta redox hatása, reagensek megkötődése a gyantán, áramlási sebesség az oszlopon, a minta összetétele) is befolyásolják a folyamatot. A kísérletek egyik legidőigényesebb része ezeknek a paramétereknek a meghatározása volt, és leírásuk a kísérleti részben bővebben szerepel.

43. oldal alján célszerű lenne megadni a vas oxidációs állapotát a vas-hidroxidban.

A Pu $\text{Fe}(\text{OH})_2$ -vel és $\text{Fe}(\text{OH})_3$ -mal együtt is leválik.

4.3. ábra és 4. táblázat: hogyan képződhet a vas(II)-hidroxid a vas(III)-nitrátot és salétromsavat tartalmazó oldatból? Ugyanez a kérdés vetődik fel az 55. oldal utolsó bekezdésével kapcsolatban is.

A kb. 1M salétromsavas oldathoz redukálószer, esetünkben hidrazint adunk, és rodanid próbával ellenőrizzük a Fe(III) redukcióját Fe(II)-vé. Ezután lúgosítjuk az oldatot a csapadék leválasztásához.

54. oldal: hogyan utalhat egy ICP-MS mérés az oxidációs állapotra? Mi bizonyítja, hogy az oxidációs állapot megváltozását a gyanta redukáló hatása okozza? Ha a gyanta redukálja az aktinoidákat, mi az oxidáció terméke és a gyanta átalakulása hogyan befolyásolja annak további működését? Ugyanez a kérdés merül fel a 68. oldalon az Am(VI) redukciója kapcsán.

Az ICP-MS detektálás segítségével kromatogramot veszünk föl, és a kromatográfiás pozícióból (retenciós térfogatból) következtetünk az adott aktinida oxidációs állapotára. Az értékelésnél kihasználjuk azt az alapinformációt, hogy az aktinidák viselkedése alapvetően oxidációs állapotuktól függ. Pl., a Pu(IV) jobban hasonlít a Th(IV)-hez mint pl. a Pu(VI)-hoz. Ez Choppin aktinida-hasonlósági elve.

A TRU gyanta esetében a hatóanyag több szerves molekula (karbamoil-metil-foszfin oxid, tri-butyl-foszfát oktanol oldószerben). Míg ezek valamelyike redukálja a nyomnyi mennyiségű aktinidát, addig a szerves molekula oxidálódik (pl. az oktanol aldehiddé, savvá, stb.), de csak „nyomnyi” mennyiségben, ezért a gyanta tulajdonsága gyakorlatilag nem változik.

4.4. táblázat alatti mondat „A kromatográfiás kísérletekkel – a batch technikával szemben - jól megkülönböztethetők a különböző oxidációs állapotok” magyarázatra szorul. A dolgozatban batch technikáról egyéb helyen nem esik szó.

A megoszlási hányadosokat meg lehet határozni egyensúlyi „batch” mérésekkel, valamint oszlopkromatográfiás kísérletekkel a retenciós térfogatokból. Batch kísérletekben az egyidejűleg jelenlévő kémiai formák hatásának átlagát mérjük. Oszlopkromatográfiás vizsgálatoknál a különböző kémiai formák a nekik megfelelő retenciós térfogattal jelennek

meg, így külön-külön számolható ezek megoszlási hányadosa. Pl. a Pu 3 csúcsban jelenik meg a kromatogrammban, akkor ez 3 kémiai formát (oxidációs állapotot) jelent. Az utóbbi módszerrel határoztam meg a 4. táblázatban szereplő megoszlási hányadosokat. A dolgozatban ezt az elvet igyekszem majd részletesebben kifejteni.

4.3.1. fejezet: Mit jelent a „tökéletesen leválik” kifejezés? Mekkora az eljárásban keletkező csapadékok oldékonysági szorzatai, ill. ismertek-e egyáltalán? Hasonlóan, mekkora a vas-oxalát komplexek stabilitási állandója, ill. miért fontos kiemelni, hogy a vas(III) nitrátként is zavarja az elválasztást?

A bekezdésben az szerepel, hogy az Am (Cm) pH 3 mellett tökéletesen leválik a Ca-oxaláttal, ami a gyakorlatban 95%-nál jobb kitermelést jelent.

Az Am-oxalát oldhatósága bizonyos körülmények között ismert: Az $\text{Am}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ oldhatósága 18 mg/l 0,2 M oxálsavban (25°C-on). Jelen esetben azonban nem az Am-oxalát oldhatósága a jellemző paraméter (az Am mennyisége ugyanis nagyon kicsi, 1 Bq ^{241}Am tömege 8 pg), mert együttleválásról van szó, amit kísérletileg határoztunk meg. A Ca-oxalát oldhatósága ismert, de ez nem releváns az Am leválasztása szempontjából. A Fe-oxalát nagy oldhatósága azért fontos, hogy a leváló oxalát csapadék kevés vasat tartalmazzon, mert a Fe^{3+} interferenciát jelent az Am elválasztás következő lépésében a TRU gyantán (az oxalát roncsolása után kapott salétromsavas oldatban).

65. oldal alja: Fe(II)-nitrát komplexéről beszél. Mekkora ennek a komplexnek a stabilitási állandója?

A szövegben az áll, hogy a Fe^{2+} -nek a nitrát komplexe nem vagy csak kis mértékben kötődik a TRU gyantán. A helyes megfogalmazás az lett volna, hogy „nem vagy csak kis mértékben alakul ki Fe^{2+} -nitrát-TRU komplex”, szemben a Fe^{3+} -nitrát-TRU komplexszel. Utóbbinak a valószínű összetétele: $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3\text{TRU}_3$

Ez a fejezet alapvetően az ameríciumról szól, de zárójelben mindig ott van a kúrium vegyjele is, noha a dolgozat nem közöl kúriummal kapcsolatos eredményeket. Mi ennek az oka?

Valóban kevés Cm eredményt mutattam be, de a 4.3. és 4.7. táblázatban vannak ^{244}Cm és ^{242}Cm eredmények, melyeket radiokatív hulladékokban mértünk. A paksi üzemzavarban a ^{242}Cm -nak volt az összes α -bomló izotóp között a legnagyobb az aktivitása (lásd a 4.7. ábrán). Ennek az izotópnak a felezési ideje 180 nap és a leghosszabb felezési idejű Cm izotópnak, a ^{244}Cm -nak is csak 18 év, ezért környezeti mintákban hosszabb hűtés után már nem mutatható ki.

A dolgozat nagyon részletesen ismerteti az analitikai elválasztásokat, de nagyon kevés szó esik a spektrometriáról, alig közöl spektrumokat. Ahol mégis, ott elég hiányos a felirat (pl.4.13. ábra).

Valóban csak egyetlen példán mutatok be α -spektrumokat, egy-egy Pu, Am-Cm, U és Th spektrumot, mert a táblázatokban tömörebben lehet összefoglalni az eredményeket. A 4.13. ábrán a tengelyek felirata (beütésszám a csatornaszám függvényében) a címben szerepel, ezért tűnhet a felirat hiányosnak.

4.12. táblázat: Az uránnal és ameríciummal kapcsolatban egyetértek a szerző véleményével, de a plutónium, neptúnium és a tórium esetén két-három, sőt négy nagyságrend különbség is van az irodalmi adatokhoz képest. Milyen eltérések voltak a Horwitz által alkalmazott meghatározási módszerhez képest, ami indokolná, hogy mégis kielégítő egyezésről lehet beszélni?

A Np(IV) és a Th esetében Horwitz 2×10^5 illetve 1×10^5 megoszlási hányadosokat mért batch technikával valószínűleg nagyon nagy aktivitású oldatokkal dolgozva. Mi elúciós oszlopkromatográfiás módszerrel határoztuk meg a megoszlási hányadosokat és csak annyit állapítottunk meg, hogy értékük 270-nél illetve 390-nél nagyobb, vagyis a vizsgált térfogatban egyáltalán nem eluálódott az adott izotóp. A kísérletet nem folytattuk, mert ekkora megoszlási hányados mellett is a Th és a Np(IV) jól kötődik a TRU oszlopon. A mi kísérleteink jelentősége abban rejlik, hogy információt szolgáltatunk arról, amit Horwitz nem vizsgált, hogy hogyan kötődik a Np(V) és a Np(VI) a TRU gyantán.

Az irodalmi összefoglalásokat olvasva az volt az érzésem, hogy ezen a területen Horwitzon kívül senki nem ért el jelentősebb eredményt. Ez valóban így van? A gyanták felfedezése előtti eredményeket nem lenne érdemes nagyon röviden megemlíteni? (pl. Seaborg, vagy a természetes uránsorok tagjainál Erbacher, stb.)

A 42-44. oldalon igyekeztem nagyon röviden összefoglalni az aktinidák elválasztására használt eljárások főbb típusait felsorolva a nemzetközi szabványos eljárásokat. Megemlítettem, hogy az elmúlt években több összefoglaló munkát készítettem a tématerület irodalmi áttekintéséről, így a Pu, Np, Am és Cm meghatározására alkalmas analitikai módszerekről. Ebben a munkában csak két részterületre kívántam koncentrálni, nevezetesen a több aktinida elemzésére kidolgozott összetett eljárásokra és a saját kutatásaimat megalapozó vizsgálatokra. Utóbbiakat foglaltam össze részletesebb „előzmények” címen a 45-49. oldalakon. Az általam fejlesztett eljárásokhoz a Horwitz kutatócsoportja által az Argonne National Laboratoryban előállított és vizsgált, kereskedelmi forgalomba kapható extrakciós kromatográfiás gyantákat használtam. Azért hivatkozom sokat Horwitz munkáira, hogy az általam elért eredmények megítélhetőek legyenek a korábbi ismeretekhez képest.

Mit ért a szerző az „öt aktinida-csoporton?”

Az öt aktinida-csoport a 4.12. táblázatban felsorolt specieszek együttesét jelenti, vagyis a Pu 4, a Np 3, a Th 1, az U 2 és az Am 2 oxidációs állapotú formáit. Valószínűleg szerencsétlen a megfogalmazás, de csak a konkrét esetre vonatkozik.

A 6. fejezet elején felírt bomlási sor stabil végterméke hiányzik. Felhívom a szerző figyelmét, hogy az ioncsere és az adszorpció nem azonos folyamatok, az adszorpciót az ioncsere szinonimájaként használni helytelen. Mi a „Re filament”?

Az 5. fejezetben a bomlási sornak csak azt a részét kívántam feltüntetni, amellyel a ^{135}Cs keletkezését tudom bemutatni.

Tévedésből szerepel a Cs megkötődésére az AMP-n az adszorpció az ioncsere helyett.

A Re filament a termikus ionizációs tömegspektrométer speciális réniumból készült mintatartója.

6.1. ábra és 105. oldal: Ha jól értem, a technécium a TEVA oszlopról hetes oxidációs állapotban eluálódik. Ezt követi egy MnS-ként történő együttleszapás, amelyben a technécium kettes oxidációs állapotban van jelen. Mi biztosítja a technécium redukcióját?

A MnS leválasztás érdekében adagolt MnCl_2 redukálószerként a technetát-ionokat is redukálja.

110. oldal: „A Ni^{2+} viselkedése sok szempontból hasonlít a Fe^{2+} ionéra. Így hasonló körülmények között pH 7-nél kezd hidroxid csapadékot képezni.” A két mondat félreérthető, mivel a Fe^{2+} -ionok ennél jóval kisebb pH-n oxidálódnak és hidrolizálnak.

Igen, részben egyetértek. A Ni^{2+} esetében természetesen nem fordulhat elő oxidáció, és a Fe^{2+} oxidálódása és hidrolizálása pH 7-nél csak akkor következik be, ha nincs redukzív hatású komponens az oldatban.

Örömmel fogadtam, hogy a bíráló hat tézispontomat elfogadta, és sajnálom, hogy a 2. tézispontot az ^{210}Pb és ^{210}Po együttes meghatározásáról nem fogadta el.

Köszönettel

Budapest, 2015. március 1.

Vajda Nóra