

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN — POLONIA

VOL. XXXI/XXXII, 6

SECTIO AA

1976/1977

Instytut Chemii UMCS

Zakład Chemii Nieorganicznej i Ogólnej

Kierownik: prof. dr Włodzimierz Hubicki

Włodzimierz HUBICKI, Wanda OŹGA

**Jonowymienny rozdział pierwiastków ziem rzadkich
za pomocą roztworu ftalanu i chlorku amonu**

Ионообменное разделение редкоземельных элементов при помощи раствора
фталата и хлорида аммония

Ion-Exchange Separation of the Rare Earth Elements by Means of Solution of
Ammonium Phthalate and Chloride

W poszukiwaniu tanich kompleksujących eluentów, które pozwoliłyby oddzielić itr od innych pierwiastków ziem rzadkich w Zakładzie Chemii Nieorganicznej UMCS zwrócono szczególną uwagę na kwas ftalowy. Stałe trwałości kompleksów ftalanowych lantanowców wyznaczyli Krishnamurthy i Krishna Prasad (1).

Według tych autorów stałe trwałości kompleksów ftalanowych lantanowców typu $[MeX^+]$ i $[MeX_2^-]$, a więc $Ln[C_6H_4(COO)_2]^+$ i $Ln[C_6H_4(COO)_2]_2^-$ posiadają wartości podane w tab. 1.

Przy zastosowaniu silnie kwaśnego sulfonowego kationitu kolejno powinny się wymywać następujące pierwiastki: Sm, Dy, Tm, Er, Gd, Ho, Tb, Eu, Pr i Nd, Y, Ce, La.

Przy rozdziale chromatograficznym mieszaniny pierwiastków ziem rzadkich (pozbawionej La, Ce, Pr i Nd) roztworem ftalanu amonu ostatni powinien wymywać się itr.

Przeprowadzono cały szereg prób rozdziału bezcerowych lantanowców lekkich z itrem, przy zastosowaniu do elucji ftalanu sodu, potasu i amonu w zakresie pH 4–8 o różnym stężeniu w przeliczeniu na kwas ftalowy. We wszystkich próbach elucje kończyły się niepowodzeniem, na kationicie wytrącały się osady ftalanów lantanowców uniemożliwiające jakikolwiek rozdział.

Tab. 1. Stałe trwałości ftalanów pierwiastków ziem rzadkich $\mu=0,1$ M NaClO_4 , temp. 30°C

Pier-wiastek	$\lg K_1$	$\lg K_2$	$\lg \beta_2$
La	4,10	3,18	7,28
Ce	3,96	3,16	7,12
Pr	4,22	3,21	7,43
Nd	4,22	3,25	7,47
Sm	4,99	3,38	8,37
Eu	4,12	3,15	7,27
Gd	4,28	3,30	7,58
Tb	4,06	3,09	7,15
Dy	4,53	3,49	8,02
Ho	3,97	3,15	7,12
Er	4,43	3,36	7,79
Tm	4,45	3,35	7,80
Y	4,04	3,08	7,12

W pewnej sprzeczności z powstawaniem osadów lantanowców na jonice było spostrzeżenie Meyera i Wuorinena [2], że „wodorotlenki” lantanowców ciężkich i itru rozpuszczają się znacznie na zimno w roztworze kwasu ftalowego i przeprowadzone przez nas próby wykazujące, że można uzyskać roztwory kompleksów ftalanowych (koncentratu) itru zawierające co najmniej 24 g Y_2O_3 w 1 dm³ roztworu ftalanu. Sprzeczność ta okazała się pozorna; przyjęte przez Meyera i Wuorinena „wodorotlenki” koncentratu itru w rzeczywistości były zasadowymi azotanami typu $\text{Ln}(\text{OH})_2\text{NO}_3$ i te w stosunku molowym 1:1 z kwasem ftalowym tworzyły rozpuszczalne kompleksy. $\text{Y}(\text{OH})(\text{NO}_3)_2$ nie wyizolowany jest związkiem łatwo rozpuszczalnym, o czym świadczy metoda oczyszczania itru przez termiczny rozkład azotanów (3, 4). Te rozważania doprowadziły do konkluzji, że zamiast roztworu ftalanu amonu lub jego mieszaniny z kwasem ftalowym, należy stosować do elucji lantanowców roztwór zawierający ftalan amonu i chlorek lub azotan amonu w stosunku molarnym 1:1. W dalszym ciągu pracy elucje mieszaniną roztworu ftalanu i chlorku amonu będą nazywane rozdziałem ftalanowo-chlorokowym.

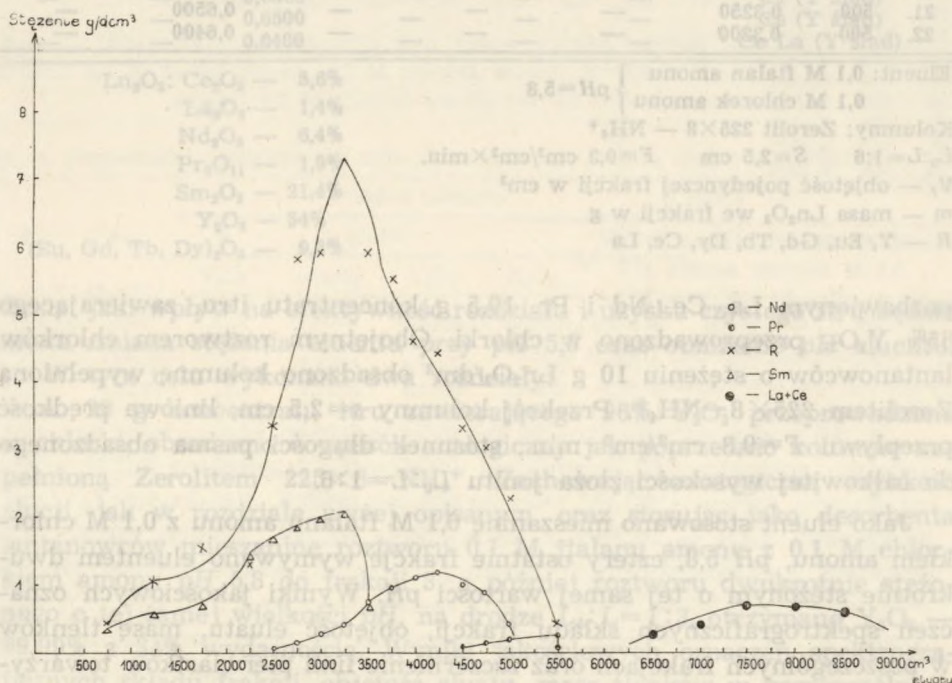
CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA

Chcąc się przekonać, czy nie można byłoby uzyskać rozdziału lantanowców już podczas obsadzania na jonice Zerolit 225×8 ftalanowych kompleksów pierwiastków ziem rzadkich, wykonano następującą próbę: 30 g Ln_2O_3 rozpuszczono w HNO_3 , odparowano do sucha, osad rozpuszczono w 3 dm³ H_2O i po odsączeniu powstałej zawiesiny zasadowego azotanu ceru roztwór zadano amoniakiem do $\text{pH}=8$. Wytrącony osad za-

sadowych azotanów dodawano porcjami do 60 g kwasu ftalowego w 3 dm³ H₂O. Otrzymany roztwór ftalanów pierwiastków ziem rzadkich przepuszczono przez kolumnę napełnioną Zerolitem 225×8—NH₄⁺, przekrój kolumny $s=2,5$ cm, liniowa prędkość przepływu $F=0,3$ cm³/cm²·min. Z wycieku po przebiegu kolumny wytrącono 8 g Ln₂O₃, których skład badany spektrograficzną analizą jakościową nie wykazał różnicy względem tlenków wyjściowych. Pierwiastki ziem rzadkich wymywano mieszaniną 0,1 M ftalanu amonu i 0,1 M chlorku amonu, pH 5,8. Stosunek pasma obsadzonego lantanowcami do całkowitej wysokości złoża jonitu $L_0:L=1:6$. Cztery ostatnie frakcje wymywano eluentem dwukrotnie stężonym o tej samej wartości pH. Wyniki oznaczeń spektrograficznych jakościowego składu tlenków, skład ilościowy, objętość eluatu oraz masę tlenków w poszczególnych frakcjach przedstawia tab. 2. Wykres krzywej elucji ilustruje ryc. 1.

A zatem następuje dobry rozdział Ce i La od innych lantanowców, natomiast o wiele gorszy rozdział par Pr—Nd, Nd—Sm. Należy przypuszczać, że z masy poszczególnych frakcji Y wymywa się z Sm, Nr i Pr.

Przeprowadzono próby rozdzielania lantanowców na koncentracje itru



Ryc. 1. Rozdzielanie mieszaniny pierwiastków ziem rzadkich jonowymienną metodą ftalanowo-chlorkową; eluent: 0,1 M ftalan amonu pH 5,8; 0,1 M chlorek amonu pH 5,8

Tab. 2. Rozdzielanie mieszaniny pierwiastków ziem

Nr	V_f	m	Skład tlenków					g/dm ³
			Nd ₂ O ₃	Pr ₆ O ₁₁	Sm ₂ O ₃	Ln ₂ O ₃	Nd ₂ O ₃	
1.	750	0,5780	—	—	45,74	0,7706	—	
2.	500	0,8400	—	—	33,38	1,6800	—	
3.	500	1,1090	—	—	30,71	2,2180	—	
4.	500	1,4018	—	—	52,80	2,8036	—	
5.	250	1,2500	0,95	—	31,07	4,9200	0,0467	
6.	250	1,9525	1,39	—	22,11	7,8100	0,1085	
7.	250	1,8285	4,77	—	25,85	7,3240	0,3248	
8.	250	2,3955	3,29	—	9,04	9,5700	0,3488	
9.	250	1,8170	9,08	—	20,05	7,2680	0,6599	
10.	250	1,3935	14,93	—	—	6,5700	0,9809	
11.	250	1,4305	19,29	—	—	5,7220	1,1037	
12.	250	1,4260	21,49	—	—	5,7040	1,2257	
13.	250	1,0945	22,28	1,41	—	4,3780	0,9754	
14.	250	1,0295	21,98	3,14	—	4,1180	0,9051	
15.	250	0,7200	14,41	7,21	—	2,8800	0,4150	
16.	500	0,3750	5,04	36,90	—	0,7500	0,0378	
17.	500	—	—	—	—	—	—	
18.	500	0,1370	—	—	—	0,2740	—	
19.	500	0,2140	—	—	—	0,4280	—	
20.	500	0,3400	—	—	—	0,6800	—	
21.	500	0,3250	—	—	—	0,6500	—	
22.	500	0,3200	—	—	—	0,6400	—	

Eluent: 0,1 M ftalan amonu } $pH=5,8$
 0,1 M chlorek amonu }

Kolumny: Zerolit 225×8 — NH₄⁺

$L_0:L=1:6$ $S=2,5$ cm $F=0,3$ cm³/cm²×min.

V_f — objętość pojedynczej frakcji w cm³

m — masa Ln₂O₃ we frakcji w g

R — Y, Eu, Gd, Tb, Dy, Ce, La

pozbawionym La, Ce, Nd i Pr. 19,5 g koncentratu itru, zawierającego 85% Y₂O₃, przeprowadzono w chlorki. Obojętnym roztworem chlorków lantanowców o stężeniu 10 g Ln₂O₃/dm³ obsadzono kolumnę wypełnioną Zerolitem 225×8—NH₄⁺. Przekrój kolumny $s=2,5$ cm, liniowa prędkość przepływu $F=0,3$ cm³/cm²·min., stosunek długości pasma obsadzonego do całkowitej wysokości złoża jonitu $L_0:L=1:6$.

Jako eluent stosowano mieszaninę 0,1 M ftalanu amonu z 0,1 M chlorkiem amonu, pH 5,8, cztery ostatnie frakcje wymywno eluentem dwukrotnie stężonym o tej samej wartości pH . Wyniki jakościowych oznaczeń spektrograficznych składu frakcji, objętość eluatu, masę tlenków w poszczególnych frakcjach oraz zaczernienie linii pierwiastków towarzyszących podano w tab. 3. W wyniku elucji otrzymano Y₂O₃—99,99% z wydajnością 47,4%.

Dalsze próby nad oczyszczaniem koncentratu itru zmierzały do zba-

rzadkich jonowymienną metodą ftalanowo-chlorkową

Skład tlenków						Obecne lantanowce
g/dm ³			M/dm ³			
Pr ₆ O ₁₁	Sm ₂ O ₃	R ₂ O ₃	Nd ⁺³	Pr ⁺³	Sm ⁺³	
—	0,3525	0,4182	—	—	0,0020	Eu Gd Tb (Dy Y ślad)
—	0,5607	1,1193	—	—	0,0032	Eu Gd Tb (Dy Y ślad)
—	0,6811	1,5369	—	—	0,0039	Eu Gd Tb Dy Y
—	1,4690	1,3346	—	—	0,0075	Eu Gd Tb Dy Y
—	1,5286	3,3447	0,0002	—	0,0087	Eu Gd Tb Dy Y
—	1,7267	5,8060	0,0006	—	0,0098	Eu Gd Tb Dy Y
—	1,8906	5,9300	0,0019	—	0,0110	Eu Gd Tb Dy Y
—	1,9187	7,3265	0,0020	—	0,0109	Eu Gd Tb Y
—	0,6570	5,9511	0,0039	—	0,0037	Eu Gd Tb Y
—	—	5,5891	0,0058	—	—	Y
—	—	4,6183	0,0065	—	—	Y
—	—	4,4783	0,0072	—	—	Y
0,0677	—	3,3409	0,0057	0,0003	—	Y
0,1293	—	3,0836	0,0053	0,0007	—	Y
0,2076	—	2,2574	0,0024	0,0012	—	Y
0,2767	—	0,4355	0,0002	0,0016	—	Y
—	—	—	—	—	—	—
—	—	0,2740	—	—	—	Ce (Y ślad)
—	—	0,4280	—	—	—	Ce (Y ślad)
—	—	0,6800	—	—	—	Ce (Y ślad)
—	—	0,6500	—	—	—	Ce (Y ślad)
—	—	0,6400	—	—	—	Ce La (Y ślad)
Ln ₂ O ₃ : Ce ₂ O ₃ — 5,6%						
La ₂ O ₃ — 1,4%						
Nd ₂ O ₃ — 6,4%						
Pr ₆ O ₁₁ — 1,9%						
Sm ₂ O ₃ — 21,4%						
Y ₂ O ₃ — 54%						
(Eu, Gd, Tb, Dy) ₂ O ₃ — 9,3%						

dania, jaki wpływ na efektywność rozdzielu i uzysku czystego itru będzie miała zmiana stężenia eluentu przy pH 5,8 oraz obniżenie pH eluentu.

W tym celu wykonano dwa rozdziały:

a. 20 g koncentratu itru zawierającego 96% Y₂O₃ przeprowadzono w chlorki, obsadzono w sposób analogiczny jak poprzednio kolumnę napełnioną Zerolitem 225×8—NH₄⁺. Zachowując analogiczną szybkość elucji, jak w rozdziale wyżej opisanym, oraz stosując jako desorbenta lantanowców mieszaninę roztworu 0,1 M ftalanu amonu z 0,1 M chlorkiem amonu pH 5,8 do frakcji 3, a później roztworu dwukrotnie stęższego o tej samej wielkości pH, na drodze L₀:L=1:3, otrzymano Y₂O₃ — 99,99% z 34% wydajnością. Wyniki jakościowych oznaczeń spektrograficznych składu frakcji, objętość eluatu, masę tlenków w poszczególnych frakcjach oraz wyniki ilościowego oznaczenia itru metodą fluorescencji rentgenowskiej podano w tab. 4. Wykres krzywej elucji przedstawia ryc. 2.

Tab. 3. Oczyszczanie koncentratu itru jonowymienną metodą ftalanowo-chlorkową

Nr	V_f	m	Jakościowy skład tlenków	Zaczernienie linii			
				Y _{4220.63}	Sm _{4829.016}	Gd _{4262.092}	Tb _{4005.57}
1.	500	0,1315	Sm Eu Gd Tb Dy Y	-16	150	190	130
2.	500	0,2125	Sm Eu Gd Tb Dy Y	-24	152	195	152
3.	500	0,4253	Sm Eu Gd Tb Dy Y	31	148	195	155
4.	500	0,6205	Sm Eu Gd Tb Dy Y	4	13	107	49
5.	500	0,8025	Sm Eu Gd Tb Dy Y	67	45	140	91
6.	500	1,4275	Sm Eu Gd Tb Dy Y	195	82	170	128
7.	850	1,0275	Sm Eu Gd Tb Dy Y	200	-38	74	28
8.	250	1,1655	Sm Eu Gd Tb Dy Y	200	-40	33	-1
9.	250	1,3458	Sm Gd Tb Y	200	-45	25	-30
10.	250	1,4102	Gd Tb Y	200	-50	-13	-42
11.	250	1,1910	Gd Tb Y	200	—	-50	-48
12.	250	0,9360	Gd Tb Y	200	—	-56	-50
13.	250	0,7990	Gd Tb Y				
11,4948 g							
14.	250	0,8364	Y				
15.	250	0,7126	Y				
16.	250	0,8140	Y				
17.	250	0,6070	Y				
18.	250	0,8700	Y				
19.	250	0,5700	Y				
20.	250	0,6150	Y				
21.	250	0,6866	Y				
22.	250	0,5340	Y				
23.	250	0,4983	Y				
24.	250	0,3965	Y				
25.	250	0,3230	Y				
26.	250	0,1850	Y				
27.	250	0,1100	Y				
28.	250	0,0967	Y				
29.	500	0,1220	Y				
7,7771 g							

Eluent: 0,1 M ftalan amonu }
 0,1 M chlorek amonu } pH 5,8

Kolumny: Zerolit 225×8 — NH_4^+

$L_0:L=1:6$ $S=2,5$ cm $F=0,3$ cm³/cm²×min.

V_f — objętość pojedynczej frakcji w cm³

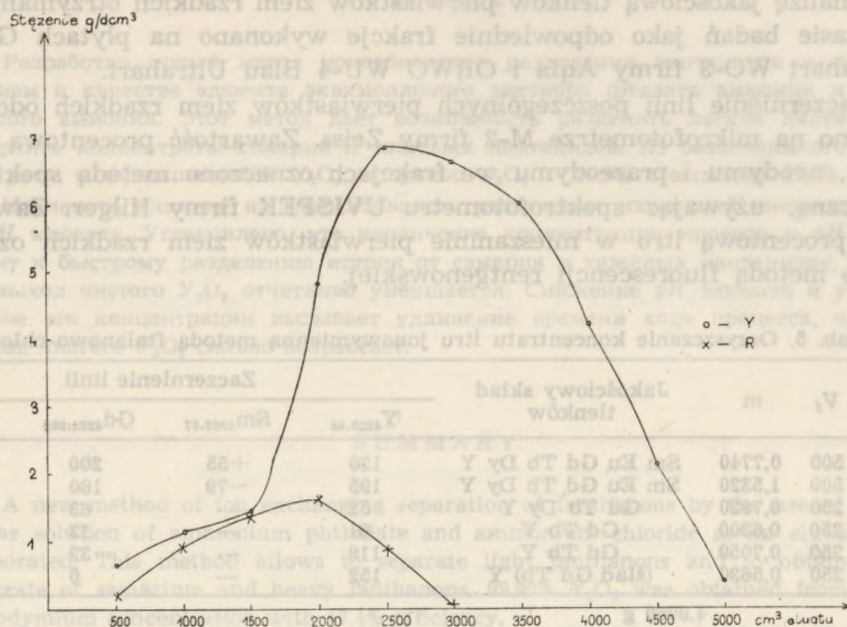
m — masa Ln_2O_3 we frakcji w g

$Ln_2O_3:Y_2O_3$ — 85%

Sm_2O_3 — 10%

(Eu, Gd, Tb, Dy)₂O₃ — 5%

b. 10 g koncentratu itru (o składzie podanym poprzednio oraz zastosowaniu analogicznych warunków) wymywano mieszaniną 0,1 M roztworu ftalanu amonu i 0,1 M chlorku amonu, pH 5. Na drodze $L_0:L=1:6$ otrzymano Y_2O_3 — 99,99% z wydajnością 50,55%. Wyniki jakościowych oznaczeń spektrograficznych składu tlenków w poszczególnych frakcjach, objętość eluatu, masę tlenków oraz zaczernienie linii Sm, Gd i Tb zestawiono w tab. 5. Powyższe wyniki wskazują, że zwiększenie stężenia roztworu ftalanu i chlorku amonu powyżej 0,1 M daje gorsze rozdziały. Użytkuje się czysty itr szybciej, ale z mniejszą wydajnością. Obniżenie wartości pH eluentu przy zachowaniu stężeń ftalanu amonu 0,1 M i chlorku amonu 0,1 M znacznie zwiększa wydajność procesu.



Ryc. 2. Oczyszczanie koncentratu itru jonowymienną metodą ftalanowo-chlorkową; eluent: 0,1 M ftalan amonu, 0,1 M chlorek amonu pH 5,8 do frakcji 3; 0,2 M ftalan amonu, 0,2 M chlorek amonu pH 5,8 do końca procesu

Tab. 4. Oczyszczanie koncentratu itru jonowymienną metodą ftalanowo-chlorkową

Nr	V_f	m	Skład tlenków					Obecne lantanowce
			%	g/dm^3		M/dm^3		
			Y_2O_3	Ln_2O_3	Y_2O_3	R_2O_3	Y^{+3}	
1.	500	0,4530	24,0	0,9060	0,2274	0,6786	0,0020	Sm Gd Tb Dy Eu
2.	500	1,0200	45,0	2,0400	0,9180	1,1220	0,0080	Sm Gd Tb Dy Eu
3.	500	1,2750	55,0	2,5500	1,4025	1,3125	0,0124	Sm Gd Tb Dy Eu
4.	500	3,2508	75,0	6,5016	4,8760	1,6256	0,0431	(śląd Sm Eu Dy) Gd Tb
5.	500	3,8770	90,0	7,7540	6,9786	0,7754	0,0618	(śląd Sm) Gd Tb
6.	500	3,3450	99,0	6,6900	6,6231	0,0669	0,0586	(śląd Gd Tb)
7.	500	3,0020	99,9	6,0040	6,0040	—	0,0530	
8.	500	2,1105	99,9	4,2210	4,2210	—	0,0373	
9.	500	1,0800	99,9	2,1600	2,1600	—	0,0191	
10.	500	0,2110	99,9	0,4220	0,4220	—	0,0018	

Eluent: 0,1 M ftalan amonu } pH 5,8 do frakcji 3 0,2 M ftalan amonu } pH 5,8 do
 0,1 M chlorek amonu } 0,2 M chlorek amonu } końca procesu

Kolumny: Zerolit 225×8 — NH_4^+

$L_0:L=1:5$ $S=2,5$ cm $F=0,3$ $cm^3/cm^2 \times min.$

V_f — objętość pojedynczej frakcji w cm^3

V_0 — objętość eluentu do przebicia kolumny
 2050 cm^3

m — masa Ln_2O_3 we frakcji w g

R — Sm, Eu, Gd, Tb, Dy

$Ln_2O_3:Y_2O_3$ — 96,0%

Sm_2O_3 — 1,0%

$(Eu, Gd, Tb, Dy)_2O_3$ — 3,0%

Analizę jakościową tlenków pierwiastków ziem rzadkich otrzymanych w czasie badań jako odpowiednie frakcje wykonano na płytach Gelb Extrahart WO-3 firmy Aqfa i ORWO WU-4 Blau Ultrahart.

Zaczernienie linii poszczególnych pierwiastków ziem rzadkich odczytywano na mikrofotometrze M-2 firmy Zeiss. Zawartość procentową samaru, neodymu i prazeodymu we frakcjach oznaczono metodą spektrograficzną, używając spektrofotometru UVISPEK firmy Hilger. Zawartość procentową itru w mieszaninie pierwiastków ziem rzadkich oznaczono metodą fluorescencji rentgenowskiej.

Tab. 5. Oczyszczanie koncentratu itru jonowymienną metodą ftalanowo-chlorkową

Nr	V_f	m	Jakościowy skład tlenków	Zaczernienie linii			
				$Y_{4220,68}$	$Sm_{4202,67}$	$Gd_{4202,092}$	$Tb_{4005,57}$
1.	500	0,7740	Sm Eu Gd Tb Dy Y	120	+55	200	200
2.	500	1,5320	Sm Eu Gd Tb Dy Y	195	-79	180	140
3.	250	0,7920	Gd Tb Dy Y	52	—	63	38
4.	250	0,6300	Gd Tb Y	61	—	13	3
5.	250	0,7050	Gd Tb Y	118	—	-32	6
6.	250	0,5630	(śląd Gd Tb) Y	152	—	0	5
4,9960 g							
7.	250	0,5910	Y				
8.	250	0,4995	Y				
9.	250	0,5626	Y				
10.	250	0,4492	Y				
11.	250	0,4370	Y				
12.	250	0,4430	Y				
13.	250	0,3392	Y				
14.	250	0,3160	Y				
15.	250	0,1980	Y				
16.	250	0,2360	Y				
17.	250	0,1627	Y				
18.	500	0,4545	Y				

Eluent: 0,1 M ftalan amonu }
 0,1 M chlorek amonu } $pH\ 5$

Kolumny: Zerolit 225×8 — NH_4^+

$L_0:L=1:6$ $S=2,5\ cm$ $F=0,3\ cm^3/cm^2 \times min.$

V_f — objętość pojedynczej frakcji w cm^3

V_0 — objętość eluentu do przebiecia kolumny 7080 cm^3

m — masa Ln_2O_3 we frakcji w g

$Ln_2O_3:Y_2O_3$ — 96%
 Sm_2O_3 — 2%
 $(Eu, Gd, Tb, Dy)_2O_3$ — 3%

PIŚMIENICTWO

1. Krishnamurthy M., Krishna Prasad N. S.: J. Indian Chem. Soc. 4, 316 (1966).
2. Meyer R. J., Wuorinen J. W.: Z. anorg. Chem. 80, 7 (1913).
3. Wichers E., Hopkins B. S., Balke Cl. W.: J. Am. Chem. Soc. 40, 1615, (1918). C.Z. 1, 912 (1919).
4. Boss A. E., Hopkins B. S.: J. Am. Chem. Soc. 50, 298 (1928); C.Z. 1, 2070 (1928).

РЕЗЮМЕ

Разработан новый метод ионообменного разделения лантанидов с применением в качестве элюента эквимольного раствора фталата аммония и хлористого аммония. Этот метод дает возможность разделить легкие лантаниды, получить концентраты самария и тяжелых лантанидов. Из безнеодимного концентрата, содержащего 85% Y_2O_3 , получено Y_2O_3 — 99,9% с выходом 47,4%.

Изучалось влияние на эффективность разделения изменений концентрации и pH элюента. Установлено, что увеличение концентрации элюента и pH приводит к быстрому разделению иттрия от самария и тяжелых лантанидов, однако выход чистого Y_2O_3 отчетливо уменьшается. Снижение pH элюента и уменьшение его концентрации вызывает удлинение времени хода процесса, однако выход чистого Y_2O_3 сильно возрастает.

SUMMARY

A new method of ion exchanging separation of lanthanons by the use of equimolar solution of ammonium phthalate and ammonium chloride as an eluent was elaborated. This method allows to separate light lanthanons and to obtain concentrate of samarium and heavy lanthanons. 99.99% Y_2O_3 was obtained from non-neodymium concentration with 47.4% efficiency.

The influence of change in concentration and pH of eluent on the effectiveness of separation was examined. It was found that an increase in concentration of eluent and pH leads to quick separation of yttrium from samarium and heavy lanthanons. However, the efficiency of pure Y_2O_3 decreases distinctly.

Metodę wytrącania podwójnych chromianów typu $La_2(CrO_4)_3 \cdot Me_2CrO_4$, gdzie $Me^+(Na^+, K^+, NH_4^+)$ zastosował pierwszy Mosander [1] do oddzielenia itru i pierwiastków grupy itru na skalę laboratoryjną już w r. 1835. Rozdziału lantanowców za pomocą wytrącania podwójnych chromianów były następnie przedmiotem badań licznych autorów [2—13].

Chromian potasu wytrąca z objętych roztworów azotanów najpierw pierwiastki grupy cerowej, następnie Tb, Gd i Y. Dane literaturowe na temat wydajności, rozdziału i kolejności wytrącania się lantanowców są raczej sprzeczne. Według Egana i Balke [4] rozpuszczalność chromianów rośnie w kolejności: Ce, La, Pr, Nd, Sm, Tb, Yb, Y, Gd. Według Holla [10] natomiast kolejność wytrącania chromianów jest następująca: Nd, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Y.

Różne dane rozmaitych autorów co do kolejności strącania się podwójnych chromianów lantanowców wynikają prawdopodobnie z nierówności chemicznej wytrącających się osadów. Zależnie od warunków postępowania można uzyskać osady chromianów lantanowców, podwójnych chromianów lub zasadowych chromianów lantanowców. Te ostatnie prawdopodobnie najbardziej wpływają ujemnie na jakość i efektywność rozdziału. Dlatego też w pracy tej przedstawiono wariant metody

