

ANNALES  
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE - SKŁODOWSKA  
LUBLIN—POLONIA

VOL. XIX, 12

SECTIO AA

1964

Z Katedry Chemii Nieorganicznej Wydziału Chemicznego  
Uniwersytetu im. Iwana Franki\*

Petro I. KRYPIAKIEWYCZ, Iwan I. ZAŁUČKYJ

**Struktura krystaliczna związku TbAl<sub>3</sub>**

**Кристаллическая структура соединения TbAl<sub>3</sub>**

**Crystal Structure of the Compound TbAl<sub>3</sub>**

Wiadomości o układzie terb — glin ograniczają się do danych pracy Wernicka i Gellera [1], w której wykazano, że w układzie tym istnieje związek TbAl<sub>2</sub> o strukturze typu MgCu<sub>2</sub> ( $a = 7,867 \text{ \AA}$ ). Stopy terbu z glinem, zawierające więcej niż 66,7% at. Al, nie były dotychczas przedmiotem systematycznych badań. W większości innych układów lantanowców (R) — glin przy wysokiej zawartości Al istnieją związki RAl<sub>4</sub> (z La, Ce, Pr, Nd, Gd, Dy i Eu) oraz RAl<sub>3</sub> (wszystkie układy, oprócz Eu—Al) [2—8]. Związki RAl<sub>4</sub>, gdzie R = La, Ce, Pr, Nd, Eu, należą do typu BaAl<sub>4</sub> [2, 3]; struktury GdAl<sub>4</sub> i DyAl<sub>4</sub> nie są znane [2].

Wszystkie struktury związków RAl<sub>3</sub> (tab. 1) są przedstawicielami nadstruktur najgęstszych ułożeń atomów o jednakowych wymiarach. Struktury te, chociaż należące do różnych typów, mają wspólny element — warstwę o heksagonalnej symetrii własnej: w każdej warstwie atom R jest otoczony przez 6 atomów Al, znajdujących się na odległościach  $\delta_{\min}$ , 6 atomów Al ( $\delta_{\min} \sqrt{3}$ ) i 6 atomów R ( $2\delta_{\min}$ ). Różnice między typami struktury spowodowane są różnymi sposobami wzajemnego rozmieszczenia warstw. Są możliwe dwa rodzaje symetrii otoczenia pewnej warstwy dwiema sąsiednimi: symetria heksagonalna (symbol  $h$ ) i regularna ( $c$ ) [9]. Poszczególne typy najgęstszych ułożeń (lub ich nadstruktur) różnią się od siebie zawartością warstw  $h$  i  $c$  oraz kolejnością następowania

\* Praca wydana na podstawie umowy o współpracy, zawartej pomiędzy Uniwersytetem Marii Curie-Skłodowskiej a Uniwersytetem im. Iwana Franki.

tychże. Zmianom struktury w szeregu morfotropicznym związków  $RA_3$  ( $LaAl_3 \rightarrow LuAl_3$ ) towarzyszy zwiększenie zawartości warstw o symetrii regularnej.

W jednej z naszych prac [5] wyraziliśmy przypuszczenie, że w strukturach związków  $TbAl_3$  i  $HoAl_3$  powinny realizować się wielowarstwowe najgęstsze ułożenia o typach pośrednich między typami  $Mg_3Cd$  i  $AuCu_3$ . Zakładając to, a także biorąc pod uwagę, że w wypadku występowania najgęstszych ułożeń najbardziej prawdopodobnymi są struktury o niskich wartościach okresu powtarzalności symetrii warstw\* i, że największą

Tab. 1. Struktury związków  $RA_3$

R	Typ struktury	Typ najgęstszego ułożenia	Okres powtarzalności symetrii warstw	Źródło
La	$Mg_3Cd$	$AB = hh$	1 (h)	5
Ce	$Mg_3Cd$	$AB = hh$	1 (h)	4
Pr	$Mg_3Cd$	$AB = hh$	1 (h)	5
Nd	$Mg_3Cd$	$AB = hh$	1 (h)	5
Sm	$Mg_3Cd$	$AB = hh$	1 (h)	2
Eu	—	—	—	3
Gd	$Mg_3Cd$	$AB = hh$	1 (h)	2
Tb	?	?	?	5
Dy	$TiNi_3$	$ABAC = hchc$	2 (hc)	7
Ho	?	?	?	5
Er	$AuCu_3$	$ABC = ccc$	1 (c)	6
Tu	$AuCu_3$	$ABC = ccc$	1 (c)	8
Yb	$AuCu_3$	$ABC = ccc$	1 (c)	5
Lu	$AuCu_3$	$ABC = ccc$	1 (c)	5

liczbę przedstawicieli mają nadstruktury  $LM_3$  o heksagonalnej symetrii własnej warstw [10, 11], doszliśmy do wniosku, iż dla struktury  $TbAl_3$  należy oczekiwać przede wszystkim kolejności warstw  $hhc...$ , pośredniej między kolejnością  $hh...$  (typ  $Mg_3Cd$ ) i  $hchc...$  (typ  $TiNi_3$ ). Jedynym ułożeniem, w którym realizuje się wspomniana kolejność, jest dziewięciowarstwowe ułożenie romboedryczne  $ABABCBCAC$ , a jedynym typem nadstruktury  $LM_3$  o heksagonalnej symetrii warstwy jest typ  $BaPb_3$ , odkryty niedawno przez Sanda, Wooda i Ramseya [12].

Mając na celu sprawdzenie przypuszczenia o przynależności związku  $TbAl_3$  do typu  $BaPb_3$  sporządziliśmy stopy terbu z glinem, zawierające 71,5, 75,0, 78,7, 80,0, 83,3% at. Al; materiały wyjściowe (terb o zawartości 99,5% Tb i 0,5% innych lantanowców oraz Al o 99,999% Al) były sto-

\* W większości znanych struktur okres ten wynosi 1 (ułożenia  $AB$  i  $ABC$ ), 2 (ułożenia  $ABAC$ ) albo 3 (ułożenia  $ABCACB$  i  $ABABCBCAC$ ).

Tab. 2. Debajogram związku  $TbAl_3$   
 Promieniowanie: CrK. Średnica kamery: 57,3 mm

$h, k, l$	$d_{hkl}$ w Å		Natężenie				
	obs.	obl.	obs.	obl. *			
0, 0, 3	—	7,050	0	0,1			
1, 0, 1	5,207	5,194	20	26,7			
0, 1, 2	4,783	4,777	5	9,8			
1, 0, 4	3,761	3,762	55	63,6			
0, 0, 6	—	3,526	0	0,1			
0, 1, 5	3,325	3,319	55	59,7			
1, 1, 0	3,092	3,090	55	59,4			
1, 1, 3	—	2,830	0	0,3			
0, 2, 1	2,659	2,655	20	24,1			
1, 0, 7	2,631	2,631	5	3,4			
2, 0, 2	2,592	2,595	10	9,0			
0, 2, 4	2,390	2,388	70	75,5			
0, 1, 8	—	2,370	0	1,7			
0, 0, 9	2,352	2,349	35	30,6			
1, 1, 6	—	2,324	0	0,4			
2, 0, 5	2,262	2,262	70	63,2			
2, 1, 1	}	2,014	}	14,2	}		
0, 2, 7		2,011		2,007		20	5,5
1, 2, 2				1,987			4,3
1, 0, 10		1,969	5		5,6		
2, 1, 4	}	1,885	}	18,1	}		
2, 0, 8				1,881		20	7,8
1, 1, 9		1,870	35		34,0		
1, 2, 5		1,825	20		21,3		
0, 1, 11		—	0		0,6		
3, 0, 0		1,781	10		14,8		
0, 0, 12		—	0		0,1		
3, 0, 3		—	0		0,3		
2, 1, 7		1,682	5		4,2		
0, 2, 10		1,657	15		11,8		
1, 2, 8		1,607	5		5,7		
3, 0, 6		—	0		0,3		
2, 0, 11	}	1,561	}	2,4	}		
1, 0, 13		1,557		1,557		10	6,8
2, 2, 0		1,544	40		37,8		
1, 1, 12		1,531	< 5		0,1		
2, 2, 3		—	0		0,0		
1, 3, 1		1,480	< 5		4,6		
3, 2, 2		—	0		2,9		
2, 1, 10		1,463	15		14,5		
0, 1, 14		1,451	15		13,6		
1, 3, 4		1,430	20		20,3		
3, 0, 9		1,420	25		26,9		
2, 2, 6		—	0		0,4		

Tab. 2 c.d.

$h, k, l$	$d_{hkl}$ w Å		Natężenie	
	obs.	obl.	obs.	obl.
0, 0, 15	—	1,410	0	0,2
3, 1, 5	1,401	1,401	25	26,9
1, 2, 11	} 1,390	1,394	} 30	1,8 } 27,1
0, 2, 13		1,390		25,3 }
4, 0, 1	} 1,333	1,336	} 10	10,2 } 14,5
1, 3, 7		1,332		4,3 }
0, 4, 2	—	1,327	0	2,3
2, 0, 14	1,316	1,316	45	40,0
4, 0, 4	} 1,296	1,297	} 25	32,1 } 34,3
3, 1, 8		1,294		2,2 }
2, 2, 9	1,291	1,291	100	100,0
1, 0, 16	} 1,282	1,283	} < 5	1,8 } 3,8
1, 1, 15		1,283		2,0 }
0, 4, 5	1,277	1,276	20	22,8
2, 1, 13	1,268	1,268	5	14,8
3, 0, 12	—	1,254	0	1,0
3, 2, 1	—	1,226	0	2,7
4, 0, 7	—	1,223	0	5,2
2, 3, 2	} 1,218	1,220	} 15	1,9 } 18,9
1, 3, 10		1,217		17,0 }
0, 1, 17	} 1,211	1,212	} 35	2,6 } 46,5
1, 2, 14		1,211		43,9 }
3, 2, 4	} 1,196	1,196	} 45	55,9 } 70,1
0, 4, 8		1,194		14,2 }
0, 2, 16	1,185	1,185	5	10,1
2, 3, 5	1,180	1,179	60	87,1
3, 1, 11	} 1,175	1,175	} 40	6,1 } 47,6
0, 0, 18		1,175		41,5 }
4, 1, 0	1,168	1,168	80	109,5
2, 2, 12	—	1,162	0	1,0

\* Były uwzględnione czynniki struktury, krotności, Lorenza, polaryzacji oraz absorpcji.

pione w piecu łukowym w atmosferze helu. Badaniu podlegały stopy tak lite, jak i wyżarzane w temp. 1000 (4 godz.), 800 (2 doby) oraz 600° (1 tydzień).

Dla rentgenograficznej analizy strukturalnej wymienionych stopów stosowaliśmy metodę proskową (kamera Debye'a). Badanie wykazało, że stopy zawierają związek  $TbAl_3$ , znajdujący się w równowadze z  $Al$  ( $a = 4,049$  Å) i  $TbAl_2$  ( $a = 7,863$  Å). Wszystkie linie na debajogramie, należące do związku  $TbAl_3$  (tab. 2), zostały wywskaźnikowane w sieci romboedrycznej z następującymi wymiarami komórki (opisanej w heksago-

nalnym układzie współrzędnych):  $a = 6,181 \pm 0,001 \text{ \AA}$ ,  $c = 21,15 \pm 0,01 \text{ \AA}$ ,  $c/a = 3,422$ ; interferencje z  $-h+k+l \neq 3n$  były wygaszone. Otrzymane wyniki wskazywały na możliwą przynależność związku do typu  $BaPb_3$ . Natężenia, obliczone dla tego typu (grupa przestrzenna  $R\bar{3}m - D_{3d}^5$  pozycje atomów: 3  $Tb^{(1)}$  w 3 (a) 000, 6  $Tb^{(2)}$  w 6 (c) 00z, 9  $Al^{(1)}$  w 9 (e)  $\frac{1}{2} \frac{1}{2} 0$ , 18  $Al^{(2)}$  w 18 (h)  $x\bar{x}z$ ), są zadowalająco zgodne z obserwowanymi pod warunkiem, że przyjmiemy następujące wartości parametrów:

$$z_{Tb^{(2)}} = 0,219, x_{Al^{(2)}} = 0,188 \text{ i } z_{Al^{(2)}} = 0,110 \text{ (tab. 2)*.}$$

W ten sposób zostało udowodnione istnienie nowego przedstawiciela szeregu morfotropicznego  $RAl_3$ , a mianowicie związku  $TbAl_3$ ; jego struktura, należąca do typu  $BaPb_3$ , jest istotnym uzupełnieniem tego szeregu. Wymieniony związek zajmuje środkową pozycję między związkami  $GdAl_3$  (typ  $Mg_3Cd$ ) i  $DyAl_3$  (typ  $TiNi_3$ ) nie tylko pod względem typu najgęstszego ułożenia ( $ABABCBCAC = hhchhchhc$ ), ale także pod względem stopnia deformacji struktury. Mianowicie, w szeregu  $LaAl_3 - CeAl_3 - PrAl_3 - NdAl_3 - SmAl_3 - GdAl_3$  stosunek  $c/a$ , przeliczony na dwuwarstwowe ułożenie typu Mg, wzrasta od 1,386 do 1,455; u  $DyAl_3$  wynosi on 1,564, a u  $TbAl_3 - 1,521$ . Podobnie wartość parametru  $x_{Al^{(2)}}$  (0,188), odpowiadająca parametrowi  $x = 0,855$  w strukturze typu  $Mg_3Cd$ , jest niższa niż dla struktur  $CeAl_3$  i  $NdAl_3$  (0,860 [4, 5] i wyższa niż dla  $ErAl_3$  ( $x = 0,833$  w ustawieniu heksagonalnym). Prawidłowości w zmianach  $c/a$  i parametru, zachodzących w szeregu  $LaAl_3 \rightarrow LuAl_3$ , są uwarunkowane zmniejszeniem w nim ilorazu promieni atomowych ( $r_R/r_{Al}$ ).

Odległości międzyatomowe w strukturze  $TbAl_3$  podane są w tab. 3. Jak wynika z danych tab. 3, odległości ( $\delta$ ) Tb — Al są w każdym wypadku zmniejszone w porównaniu z sumami promieni atomowych ( $\Sigma r$ ), a odległości Al — Al przeważnie są zwiększone.

Stałe sieciowe  $TbAl_3$  w stopach, zawierających ten związek w równowadze z Al (78,7—83,3% at. Al) i w stopie, zawierającym go w równowadze z  $TbAl_2$  (71,5% at. Al), są jednakowe, a więc związek ma stały skład. Wartość stałej sieciowej Al (4,049  $\text{\AA}$ ) w stopie, zawierającym  $TbAl_3$ , wskazuje na nierozpuszczalność Tb w Al.

Brak związku  $RAl_4$  w stopach układu Tb — Al, podobnie jak w stopach Er [6] i Tu [8], świadczy o małym prawdopodobieństwie istnienia związku  $DyAl_4$ ; nie jest wykluczone, że w pracy Moriartyego i Baenzigera, cytowanej w monografii Speddinga i Daane [2], za  $DyAl_4$  został mylnie przyjęty związek  $DyAl_3$ .

\* Wartości te były znalezione metodą prób i błędów. Podczas gdy wartości  $z_{Tb^{(2)}}$  i  $z_{Al^{(2)}}$  są zbliżone do odpowiednich idealnych (2/9 i 1/9),  $x_{Al^{(2)}}$  znacznie różni się od idealnego parametru (1/6).

Tab. 3. Odległości międzyatomowe ( $\delta$ ) w strukturze TbAl<sub>3</sub>

Atomy	$\delta$ w Å	$\Sigma r$	$\frac{\delta - \Sigma r}{\Sigma r} \cdot 100$ w %
Tb <sup>(1)</sup> — 6 Al <sup>(1)</sup> *	3,09	3,20	— 3,4
6 Al <sup>(2)</sup> **	3,08	3,20	— 3,8
Tb <sup>(2)</sup> — 6 Al <sup>(2)</sup> *	3,10	3,20	— 3,1
3 Al <sup>(1)</sup> **	3,00	3,20	— 6,3
3 Al <sup>(2)</sup> **	3,06	3,20	— 4,4
Al <sup>(1)</sup> — 4 Al <sup>(1)</sup> *	3,09	2,86	+ 8,0
2 Tb <sup>(1)</sup> *	3,09	3,20	— 3,4
4 Al <sup>(2)</sup> **	2,87	2,86	+ 0,3
2 Tb <sup>(2)</sup> **	3,00	3,20	— 6,3
Al <sup>(2)</sup> — 2 Tb <sup>(2)</sup> **	3,10	3,20	— 3,1
2 Al <sup>(2)</sup> *	2,69	2,86	— 5,9
2 Al <sup>(2)</sup> *	3,49	2,86	+ 22,0
2 Al <sup>(1)</sup> **	2,87	2,86	+ 0,3
2 Al <sup>(2)</sup> **	2,85	2,86	— 0,3
1 Tb <sup>(1)</sup> **	3,08	3,20	— 3,8
1 Tb <sup>(2)</sup> **	3,06	3,20	— 4,4

\* W jednej warstwie.

\*\* W sąsiednich warstwach.

## WNIOSKI

Metodą rentgenograficznej analizy strukturalnej wykazano, że struktura krystaliczna związku TbAl<sub>3</sub> należy do typu BaPb<sub>3</sub> (dziewięciowarstwowe najgęstsze ułożenie ABABCBCAC = hhchhchhc; grupa przestrzenna  $R\bar{3}m - D_{3d}^5$ , pozycje atomów: 3 Tb<sup>(1)</sup> w 3 (a) 000, 6 Tb<sup>(2)</sup> w 6 (c) 00z z  $z_{Tb(2)} = 0,219$ , 9 Al<sup>(1)</sup> w 9 (e)  $\frac{1}{2} \frac{1}{2} 0$ , 18Al<sup>(2)</sup> w 18 (h)  $x\bar{x}z$  z  $x_{Al(2)} = 0,188$ ,  $z_{Al(2)} = 0,110$ );  $a = 6,181 \pm 0,001$  Å,  $c = 21,15 \pm 0,01$  Å,  $c/a = 3,422$ . W szeregu struktur związków RAl<sub>3</sub>, gdzie R = lantanowiec, struktura TbAl<sub>3</sub> zajmuje środkową pozycję między strukturami GdAl<sub>3</sub> (typ Mg<sub>3</sub>Cd, najgęstsze ułożenie AB = hh) i DyAl<sub>3</sub> (typ TiNi<sub>3</sub>, najgęstsze ułożenie ABAC = hchc).

## PIŚMIENNICTWO

1. Wernick J. H., Geller S.: Trans. Metallurg. Soc. AIME, **218**, 866 (1960).
2. Spedding F. H., Daane A. H.: The Rare Earths, New York, London 1965, s. 237—385.
3. Залуцький І. І., Крип'якевич П. І.: Доповіді АН Укр. РСР [Załućkyj I. I., Krypiakewycz P. I.: Dopowidi AN Ukr. RSR] 597, (1965).
4. Крип'якевич П. І., Залуцький І. І.: Доповіді АН Укр. РСР [Krypiakewycz P. I., Załućkyj I. I.: Dopowidi AN Ukr. RSR] 54 (1965).

5. Залуцький І. І., Крип'якевич П. І.: Кристаллографія [Załućkyj I. I., Krypiakewycz P. I.: Kristallografija], w druku.
6. Крип'якевич П. І., Залуцький І. І.: Доповіді АН Укр. РСР [Krypiakewycz P. I., Załućkyj I. I.: Dopowidi AN Ukr. RSR] 61 (1963).
7. Baenziger N. C., Hegenbarth J. J.: Acta Cryst., 17, 620 (1964).
8. Jones T. I., Norlock L. R., Boucher R. R.: Journ. Less Common Metals, 5, 128 (1963).
9. Белов Н. В.: Структура ионных кристаллов и металлических фаз, Москва [Bielow N. W.: Struktura ionnych kristalłow i mietalliczeskich faz, Moskwa], 1947, ss. 8—38.
10. Крип'якевич П. І.: Журн. структ. хим. [Крыпиакевыч Р. І.: Żurn. strukt. chim.], 4, 117 (1963).
11. Бокий Г. В.: Введение в кристаллохимию, Москва [Bokij G. V.: Wwiedienije w kristallochimiju, Moskwa] 1954, ss. 279, 284—287.
12. Sands D. E., Wood D. H., Ramsey W. J.: Acta Cryst., 17, 986 (1964).

### РЕЗЮМЕ

Все известные до настоящего времени структуры соединений  $RA_3$ , где R — редкоземельный металл, принадлежат к сверхструктурам плотнейших упаковок (типы  $Mg_3Cd$ ,  $TiNi_3$  и  $AuCu_3$ ) и имеют общую деталь — слой с плотнейшей упаковкой атомов и гексагональной собственной симметрией. Для  $TbAl_3$  мы предположили многослойную структуру, переходную между типами  $Mg_3Cd$  (плотнейшая упаковка  $AB = 22$ ) и  $TiNi_3$  ( $ABAC = kzk$ ). Учитывая закономерности изменения структур в ряду  $LaAl_3—LuAl_3$  и исходя из того, что наиболее вероятной должна быть структура с малым периодом повторяемости слоев, мы пришли к выводу, что для соединения  $TbAl_3$  наиболее вероятно девятислойная структура типа  $BaPb_3$  (плотнейшая упаковка  $ABABCBAC = kkkkkk$ ; пространственная группа  $R\bar{3}m - D_{3d}^5$ , 3 Tb<sup>(1)</sup> в 3 (a) 000, 6 Tb<sup>(2)</sup> в 6 (c) 00z, 9 Al<sup>(1)</sup> в 9 (e)  $\frac{1}{2}\frac{1}{2}0$ , 18 Al<sup>(2)</sup> в 18 (h)  $x\bar{x}z$ ). Рентгеноструктурный анализ (метод порошка) подтвердил это предположение. Периоды решетки структуры  $TbAl_3$  составляют:  $a = 6,181 \pm 0,001$  Å,  $c = 21,15 \pm 0,01$  Å,  $c/a = 3,422$ . Наблюдаемые интенсивности хорошо согласуются с рассчитанными при  $z_{Tb}^{(2)} = 0,219$ ,  $x_{Al}^{(2)} = 0,188$ ,  $z_{Al}^{(2)} = 0,110$ .

### SUMMARY

By means of X-ray diffraction the crystal structure of the compound  $TbAl_3$  was determined. The structure belongs to the  $BaPb_3$  type (9-layered closest packing  $ABABCBAC = hhchhchhc$ ; space group  $R\bar{3}m - D_{3d}^5$ , 3 Tb<sup>(1)</sup> in 3 (a) 000, 6 Tb<sup>(2)</sup> in 6 (c) 00z with  $z_{Tb}^{(2)} = 0.219$ , 9 Al<sup>(1)</sup> in 9 (e)  $\frac{1}{2}\frac{1}{2}0$ , 18 Al<sup>(2)</sup> in 18 (h)  $x\bar{x}z$  with  $x_{Al}^{(2)} = 0.188$ ,  $z_{Al}^{(2)} = 0.110$ );  $a = 6.181 \pm \pm 0.001$  Å,  $c = 21.15 \pm 0.01$  Å,  $c/a = 3.422$ .

1. K. H. Johnson, *J. Chem. Phys.* **15**, 105 (1947).  
 2. K. H. Johnson, *J. Chem. Phys.* **16**, 105 (1948).  
 3. K. H. Johnson, *J. Chem. Phys.* **17**, 105 (1949).  
 4. K. H. Johnson, *J. Chem. Phys.* **18**, 105 (1950).  
 5. K. H. Johnson, *J. Chem. Phys.* **19**, 105 (1951).  
 6. K. H. Johnson, *J. Chem. Phys.* **20**, 105 (1952).  
 7. K. H. Johnson, *J. Chem. Phys.* **21**, 105 (1953).  
 8. K. H. Johnson, *J. Chem. Phys.* **22**, 105 (1954).  
 9. K. H. Johnson, *J. Chem. Phys.* **23**, 105 (1955).  
 10. K. H. Johnson, *J. Chem. Phys.* **24**, 105 (1956).  
 11. K. H. Johnson, *J. Chem. Phys.* **25**, 105 (1957).  
 12. K. H. Johnson, *J. Chem. Phys.* **26**, 105 (1958).

РЕЗЮМЕ

В работе описаны результаты рентгеновского анализа кристаллической структуры соединения TBAI. Кристаллы получены из раствора в метаноле. Кристаллическая структура принадлежит к системе тригональной, пространственной группе  $R\bar{3}m$ . Параметры элементарной ячейки:  $a = 0,354$  нм,  $c = 0,238$  нм. Угол наклона осей  $a$  и  $c$  равен  $90^\circ$ . Кристаллическая структура построена на основе молекулы TBAI, которая имеет форму, близкую к тетраэдрической. Кристаллическая структура построена на основе молекулы TBAI, которая имеет форму, близкую к тетраэдрической. Кристаллическая структура построена на основе молекулы TBAI, которая имеет форму, близкую к тетраэдрической.

SUMMARY

The results of X-ray diffraction analysis of the crystal structure of the compound TBAI are described. The crystals were obtained from a solution in methanol. The crystal structure belongs to the trigonal system, space group  $R\bar{3}m$ . The parameters of the unit cell are:  $a = 0.354$  nm,  $c = 0.238$  nm. The angle between the  $a$  and  $c$  axes is  $90^\circ$ . The crystal structure is based on the TBAI molecule, which has a tetrahedral-like shape.



ANNALES  
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA  
LUBLIN—POLONIA

VOL. XVII

SECTIO AA

1962

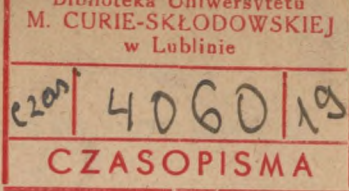
- 
9. Z. Zychiewicz-Zajdel: Voltamperometria cykliczna związków trójfenylometanowych w ciekłym amoniakacie azotanu litu.  
Zyklische Voltamperometric der Triphenylmethanverbindungen im flüssigen  $\text{LiNO}_3 \cdot n\text{NH}_3$ .
10. J. Ościk: Adsorpcja z roztworów wieloskładnikowych. IV Roztwory regularne.  
Adsorption from Multicomponent Solutions IV Regular Solutions.
11. J. Trojanowski i A. Leonowicz: Ilościowe oznaczanie ligniny Björkmana w roztworze przy pomocy reakcji z floroglucyną.  
A Quantitative Determination of Björkman's Lignin in a Solution by Reaction with Phloroglucinol.
12. J. Skierczyńska: Powolne procesy relaksacyjne na powiechni Ge wywołane działaniem pola elektrycznego i światła.  
Slow Relaxation Processes on the Surface of Ge Caused by the Action of an Electric Field and Light.
13. K. Zagórski: O możliwości bezpośredniego pomiaru potencjałów oksydacyjnych nieodwracalnych układów organicznych.  
On Measurements of Oxidation Potentials of Irreversible Organic Systems.

ANNALES  
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE  
LUBLIN—POLONI

VOL. XVIII

SECTIO AA

1963



1. W. Hubicki: Polski traktat alchemiczny z XVI wieku.  
Ein polnischer alchimistischer Traktat aus dem XVI Jahrhundert.
2. K. Sykut: Über die Umkehrbarkeit der Reaktion der Bildung und der Dissoziation von Kaliumpyrosulfit (Kaliummetabisulfit).  
O odwracalności reakcji powstawania i dysocjacji pirosiarczynu (meta-dwusiarczynu) potasu.
3. K. Zagórski: Elektrochemiczne badania kinetyki reakcji uwodorniania na kontaktach niklowych.  
Elektrochemische Untersuchungen der Kinetik von Hydrierungsreaktion an Nickelkontakten.
4. M. Janczewski, W. Charnas: Studia nad wpływem budowy cząsteczkowej na własności optyczne układów sulfotlenkowych. XXIII. Kwasy 4,4'-bromobifenylisulfinylooctowe i niektóre ich pochodne.  
Étude de l'influence de la structure moléculaire sur les propriétés optiques des composés sulfoxydiques. XXIII. Acides 4,4'-bromobiphényl-sulfinylacétiques et quelques-uns de leurs dérivés.
5. A. Waksmundzki, T. Wawrzynowicz, H. Szumiło: Adsorpcja niektórych fenoli na żelach krzemionkowych preparowanych w ich obecności.  
Adsorption of Some Phenols on Silica-Gels Prepared in Their Presence.

Adresse:

**UNIWERSYTET MARII CURIE-SKŁODOWSKIEJ**  
**BIURO WYDAWNICTW**  
**LUBLIN** Plac Litewski 5 **POLOGNE**