

Instytut Chemii UMCS
Zakład Chemii Nieorganicznej i Ogólnej
Kierownik: prof. dr Włodzimierz Hubicki

Wanda BRZYSKA, Elżbieta CIOS

O alkanodwukarboksyłanach indu

О алканодикарбоксилатах индия

On the Alkanodicarboxylates of Indium

Pierwsze prace nad szczawianami indu były prowadzone przez Winklera [1], Huyssego [2] i Lacroix [3]. Obojętny szczawian indu otrzymany był w reakcji podwójnej wymiany — przez działanie kwasem szczawiowym lub szczawianami metali alkalicznych [1, 2] na InCl_3 — w postaci białego, krystalicznego osadu, trudno rozpuszczalnego w wodzie.

Dubowienko [4] ustalił istnienie jedno-, dwu- i trójszczawianowych kompleksowych jonów LnC_2O_4^+ , $\text{In}(\text{C}_2\text{O}_4)_2^-$ i $\text{In}(\text{C}_2\text{O}_4)_3^{3-}$. Istnienie tych jonów potwierdzono metodami ekstrakcyjnymi [5], wymiany jonowej [6] i metodami polarograficznymi [7].

Obszerne badania nad układami $\text{InCl}_3 - \text{M}_2\text{C}_2\text{O}_4 - \text{H}_2\text{O}$ (gdzie $\text{M} = \text{NH}_4^+$, K^+ , Cs^+) prowadził Dejcman [8, 9, 10, 11]. Stwierdził on, że przy małych stężeniach $\text{M}_2\text{C}_2\text{O}_4$ wytrąca się zasadowy szczawian indu, najmniej rozpuszczalny. Wzrost stężenia $\text{M}_2\text{C}_2\text{O}_4$ powoduje przejście zasadowego szczawianu w trwały kompleks $\text{M}[\text{In}(\text{C}_2\text{O}_4)_2] \cdot n\text{H}_2\text{O}$, a następnie w łatwo rozpuszczalny $\text{M}_3[\text{In}(\text{C}_2\text{O}_4)_3]$. Dejcman wyznaczył rozpuszczalność w wodzie kompleksowych szczawianów indu i obojętnego szczawianu $\text{In}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_3$ w wodzie i w roztworach kwasu szczawiowego w przedziale stężeń 0,05—0,4 M/dm³.

Kompleksy indu z kwasem malonowym badano metodami ekstrakcyjnymi [12, 13], wymiany jonowej [14] i potencjometrycznymi, a z kwasem bursztynowym [15] — metodami polarograficznymi.

Z kwasem adypinowym, azelainowym i sebacynowym H_2L otrzymano sole indu o składzie $\text{In}(\text{OH})\text{L}$ [16] w postaci krystalicznych osadów — przez działanie na świeżo strącony wodorotlenek indowy lub roztwór InCl_3 alkoholowym roztworem H_2L .

CZEŚĆ DOŚWIADCZALNA

Celem niniejszej pracy było otrzymanie malonianów, bursztynianów, glutaranów, adypinianów, pimelinianów, korkanów, azelainianów i sebacynianów indu, przebadanie ich składu i niektórych właściwości.

Próby otrzymywania alkanodwukarboksylanów przeprowadzano różnymi metodami, uzyskując związki o tym samym składzie.

1. Z roztworu InCl_3 wytrącano za pomocą stężonego roztworu amoniaku galaretowaty osad $\text{In}(\text{OH})_3$. Następnie zawiesinę świeżo strąconego i dokładnie przemytego gorącą wodą wodorotlenku indu wprowadzano ciągle mieszając do gorącego roztworu kwasu alkanodwukarboksylowego. Osad wodorotlenku indu ulegał rozpuszczeniu, a po chwili zaczynał się wytrącać krystaliczny osad alkanodwukarboksylanu indu, który odsączano, przemywano gorącą wodą do zaniku jonów Cl' i suszono do uzyskania stałej masy.

2. Do gorącego, słabo kwaśnego roztworu InCl_3 ($\text{pH}=3,4-3,5$) wlewało się po kropli gorący roztwór alkanodwukarboksylanu amonu. Wytrącony, biały, drobnokrystaliczny osad odsączano na gorąco, przemywano wodą i suszono na powietrzu.

3. Do słabo kwaśnego roztworu InCl_3 wprowadzano kwas alkanodwukarboksylowy w ilości nieco większej od ilości stechiometrycznej i mocznik. Otrzymany roztwór ogrzewano w temp. $90-95^\circ\text{C}$ przy intensywnym mieszaniu. W podwyższonej temperaturze mocznik ulegał hydrolizie, a pH roztworu stopniowo wzrastało. Przy $\text{pH}=3,4-3,5$ zaczynał się wytrącać biały, krystaliczny osad alkanodwukarboksylanu indu, który odsączano, przemywano i suszono na powietrzu.

Korkan, azelainian i sebacynian indu otrzymywano w reakcji podwójnej wymiany InCl_3 z solą amonową kwasu macierzystego (wolne kwasy są praktycznie w wodzie nierozpuszczalne).

Skład otrzymanych alkanodwukarboksylanów indu sprawdzano wyznaczając współczynnik A_a określający stosunek masy soli do masy powstałego zeń tlenku i porównywano ze współczynnikiem wyliczonym teoretycznie A_t . Uzyskane dane podano w tab. 1.

Tab. 1. Skład alkanodwukarboksylanów indu

Wzór kompleksu	a_t	a_d	ν %
$\text{InOHCH}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	1,814	1,810	0,1
$\text{InOH}(\text{CH}_2)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	1,915	1,916	0,2
$\text{InOH}(\text{CH}_2)_3\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	2,146	2,144	0,1
$\text{InOH}(\text{CH}_2)_4\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$	2,053	2,044	0,4
$\text{InOH}(\text{CH}_2)_5\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$	2,154	2,156	0,1
$\text{InOH}(\text{CH}_2)_6\text{C}_2\text{O}_4$	2,190	2,197	0,2
$\text{InOH}(\text{CH}_2)_7\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$	2,356	2,358	0,1
$\text{InOH}(\text{CH}_2)_8\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$	2,457	2,466	0,2

Na podstawie danych umieszczonych w tab. 1 ustalono, że otrzymane połączenia są solami zasadowymi o ogólnym wzorze $\text{InOH}(\text{CH}_2)_n\text{C}_2\text{O}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, gdzie $n=1-8$, $x=0, 1/2, 1, 2$.

Zasadowe alkanodwukarboksylany indu są solami grubokrystalicznymi, szybko i dobrze sączącymi się i łatwymi do przemycia. Hydraty alkanodwukarboksylanów indu suszone w 100°C przechodzą w sole bezwodne. Ogrzewane, zwęglają się i przechodzą w tlenek In_2O_3 .

Następnie przebadano rozpuszczalność alkanodwukarboksylanów indu w wodzie w temperaturze pokojowej. W tym celu do kolb à 1 dm^3 wsypany po $1,5 \text{ g}$ soli i mieszano przez 12 godz. do ustalenia się równowagi. Osad odsączano przez lejek Schotta G4, a z klarownego, nasyconego roztworu pobierano próbki po 500 cm^3 , odparowywano do $25-30 \text{ cm}^3$ i na gorąco wytrącano ind w postaci wodorotlenku, a następnie prażono go do In_2O_3 . Masę tlenków ważono i na podstawie 4—6 pomiarów wyliczano średnią rozpuszczalność soli w wodzie. Rozrzut wyników charakteryzuje współczynnik zmienności v wyrażony w procentach, a obliczony na podstawie wzoru Studenta. Uzyskane wyniki podano w tab. 2.

Tab. 2. Rozpuszczalność alkanodwukarboksylanów indu w wodzie

Wzór kompleksu	$t^\circ\text{C}$	Rozpuszczalność w wodzie			$v \%$
		$\frac{\text{g}}{\text{In}_2\text{O}_3/\text{dm}^3}$	$\frac{\text{g}}{\text{soli}/\text{dm}^3}$	M/dm^3	
$\text{InOHCH}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	27	0,0060	0,0109	$4,32 \cdot 10^{-5}$	0,3
$\text{InOH}(\text{CH}_2)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	27	0,0016	0,0031	$1,15 \cdot 10^{-5}$	0,1
$\text{InOH}(\text{CH}_2)_3\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	27	0,0020	0,0043	$1,44 \cdot 10^{-5}$	0,7
$\text{InOH}(\text{CH}_2)_4\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$	27	0,0012	0,0025	$8,66 \cdot 10^{-6}$	0,1
$\text{InOH}(\text{CH}_2)_5\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$	27	0,0014	0,0030	$1,00 \cdot 10^{-5}$	0,1
$\text{InOH}(\text{CH}_2)_6\text{C}_2\text{O}_4$	27	0,0010	0,0022	$7,20 \cdot 10^{-6}$	0,1
$\text{InOH}(\text{CH}_2)_7\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$	27	0,0008	0,0019	$5,76 \cdot 10^{-6}$	0,2
$\text{InOH}(\text{CH}_2)_8\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$	27	0,0004	0,0010	$2,88 \cdot 10^{-6}$	0,3

Jak wynika z uzyskanych danych, alkanodwukarboksylany indu są solami trudno rozpuszczalnymi w wodzie. Rozpuszczalność malonianu, bursztynianu, glutaranu i pimelinianu indu jest rzędu $10^{-5} \text{ M}/\text{dm}^3$; adypinianu, korkanu, azelainianu i sebacynianu $10^{-6} \text{ M}/\text{dm}^3$. Przy systematycznym badaniu rozpuszczalności alkanodwukarboksylanów indu stwierdzono pewną ciekawą właściwość. Rozpuszczalność soli ma charakter zmienny. Sole kwasów o parzystej liczbie atomów węgla w cząsteczce są słabiej rozpuszczalne niż sole kwasów sąsiednich o nieparzystej liczbie atomów węgla. Tylko dwie sole — azelainian i sebacynian indu — charakteryzujące się bardzo małą rozpuszczalnością, wykazują regularny spadek rozpuszczalności wraz ze wzrostem liczby atomów węgla w cząsteczce kwasu.

Zmienny charakter rozpuszczalności alkanodwukarboksylanów indu w wodzie tłumaczy się strukturą i właściwościami samych kwasów.

Kwasy alkanodwukarboksyłowe posiadają dwie grupy karboksylowe umieszczone na końcach łańcucha węglowego. Jedna grupa karboksylowa wywiera silny wpływ potęgujący jonizację drugiej grupy karboksylowej. W cząsteczce kwasu szczawiowego ze względu na sąsiednie położenie dwu grup karboksylowych obserwuje się najsilniejszy wpływ jednej grupy COOH na drugą. Kiedy obie grupy karboksylowe są oddzielone od siebie grupą metylenową, efekt indukcyjny jest słabszy i kiedy grupy COOH są oddzielone czterema lub większą liczbą grup CH₂ wpływ praktycznie zanika. Kwasy o parzystej liczbie atomów węgla w cząsteczce posiadają grupy karboksylowe po przeciwnych stronach cząsteczki i są bardziej symetryczne niż kwasy o nieparzystej liczbie węgli, posiadające grupy COOH po tej samej stronie cząsteczki. Bardziej symetryczne kwasy z parzystą liczbą węgli układają się ściślej i w sposób bardziej regularny w sieci krystalicznej. Stąd dla kwasów alkanodwukarboksyłowych obserwuje się zmienność temperatur topnienia i ich rozpuszczalności w wodzie [16].

Wyznaczono również rozpuszczalność malonianów, bursztynianów, glutaranów, adypinianów i pimelinianów indu w kwasach macierzystych. Uzyskane wyniki podano w tab. 3.

Tab. 3. Rozpuszczalność alkanodwukarboksyłanów indu w roztworach kwasów macierzystych

Wzór kompleksu	t°C	Rozpuszczalność w 0,12 M roztworach kwasów macierzystych			ν %
		$\frac{g}{In_2O_3/dm^3}$	$\frac{g}{soli/dm^3}$	M/dm ³	
InOHCH ₂ C ₂ O ₄ · H ₂ O	27	1,4880	2,6992	1,07 · 10 ⁻²	0,1
InOH(CH ₂) ₂ C ₂ O ₄ · H ₂ O	27	0,3960	0,7583	2,85 · 10 ⁻³	0,2
InOH(CH ₂) ₃ C ₂ O ₄ · 2H ₂ O	27	0,4960	1,0644	3,57 · 10 ⁻³	0,7
InOH(CH ₂) ₄ C ₂ O ₄ · 0,5H ₂ O	27	0,1120	0,2293	8,07 · 10 ⁻⁴	0,2
InOH(CH ₂) ₅ C ₂ O ₄ · 0,5H ₂ O	27	0,2680	0,5773	1,93 · 10 ⁻³	0,3

Jak wynika z uzyskanych danych, rozpuszczalność soli w kwasach macierzystych jest o wiele większa niż w wodzie. Najlepiej rozpuszczalny w kwasie macierzystym jest malonian indu. W kwasie tym także obserwuje się zmienny charakter rozpuszczalności, podobnie jak w wodzie. Sole kwasów o parzystej liczbie atomów węgla w cząsteczce rozpuszczają się słabiej niż sole kwasów o nieparzystej liczbie atomów węgla.

Natomiast rozpuszczalność korkanu, azelainianu i sebacynianu indu badano w solach amonowych kwasów macierzystych, ponieważ same kwasy są praktycznie w wodzie nierozpuszczalne. Wyniki uzyskane przedstawiono w tab. 4.

Jak wynika z tab. 4, rozpuszczalność soli maleje wraz ze wzrostem liczby atomów węgla w cząsteczce kwasu macierzystego. Rozpuszczalność azelainianu i sebacynianu indu jest zbliżona do rozpuszczalności w wodzie.

Tab. 4. Rozpuszczalność alkanodwukarboksylianów indu w roztworach soli amonowych kwasów macierzystych

Wzór kompleksu	t°C	Rozpuszczalność w 0,12 M roztworze soli amonowych kwasów macierzystych			ν %
		$\frac{\text{g}}{\text{In}_2\text{O}_3/\text{dm}^3}$	$\frac{\text{g}}{\text{sol}/\text{dm}^3}$	M/dm ³	
InOH(CH ₂) ₆ C ₂ O ₄	27	0,0200	0,0438	1,44 · 10 ⁻⁴	0,1
InOH(CH ₂) ₇ C ₂ O ₄	27	0,0120	0,0283	8,64 · 10 ⁻⁵	0,2
InOH(CH ₂) ₈ C ₂ O ₄	27	0,0060	0,0147	4,32 · 10 ⁻⁵	0,2

Przebadano również rozpuszczalność alkanodwukarboksylianów indu w 2 N roztworze NH₄Cl. Otrzymane wyniki podano w tab. 5.

Jak wynika z tab. 5, rozpuszczalność alkanodwukarboksylianów indu w 2 N roztworze NH₄Cl jest znacznie większa niż w wodzie. Obserwuje się spadek rozpuszczalności wraz ze wzrostem ilości atomów węgla w cząsteczce. Najlepiej rozpuszczalny jest malonian indu; rozpuszczalności bursztynianu, glutaranu i adypinianu indu są zbliżone do siebie. Pimelinian indu wykazuje znacznie mniejszą rozpuszczalność od poprzednich soli. Następnie obserwuje się łagodny spadek rozpuszczalności na krzywej dla korkanu, azelainianu i sebacynianu indu.

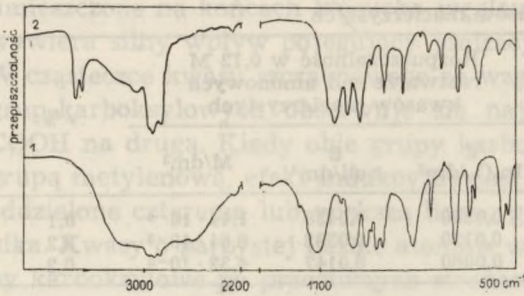
Tab. 5. Rozpuszczalność alkanodwukarboksylianów indu w 2 N NH₄Cl

Wzór kompleksu	t°C	Rozpuszczalność w NH ₄ Cl			ν %
		$\frac{\text{g}}{\text{In}_2\text{O}_3/\text{dm}^3}$	$\frac{\text{g}}{\text{sol}/\text{dm}^3}$	M/dm ³	
InOHCH ₂ C ₂ O ₄ · H ₂ O	27	0,6360	1,1537	4,58 · 10 ⁻³	0,8
InOH(CH ₂) ₂ C ₂ O ₄ · H ₂ O	27	0,2400	0,4596	1,72 · 10 ⁻³	0,3
InOH(CH ₂) ₃ C ₂ O ₄ · 2H ₂ O	27	0,2126	0,4464	1,68 · 10 ⁻³	0,1
InOH(CH ₂) ₄ C ₂ O ₄ · 0,5H ₂ O	27	0,1960	0,4024	1,41 · 10 ⁻³	0,1
InOH(CH ₂) ₅ C ₂ O ₄ · 0,5H ₂ O	27	0,1000	0,2190	7,20 · 10 ⁻⁴	0,1
InOH(CH ₂) ₆ C ₂ O ₄	27	0,0280	0,0613	2,02 · 10 ⁻⁴	0,5
InOH(CH ₂) ₇ C ₂ O ₄ · 0,5H ₂ O	27	0,0240	0,0565	1,73 · 10 ⁻⁴	0,1
InOH(CH ₂) ₈ C ₂ O ₄ · 0,5H ₂ O	27	0,0200	0,0491	1,44 · 10 ⁻⁴	0,2

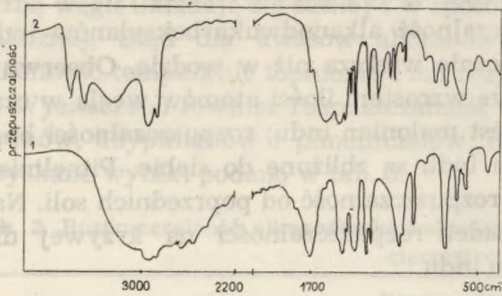
Celem sprawdzenia budowy otrzymanych preparatów zarejestrowano widma IR kwasu malonowego, bursztynowego, glutarowego, adypinowego, pimelinowego, korkowego, azelainowego i sebacynowego oraz ich zasadowych soli indu (III) — ryc. 1—8.

Pomiary przeprowadzano na spektrofotometrze UR-20 w zakresie 4000—400 cm⁻¹. Próbkę przygotowano przez rozcieranie substancji z nujolem i analizowano między płytkami solnymi.

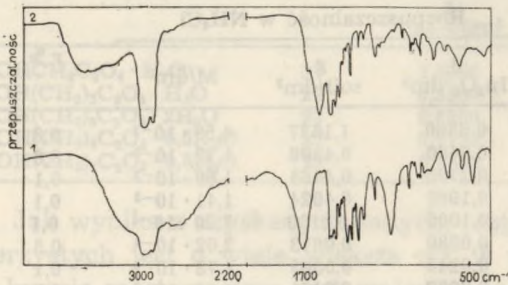
Przy porównywaniu widm wolnych kwasów i ich soli stwierdzono zanik pasma absorpcji ok. 1730—1700 cm⁻¹ charakterystycznego dla grupy



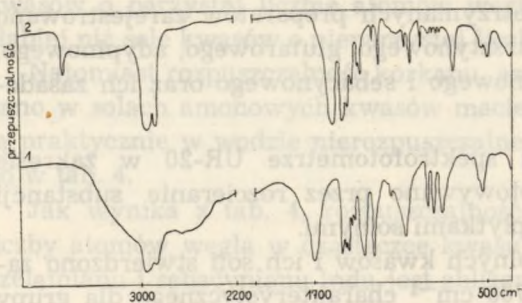
Ryc. 1. Widma IR; 1 — kwasu malonowego, 2 — zasadowego malonianu indu



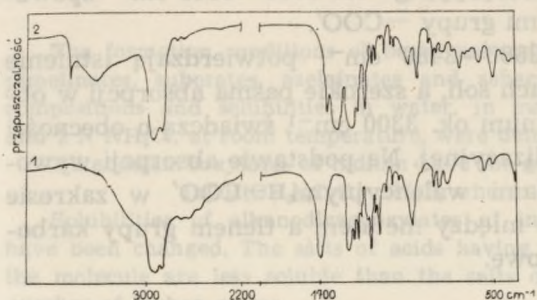
Ryc. 2. Widma IR; 1 — kwasu burszynowego, 2 — zasadowego bursztynianu indu



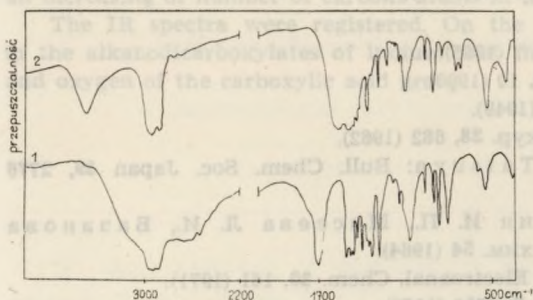
Ryc. 3. Widma IR; 1 — kwasu glutarowego, 2 — zasadowego glutaranu indu



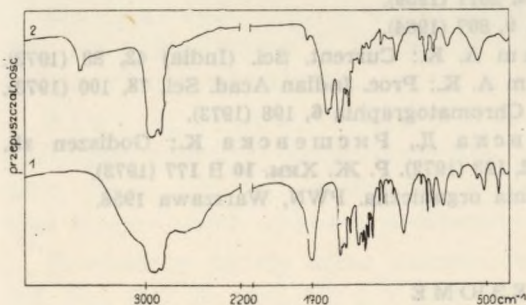
Ryc. 4. Widma IR; 1 — kwasu adypinowego, 2 — zasadowego adypinianu indu



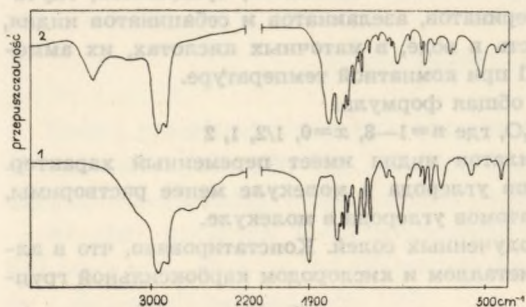
Ryc. 5. Widma IR; 1 — kwasu pimelinowego, 2 — zasadowego pimelinianu indu



Ryc. 6. Widma IR; 1 — kwasu korkowego, 2 — zasadowego korkanu indu



Ryc. 7. Widma IR; 1 — kwasu azelainowego, 2 — zasadowego azelainianu indu



Ryc. 8. Widma IR; 1 — kwasu sebacycowego, 2 — zasadowego sebacynianu indu

COOH i появление się pasma absorpcyjnego ok. 1580—1540 cm^{-1} spowodowanego drganiem walencyjnymi grupy $-\text{COO}'$.

Pasma absorpcji w zakresie 3660—3480 cm^{-1} potwierdzają istnienie wolnych grup $-\text{OH}$ w cząsteczkach soli, a szerokie pasma absorpcji w obszarze 3500—3200 cm^{-1} z maksimum ok. 3300 cm^{-1} świadczą o obecności w cząsteczkach soli wody krystalizacyjnej. Na podstawie absorpcji wywołanej antysymetrycznymi drganiem walencyjnymi $-\text{COO}'$ w zakresie 1580—1540 cm^{-1} stwierdzono, że między metalem a tlenem grupy karbonylowej występuje wiązanie jonowe.

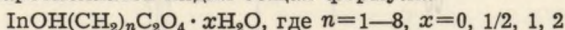
PIŚMIENICTWO

1. Winkler C.: J. prakt. Chem. **94**, 7 (1865).
2. Huysse A. C.: Z. anal. Chem. **39**, 10 (1900).
3. Lacroix S.: Ann. Chem. **12**, 45 (1949).
4. Дубовенко Л. И.: Укр. хим. жур. **28**, 682 (1962).
5. Hasegawa Yūko, Sekine Tatsuya: Bull. Chem. Soc. Japan **39**, 2776 (1966). R. Ž. Chim. **12** W 61 (1967).
6. Цинцевич Е. П., Алимарин И. П., Мосеева Л. И., Базанова М. И.: Вестн. Московского унив. хим. **54** (1964).
7. Jacobson E., Tanberg G.: J. Electroanal. Chem. **30**, 161 (1971).
8. Дейчман Е. Н.: Ж. неорг. хим. **3**, 1592 (1958).
9. Дейчман Е. Г.: Ж. неорг. хим. **4**, 2360 (1959).
10. Дейчман Е. Н.: Ж. норв. хим. **4**, 2617 (1959).
11. Дейчман Е. Н.: Ж. неорг. хим. **9**, 807 (1964).
12. Sundersanan M., Sundaram A. K.: Current. Sci. (India) **42**, 88 (1973).
13. Sundersanan M., Sundaram A. K.: Proc. Indian Acad. Sci. **78**, 100 (1973).
14. Sitaram R., Khorakar S. M.: Chromatographia **6**, 198 (1973).
15. Тоюзовский В., Николовска Д., Рисшевска К.: Godiszen zb. Prirodnomat. fak. Uniw. Skopje **22**, 193 (1972). Р. Ж. Хим. **10** В 177 (1973).
16. Fieser L. F., Fieser M.: Chemia organiczna. PWN, Warszawa 1958.

РЕЗЮМЕ

Исследовали условия образования основных малонатов, сукцинатов, глутаратов, адипинатов, пимелинатов, суберинатов, азелаинатов и себацинатов индия, определили их состав и растворимость в воде, в маточных кислотах, их аммониевых солях и в растворе 2 N NH_4Cl при комнатной температуре.

У алканодикарбоксилатов индия общая формула:



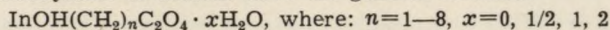
Растворимость алканодикарбоксилатов индия имеет переменный характер. Соли кислот с четным числом атомов углерода в молекуле менее растворимы, чем соли кислот с нечетным числом атомов углерода в молекуле.

Зарегистрированы ИК спектры полученных солей. Констатируется, что в алканодикарбоксилатах индия между металлом и кислородом карбоксильной группы существует ионная связь.

SUMMARY

The formation conditions of basic malonates, succinates, glutarates, adypinates, pimelinates, suberates, azelainates and sebacates of indium were studied, their compositions and solubilities in water, in maternal acids, their ammonium salts and 2 N NH_4Cl , at room temperature, were determined.

Alkanodicarboxylates of indium have the general formula:



Solubilities of alkanodicarboxylates of indium in water and maternal acids have been changed. The salts of acids having an even number of carbon atoms in the molecule are less soluble than the salts of neighbouring acids having an odd number of carbon atoms.

Solubilities of alkanodicarboxylates of indium in the 2 N NH_4Cl decreased with an increasing of number of carbons atoms in the molecule.

The IR spectra were registered. On the basis of IR spectrum it was found in the alkanodicarboxylates of indium that the ionic bond was between the metal and oxygen of the carboxylic acid group.

On the Mucates of some II-Valency Cations

W piśmiennictwie są wzmianki o jedno- i dwupodstawnych siarczankach amonu [1, 2], potasu [1, 3, 4, 5], sodu [3], dwupodstawnych siarczankach [3] magnezu, baru, srebra, ołowiu, miedzi i żelaza.

Heuderson, Orr i Whitehead [6, 7] oraz Kleitz [8] otrzymali podwójne siarczany Tl, Sb, Mo, W z potasowcami; przebadali ich skład ilościowy i rozpuszczalność.

Szwarc, Jarowicka i Niewińcz [9] otrzymali na drodze podwójnej wymiany borosiarczany litu, potasu, amonu, wapnia, strontu, baru, cynku i kadmu; wyznaczyli ich skład, rozpuszczalności w wodzie oraz zarejestrowali widma w podczerwieni.

Przebadane zostały także warunki tworzenia się siarczanków La, Ce, Pr, Nd, Sm, Gd, Eu, Tm, Yb i Y [10], ich skład ilościowy, rozpuszczalność w wodzie i widma w podczerwieni.

CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA

Celem niniejszej pracy było otrzymanie siarczanków niektórych kationów II-wartościowych, jak: Mg, Ca, Mn, Co, Ni, Cu, Ba i Pb; przebadanie ich składu oraz niektórych właściwości i widm w podczerwieni.

Siarczany kationów II-wartościowych otrzymywano na drodze podwójnej wymiany, stosując sposób postępowania omówiony w poprzedniej pracy o siarczankach lantanowców [10].

