

**O'ZBEKISTAN RESPUBLIKASI JOQARI HA'M ORTA ARNAWLI
BILIMLENDIRIW MINISTRILIGI**

**BERDAQ ATINDAG'I QARAQALPAQ MA'MLEKETLIK
UNIVERSITETI**

«ORGANIKALIQ HA'M ORGANIKALIQ EMES XIMIYA» KAFEDRASI

JUMABAEVA JANNA MAXMUDVANIN'

5140500 – Ximiya ta'lim bag'dari boyinsha bakalavr da'rejesin aliw ushin
«Vismut (III) akvotantalatlarin fizika-ximiyaliq usillar menen u'yreniw »
temasindag'i

PITKERIW QA'NIGELIK JUMISI

Ilimiy basshisi:

B.Tanirbergenov

x.i.k., dotsent

Kafedra baslig'i:

x.i.k., dotsent

K.K.Uteniyazov

No'kis – 2017

Mazmuni

Kirisiw.....	3
I.Bap. A'debiyatlardi sholiw.....	4
I.1 Tantal vismut ha'm ionlarinin' suwdag'i halati.....	4-7
I.2 I-III valentli metallardin' tantatlatlari	7-10
I.3 Tantatlatlardi aliw usillari ha'm qollaniwi	10-11
II. Bap Aling'an na'tiyjeler ha'm olardi dodalaw.....	12
II.1 $\text{Bi}(\text{TaO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{BiTaO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ha'm $\text{Bi}_8(\text{Ta}_6\text{O}_{19})_3 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$ lardi analizlew.....	12
II.2 Vismut (III) tin' akvotantalatlarin derivatografiya usili menen u'yreniw	12-18
II.3 Vismut (III) tin' akvotantalatlarin rentgenofazaliq analiz usillari menen uyreniw.....	19
II.4 Vismut (III) tin' akvotantalatlarin IQ- spektraskopiya usillar menen u'yreniw	20-22
III. Bap. Ta'jriybe bo'limi.....	23
III.1.1 $\text{K}_8\text{Ta}_6\text{O}_{19} \cdot 16\text{H}_2\text{O}$ ni aliw.....	23
III.1.2 $\text{K}_3\text{TaO}_4 \cdot 5_2\text{O}$ ni aliw.....	24
III.1.3 $\text{KTaO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ni aliw.....	24-26
III.2.1 $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 - \text{KTaO}_3 - \text{H}_2\text{O}$ sistemasin u'yreniw.....	26-30
III.2.2 $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 - \text{K}_3\text{TaO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ sistemasin u'yreniw.....	30
III.2.3 $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 - \text{K}_8\text{Ta}_6\text{O}_{19} - \text{H}_2\text{O}$ sistemasin u'yreniw.....	31-39
Juwmaqlaw.....	40
Paydalanilg'an a'debiyatlar.....	41-43

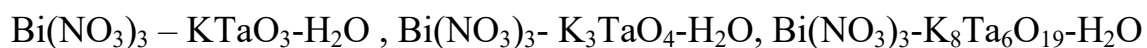
Kirisiw

Ilmning ha'm texnikaning rawajlanishi bahali fizikaliq ha'm fizika-ximiyaliq qa'siyetlerge iye birikpelerdi talap etedi. Adebeyattan III valentli metal tantalatlarning bahali fizika-ximiyaliq qa'siyetleri bar ekeni belgili.[1-5].

Temanin' aktuallig'i. Texnikaning rawajlanishi mexanikaliq jaqtan bekkem, joqari temperaturag'a, ha'r qiyli agressiv zatlar ta'sirine, korroziyag'a shidamli, o'zine segneto, dipiro, magnitlik, elektrooptik, pezo, elektrik t.b bahali qa'siyetleri bolg'an metallardi talap etedi. Bi (III) tin' tantallari usinday qa'siyetke iye.

Pitkeriw qa'nigelik jumisinin' maqseti. Jaqin waqitlarg'a deyin metallarning akvotantallari keramikaliq usil menen, joqari temperaturada (900-1000°C), uzaq waqit metallarning oksidlerin (gidroksidlerin, karbonatların t.b.) Ta₂O₅ penen qizdirip alinip kelinesi. Bunday usil menen aling'an tantalatlar ko'p energiyani talap etedi, onin' ustine qurami turaqli bolmaydi. Usilardi esapqa alip Bi (III) tin' tantalatların suwli ortalıqtan aliwdi maqset etip qoydiq.

Pitkeriw qa'nigelik jumisinin' jan'alig'i. A'adebiyatta Bi³⁺ tin' tantalatların suwli ortalıqta payda bolıw jag'dayları tuwralı mag'liwmatlar og'ada az, onin' u'stine olarning payda bolıw jag'dayları ha'r qiyli fizika –ximiyaliq usillar menen u'yrenilgen.



Sistemaları pH-potensiometriya, konduktometriya "qaldıq konsentratsiya " usillari menen, eritpeler ha'm sistemalardag'i sho'kpeler ximiyaliq analizlew menen u'yreniledi.

Bi(NO₃)₃ ha'm Bi₈Ta₆O₁₉ tin' 700°C larda BiTaO₄ ha'm Ta₂O₅ ke tarqatılǵ'anlıǵ'ı anıqlandı.

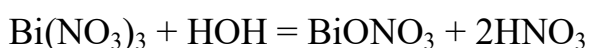
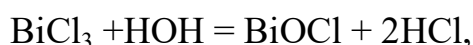
Sintezlengen Bi (III) tin' akvotantalatlari IQ- spektraskopiya, rentgenofazaliq analiz ha'm derivatografiya usillari menen u'yreniledi.

A'debiyatlardi sholiw

I.1. Tantal ha'm vismut ionlarinin' suwdag'i halati.

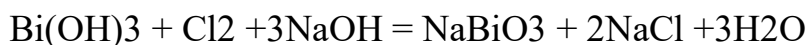
Vismut periodliq sistemada 83-orinda V-gruppada, VI- periodta jaylasqan. Onin' electron formulasi: $K \cdot L \cdot M \cdot N \cdot O \cdot 6s^2 6p^3$. Vismut p-element, atom radiusi $1,82 \text{ \AA}$, Bi^{5+} $0,74 \text{ \AA}$, atom ko'lemi $21,24 \text{ sm}^3/\text{g}$ atom, tig'izlig'i $9,84 \text{ g/sm}^3$. Moos shkalasi boyinsha qattilig'i 2,1 – 2,5, balqiw temperaturasi $271,5^\circ\text{C}$, qaynaw temperaturasi 1560°C , eger sinaptin' elektr o'tkeriwshen'ligin 1 dep alsaq, vismuttin' elektro'tkeriwshen'ligi 0,9 $\text{Bi} \backslash \text{Bi}^{3+}$ ushin normal potentsiyali +0,2 bolip esaplandi. Onin' salistirmali atom massasi 209, massasi boyinsha jer qabig'inin' $1 \cdot 10^{-5} \%$ tin' tutadi, +1, +2, +3, +4 ha'm +5 oksidleniw da'rejelerin ko'rsetedi. Onin' +1 ha'm +2 degi birikpeleri ku'shli qaytariwshilar ha'm turaqsiz boladi. Bul birikpeler metalliq (tiykarliq) qa'siyetke iye. Vismut arab tilinen alinip an'sat balqiytug'in degen ma'nisti bildiredi. Nemets tilinde aq metal degen ma'nisti bildiredi. Vismut ayyemgi metallardan biri esaplanadi. Ol vismut rudalarinan mis, qorg'asin, qalayi rudalarin qayta islew protsessinde payda bolatug'in shig'indilardan pirometallurgiyaliq ha'm gidrometallurgiyaliq usilda ajratip alinadi. Vismut +5 halatta ku'shli oksidlewshi, onin' bul oksidleniw da'rejelerindegi birikpeleri kislotaliq qasiyetke iye boladi. Vismuttin' +3 oksidleniw da'rejesindegi birikpelerine siltili ortalqta oksidleniwshilerdi qosip onin' +5 bolg'an birikpelerin aliwg'a boladi. Vismuttan keyingi elementlerdin' hammesi radioaktiv qa'siyetke iye. Onin' u'sh valentli birikpeleri turaqli boladi. Vismut qurg'aq hawada turaqli, ig'al hawa ta'sirinde juqa oksid perde menen qaplanadi. 500°C dan joqari temperaturada qizdirilsa, vismut janip, Bi_2O_3 payda qiladi. Vismut vodarod xlorid ha'm sulfat kislotada erimeydi, nitrat kislotada jaqsi eriydi. Qizdirilg'anda galogenler, ku'kirt ha'm basqalar menen birigedi. Vismuttin' angidridi Bi_2O_5 ha'm vodarodtin' birigiwinen payda boliwshi gidridi ma'lim. Vismuttin' gidridi turaqsiz zaharli gaz bolip esaplanadi. Vismut an'sat suyuqlaniwshi qatispalar komponenti magnit maydani ku'shleniwin o'lshevwshi asbab ha'm yadro reaktorlarinda issiliq tasiwshi sipatinda qollaniladi.

Vismut preparatlari meditsinada qatirivshi, jug'imsizlandirivshi ha'm quritiwshi sipatinda (dermatol, ksereform t.b) isletiledi, asqazan jara keselliklerinde vismut gidroksi nitrati isiriledi, jarani emlew ushin bismoverol, bioxinol t.b bulshiq et arasina jiberiledi. Vismut atom texnikasinda magnit maydanlarnin o'lshevide metallardi baylanistiriwda, quyash batariyalarin tayarlawda, tipografiyada, ren'li televizorlar tayarlawda, har qiyli qa'siyetke iye, ja'nede quymalar tayarlawda tag'i basqa tarawlarda qollaniladi. Vismuttin' birikpeleri suwli ortalıqta gidrolizge ushraydi.

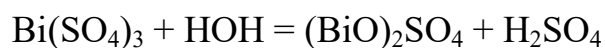
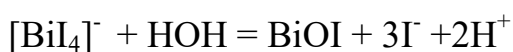


BiO^+ ni , vismutli ionin' payda etedi.

Bi^{+5} tin' ion radiusi og'ada ku'shli bolg'anliqtan, onin' +5 oksidleniw da'rejesindegi birikpeleri ku'shli gidrolizge ushraydi. Vismuttin' birikpeleri kislotali ortalıqta gidrolizge ushramaydi. Vismuttin' +1 ha'm +2 halatindag'i birikpeleri metallıq +3 oksidleniw da'rejesinde amfoter +5 oksidleniw da'rejesinde kislotalıq qa'siyetti ko'rsetedi. Vismuttin' birikpede oksidleniw da'rejesi artıwi menen baylanistin' kavolentligi artip baradi. Vismut suwli ortalıqta gidratlang'an halda boladi. Ol ku'shli siltili ha'm oksidlewshiler bar ortalıqta BiO_3^- halatta ku'shli kislotali halatta Bi^{3+} suwli ortalıqta BiO^+ , BiO_2^+ HI ortalıg'ında $[\text{BiI}_4]^-$ HF ortalıg'ında $[\text{BiF}_4]^-$ $[\text{Bi}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$, $[\text{Bi}(\text{OH})_6]^-$, $[\text{BiF}_6]^-$, $[\text{BiOF}_5]^{2-}$ t.b halatlarda boliwi mumkin. Ku'shli oksidlewshiler ta'sirinde siltili ortalıqta BiO_3^- ioni payda boladi. Oksidlewshiler $\text{Cl}_2, \text{O}_2, \text{Br}_2, \text{NaClO}, \text{NaClO}_2$ t.b boliwi mumkin.



Eger ortalıq neytral bolsa BiO^+ ioni payda boladi.



SCN⁻ ortaliqta vismut (III) birikpelerinde $[\text{Bi}(\text{SCN})_4]^-$ $[\text{Bi}(\text{SCN})_5]^{2-}$ $[\text{Bi}(\text{SCN})_6]^{3-}$ ol ionlang'an halatinda boladi.

Tantal periodliq sistemanin' 73 orinda, VI-periodta, V – gruppada jaylasqan. Tantal passiv metal. Birikpelerden vodarodti quwip shig'ara almaydi. Aktivlik qatarinda vodarodtan keyin turadi. Onin' electron formulasi: $\text{Ta} \dots 5d^3 4s^2$. Tantal kolumbit mineralinda (Fe, Mn) $(\text{TaO}_3)_2$ halatinda Finlyandiya ha'm Avistraliyada ushraydi. Tantal +1, +2, +3, +4 ha'm +5 oksidleniw da'rejelerin ko'rsetedi. Tantaldin' +1 ha'm +2 oksidleniw da'rejesindegi birikpelerinde turaqsiz. Bunday birikpelerde ol metalliq qa'siyetti ko'rsetedi. Ta^{+5} halatta kislotaliq qa'siyetti ko'rsetedi. Tantal o'tkermeli metal bolg'anliqtan onin' oksidleri, karbidleri, sulfidleri, gidroksidleri t.b birikpelerinin' qurami turaqli bolmaydi. Tantal reaktiv samolyotlar, snariyadlar, raketalar, agressiv ortaliqta qollanilatug'in har qiyli apparatlar, priborlar tag'ida basqalar ken'nen qollaniladi.

Tantaldin' tig'izlig'i $16,7 \text{ g/sm}^3$, 3010°C da balqiydi, 4100°C da qaynaydi. Tantal adam ha'm haywan organizimlerinin' bu'yreginde, bawirinda, su'yeklerde ha'm bulshiq etlerde bolip olardin' massa jag'inan 1~5 % in quraydi. Elege deyin adam organizimindegi tantaldin' roli aniq emes. Tantal eki izotaptan ^{181}Ta ~99,99% ha'm ^{180}Ta 0,01%ten turadi. Onin' atom radiusi $1,46 \text{ \AA}$, Ta^{+5} tin' radiusi – $0,66 \text{ \AA}$, ionizatsiya energiyasi 7,88 ek. Tantal jer qabig'indag'i elementlerdin' atomlar sani boyinsha $2 \cdot 10^{-5}\%$ in tutadi. Tantaldin' oksidleniw da'rejesi asqan sayin ximiyaliq baylanistin' kovalentligi artip baradi. Tantal kompleks birikpelerdi payda etedi. Tantaldin' turaqsiz birikpelerin komplekske o'tkerip olardi turaqli halatqa o'tkerse boladi. Tantaldin' ion radiusi kishi bolg'anliqtan suwli ortaliqta onin' ioni gidratlang'an halatta boladi. Kislotaliq jag'dayda Ta^{3+} ioni turaqli boladi.

Tantal suwli ortaliqta metatantalat, ortatantalat, geksatantalat- uliwma politantalat ionlarin payda etedi. Onin' Ta^{+5} da'rejesindegi radiusi kishi bolg'anlig'i sebebi, suwli ortaliqta gidratlang'an ionlardi g'ana payda etedi. Tantaldi kislorod atmosferasinda qatti qizdirip Ta_2O_5 aliwg'a boladi.

Tantal suvli ertaliqta TaO_3^- , TaO_2^+ , TaO^+ , TaO_4^{3-} , $Ta_6O_{19}^{8-}$, $[H_7Ta_6O_{19}]^-$, $[H_6Ta_6O_{19}]^{2-}$, $[H_5Ta_6O_{19}]^{3-}$, $[H_4Ta_6O_{19}]^{4-}$, $[H_8Ta_{12}O_{37}]^{6-}$, $[TaOF_5]^{2-}$, $[TaF_8]^{3-}$, $[TaF_7]^{2-}$ t.b ha'r qiyli polimer ionlar halatinda boladi. Ta_2O_5 siltiler menen metal oksidleri yamasa gidroksidleri, karbanatlari menen qosip qizdirg'anda tantalatlardi payda etedi. Tantal siltili metallardin' ftoridi ha'm HF qatnasinda, qizdirg'anda erip $K_2[TaF_7]$ ha'm $Na_3[TaF_8]$ formasindag'i kompleks birikpelerdi payda etedi.

I.2 I ha'm III valentli metallardin' tantallari

Siltili metallardin' tantallari XIX a'sirden baslap alindi. Siltili metallardin' tantallari $[M_2O] : [Ta_2O_5]$. M – Na, K lerdi to'mendegi mollik qatnasta alip 5:1, 4:1, 3:1, 2:1, 3:1, 2:1, 3:2, 4:3, 1:1, 4:5, 6:7, 3:4, 2:3, 1:2, 1:3 ha'm 1:4, joqari temperatura uzaq waqit qizdirilip (800-900°C, 3-4 saat) u'yrenilgen.

K_2CO_3 (Na_2CO_3) – Ta_2O_5 har qiyli mollik qatnasta alip joqari temperaturada qizdirip ha'r qiyli formada tantallar aling'an.

Stexiometrik qatnasta Ta_2O_5 penen Li_2CO_3 (K_2CO_3 , Na_2CO_3) – lerdi qizdirip, Xolmkviat Ta_2O_5 penen Na_2O (K_2O , Li_2O) – lerdi qizdirip Li_2TaO_3 , $NaTaO_3$ ha'm $KTaO_3$ – lerdi alg'an. Adebeyatlardan;

$AgTaO_3$, $Ag_8Ta_6O_{19} \cdot xH_2O$, $Ag_2[Ta_3O_{16}] \cdot H_2O$, $Ag_2[Ta_3O_{16}] H_2O$,

$Ag_7[Ta_5O_{16}] \cdot xH_2O$, $Co_4Ta_6O_{19} \cdot xH_2O$, $Co_3(TaO_4)_2 \cdot xH_2O$,

$Co_4Ta_6O_{19} \cdot xH_2O$

$CoTaO_3$, $Co_3(TaO_4)_2 \cdot xH_2O$, $Co_2Ta_2O_7$, $Co_4Ta_6O_{19} \cdot xH_2O$, $NiTaO_3$,

$Ni(TaO_3)_2 \cdot xH_2O$, $Ni_3(TaO_4)_2 \cdot xH_2O$, $Ni_4Ta_6O_{19} \cdot xH_2O$, $Zn(TaO_3)_2$,

$Zn(TaO_3)_2 \cdot xH_2O$, $Zn_3(TaO_4)_2 \cdot xH_2O$, $Zn_4Ta_6O_{19} \cdot xH_2O$, $CrTaO_4$,

$Cr(TaO_3)_3 \cdot xH_2O$, $Cr_8(Ta_6O_{19})_3 \cdot xH_2O$, $CdTaO_3$, $Cd_3(TaO_4)_2 \cdot xH_2O$,

$Cd_4Ta_6O_{19} \cdot xH_2O$, $Fe(TaO_3)_2$, $Fe_3(TaO_4)_2 \cdot xH_2O$,

$Fe_4Ta_6O_{19} \cdot 42H_2O$

$\text{Mn}(\text{TaO}_3)_2$, $\text{Mn}(\text{TaO}_3)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, $\text{Mn}_4\text{Ta}_6\text{O}_{19} \cdot x\text{H}_2\text{O}$, AlTaO_4 ,
 $\text{Cu}(\text{TaO}_3)_2$,
 $\text{Cu}(\text{TaO}_3)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, $\text{Cu}_3(\text{TaO}_4)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, $\text{Cu}_4\text{Ta}_6\text{O}_{19} \cdot x\text{H}_2\text{O}$, $\text{Cd}_2\text{Ta}_2\text{O}_7$,
 $\text{Cu}_2\text{Ta}_2\text{O}_7$,
 $\text{Cd}(\text{TaO}_3)_2$, $\text{Cd}(\text{TaO}_3)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, $\text{Cd}_3(\text{TaO}_4)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, $\text{Cd}_4\text{Ta}_6\text{O}_{19} \cdot x\text{H}_2\text{O}$,
 $\text{Pb}(\text{TaO}_3)_2$
 $\text{Pb}(\text{TaO}_3)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, $\text{Pb}_3(\text{TaO}_4)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, $\text{Pb}_4\text{Ta}_6\text{O}_{19} \cdot x\text{H}_2\text{O}$, $\text{Hg}(\text{TaO}_3)_2$,
 $\text{Hg}(\text{TaO}_3)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, $\text{Hg}_3(\text{TaO}_4)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, $\text{Hg}_4\text{Ta}_6\text{O}_{19} \cdot x\text{H}_2\text{O}$, $\text{Be}(\text{TaO}_3)_2$,
 $\text{Be}(\text{TaO}_3)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, $\text{Be}_3(\text{TaO}_4)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, $\text{Be}_4\text{Ta}_6\text{O}_{19} \cdot x\text{H}_2\text{O}$, $\text{Sr}(\text{TaO}_3)_2$,
 $\text{Sr}(\text{TaO}_3)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, $\text{Sr}_3(\text{TaO}_4)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, $\text{Sr}_4\text{Ta}_6\text{O}_{19} \cdot x\text{H}_2\text{O}$, $\text{Sn}(\text{TaO}_3)_2$,
 $\text{Sn}(\text{TaO}_3)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, $\text{Sn}_3(\text{TaO}_4)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, $\text{Sn}_4\text{Ta}_6\text{O}_{19} \cdot x\text{H}_2\text{O}$, $\text{Mg}(\text{TaO}_3)_2$,
 $\text{Mg}(\text{TaO}_3)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, $\text{Mg}_3(\text{TaO}_4)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, $\text{Mg}_4\text{Ta}_6\text{O}_{19} \cdot x\text{H}_2\text{O}$, $\text{Mg}_2\text{Ta}_2\text{O}_7$,
 $\text{Sr}_2\text{Ta}_2\text{O}_7$

t.b tantalatlar belgili.

Ha'mme siyrek jer metallarinin' meta, orta ha'm geksatantallari aling'an.
 Aling'an tantallardag'i siyrek jer metallarinin' radiusinin' kishireyiwi menen
 lantannan lyutetsiyge qarap elementar yasheykanin' parametrleri kishireyip
 baradi, ma'selen, LaTaO_4 ushin ($a=7,651 \text{ \AA}$, $b=5,777 \text{ \AA}$, $c=7,823 \text{ \AA}$, SmTaO_4
 ushin $a=5,445 \text{ \AA}$, $b=4,688 \text{ \AA}$, $c=5,091 \text{ \AA}$ t.b).

Al, Ga, Zn, Sb(III), Bi(III), Fe(III), Cr(III), Ti(III), V(III) – lardin'
 ortotantalatlari sintez etilgen. A $(\text{TaO}_3)_3$ tipindegi tantalatlardin' (A- III valentli
 metallar) perovskit tipinde struktura payda etetug'inlig'i aniqlang'an.
 Tantalatlardi 1- keramikaliq usil menen, 2- aliniwi kerek bolg'an tantalatlardi
 aliw ushin metallardin' duzlari aralaspasidan olardi gidroksid formasina o'tkerip,
 son' aralaspani qizdiriw arqali, (sintezlew temperaturasi $300-500^\circ\text{C}$ g'a paseyedi)
 3-gidrotermal sintez ha'm 4- transport reaksiyalaridan paydalaniwg'a boladi.
 Eritpelerden tantaldin' ha'm metallardin' gidroksidlerin payda etip qizdirg'anda

olardin' oksidleri payda bolmastan birden tantallardin' payda bolatug'ini aniqlang'an. III valentli metallardin' tantallari oktaedr tipinde koordinatsiyalanip tantal atomlari oktaedr orayinan azg'antay jilisqan boladi. Bunday qa'siyet olarda spontanli polyarizatsiyanin' ku'sheyiwine alip keledi.

Birikpeler arasinda ximiyaliq reaksiyalar mexanizimi elege deyin toliq u'yrenilmegen. Temperaturanin' 300-500°C g'a pa'seyiwin ilimpazlar Xedvall effekti menen yag'niy, komponentler degidratsiyalang'anda, termikaliq tarqalg'anda olardin' aktivligi asiwi menen ayrim ilimpazlar aralaspada gidroksotantalatlar payda boladi, olar qizdirg'anda tantalatlarg'a o'tedi. Sol sebepli sintezlew to'men temperaturada ketedi dep tu'sindiriledi.

Usunday usillar menen temir (III), xrom (III) tin' de tantalatlari aling'an. LaTaO_4 , NdTaO_4 , $\text{Sc}(\text{TaO}_3)_3$, ScTaO_4 , $\text{Y}(\text{TaO}_3)_3$, YTaO_4 , MnTaO_4 , $\text{FeTa}_{11}\text{O}_{22}$, $\text{Fe}_2\text{Ta}_{58}\text{O}_{93}$, AlTaO_4 , ZnTaO_4 , BiTaO_4 , SbTaO_4 t.b elementlerdin' tantallari aling'an. Ha'r qiyli usillar menen meta-, orto-, di-, ha'm geksatantalatlardi aliwg'a boladi. Suwsiz metatantalat KTaO_3 ha'm NaTaO_3 suwda jaman eriydi. Akvotantalatlar suwda jaqsi eriydi. Siltili ortalig'qa tantal geksatantalat – ion ha'm har qiyli du'zilibtegi quramali politantalatlar formasinda boladi.

Yander ha'm ertel spektrofotometriya ha'm konduktometriya usillari arqali eritpelerde geksatantalat ionlarinin' u'sh tu'rli formada bolatug'inlig'in da'lilleydi. Suwli eritpelerden ha'r qiyli pH ti u'sh tu'rli akvotantalat ionlari bar kristallogidratlar bo'linip alinadi; $[\text{Ta}_6\text{O}_{19} * \text{H}_2\text{O}]^{8-}$, $[\text{HTa}_6\text{O}_{19} * \text{H}_2\text{O}]^{7-}$ ha'm $[\text{H}_2\text{Ta}_6\text{O}_{19}]^{6-}$.

Zlyukovskiy ha'm t.b avtorlar metatantalat ionlarinin' diffuziyalaniv o'lishemi koeffitsentine qarap TaO_3^- ionlarinin' polimerlenbeytug'inlig'in da'lilleydi.

Lapskiy ha'm t.b avtorlar $\text{K}_{14}\text{Ta}_{12}\text{O}_{37} * 27\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_{14}\text{Ta}_{12}\text{O}_{37} * 32\text{H}_2\text{O}$ ha'm KTaO_3 lerdi tantal atomlari (izotoplari) arasinda almasiwdin' toliq bolmaytug'inin ko'rsetti. Avtorlar bul qa'siyetti polimer ionlardin' qabatli du'zliske iye bolg'anlig'inan dep ko'rsetti. EuTaO_4 – tin' vadarod atmosferasinda

qaytarilip $\text{Eu}(\text{TaO}_3)_3$ ti payda etedi, basqa III valentli metallardin' ortotantalatlari vodorod atmosferasinda metatantalatqa o'tpeydi. Bunin' sebebi Eu- din' electron konfiguratsiyasina baylanisli boliwi kerek. Yevropiydin' III valentli birikpelerdi payda etiwinen onin' II valentli birikpelerdi payda etiw an'sat ekeni onin' electron konfiguratsiyasina baylanisli. I-II valentli metallardin' tantalatlari ha'm niobatlari tuwrali a'debiyatta jeterli mag'liwmatlar bar.

I.3. Tantalatlardin' aliniw usillari ha'm qollaniliwi

Texnikanin', ja'miyettin' rawajlaniwi joqari temperaturag'a, ha'r qiyli ortalıqqa, korroziyag'a, mexanikalıq ta'sirlerge shidamli bekkem, joqari o'tkeriwshen'lik, pezo-,di-, segneto-, piro-, elektrooptik, magnitlik,elektritlik, yarim o'tkeriwshen'lik t.b bahali qa'siyetleri bar materiallardı talap etedi. Tantalatlardi ha'r qiyli quymalarg'a qosip olardin' bekkemligin, korroziyag'a, joqari temperaturag'a, ha'r qiyli agressiv zatlarg'a shidamli materiyallardi aliwg'a boladi. Tantalatlar kosmik kemeler, raketalar, joqari tezlikte ushatug'in reaktiv samolyotlar, raketalar,joqari anıqliqta hareket etetug'in snaryadlar, agressiv ortalıqta isleytug'in priborlar ha'm a'spablar, adam organizimine ziyansiz bolg'anlig'i sebepli meditsinada ju'rek islewde, qan tamirlarin, su'yeklerdi jalg'awda t.b xaliq xojalig'inin' ha'r qiyli tarmaqlarında qollaniladi.

Tantal hawasız jayda qizdirilsa o'zinen og'ada ko'p electron shig'aradi, tek HF te eriydi basqa hesh qanday kislotlarda erimeydi. Tantalatlar keramikaliq generatorlar, pezo, elektrik priborlar, telefonlar, joqari siyimliqtag'i kondensotorlar, lazer kristallar tayarlawda, o'zinde elektr energiyasin toplaytug'inin bateriyalar tayarlawda qollaniladi.

Siyrek jer metallarinin' ortatantalatlari optik kvant generatorlardı tayarlawda qollaniladi. Tantalatlar du'zilisi boyisha titanatlarda uqsaydi. LaTaO_4 , NdTaO_4 , YTaO_4 joqari Kyuri toshkasina iye antisegeto elektrikler.

$\text{Fe}_8(\text{Ta}_6\text{O}_{19})_3 \cdot 44\text{H}_2\text{O}$ – nin' segneelektrik qa'siyeti bar. KTaO_3 , NaTaO_3 , $\text{Pb}(\text{TaO}_3)_2$ $\text{La}(\text{TaO}_3)_3$ – ler segnetoelektrik qa'siyetleri bar.

Bulardin' kristal yasheykasindag'i oktaedrlar Ta atominin' azg'antay jilisiwi sebepli TaO_6 – qiyssayg'an. Bunday halat I-II ha'm III valentli metallardin' metatantalatlarda ken'nen tayarlang'an.

Siyrek jer metallardin' tantalatlari o'zinde elektr energiyasin toplan bir jildan bes jilg'a deyin o'zinde saqlay aladi. Bunday elektrik qa'siyeti bar tantalatlar texnikada ken'nen qollaniladi. Siyrek jer metallarinin' ortatantalatlari antisegetoelektrik qa'siyetke iye, olarda Kyuri temperaturasi 500-800 °C a'tirapinda boladi, sol sebepli bunday birikpeler texnikada ken'nen qollaniladi. II valentli metallardin' segneto-, piro-, di-, t.b bahali qa'siyetleri bar. LiTaO_3 , NaTaO_3 , KTaO_3 – lerdin' piroelektrik qa'siyeti bolg'ani ushin juqa qalin'liqtag'i kondensatorlar , sezgir termometrler, xromatograflardin' detektorlarinda qollaniladi.

Joqaridag'i aytilg'arlardan ko'rinip tur III valentli metallardin' tantalatlarin sintez etiw ha'm olardin' fizika-ximiyaliq qa'siyetlerin u'yreniw tek teoriyaliq emes, praktikaliq a'hmiyetke de iye.

II. Bap. Aling'an na'tiyjeler ha'm olardi dodalaw

II.1. $\text{Bi}(\text{TaO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{BiTaO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ha'm

$\text{Bi}_8(\text{Ta}_6\text{O}_{19})_3 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$ lardi analizlew

η - nin' ma'nisi 3 bolg'anda $\eta = \text{TaO}_3 \setminus \text{Bi}^{3+}$ tu'sken sho'kpeni 2-3 ret suw menen, son' 2 % li NH_4NO_3 eritpesi menen, keyin atseton menen juwildi. Aling'an sho'kpe hawada turaqli massag'a kelgenshe keptiriledi. Ximiyaliq analiz birikpesinin' $\text{Bi}(\text{TaO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ formulasina duris keletug'inin ko'rsetedi.

Vismutti trilon B menen titrlep tantaldi analitik ta'rezide Ta_2O_5 o'lshep aniqladiq. Suwdin' mug'darin protsentlerdin' ayirmasidan taptiq. η nin' massasinin' qanday bolg'anlig'ina qaramastan sho'kpenin' quraminin' turaqli ekenligi aniqlandi.

$\eta = \text{TaO}_4^- \setminus \text{Bi}^{3+} = 1$ bolg'anda tap usinday jol menen $\text{BiTaO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ sho'kpege tu'sirildi. Ximiyaliq analiz birikpenin' $\text{BiTaO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ formulasina tuwra keletug'inin ko'rsetti.

$\eta = \text{Ta}_6\text{O}_{19}^{8-} \setminus \text{Bi}^{3+} = 0,375$ bolg'anda $\text{K}_8\text{Ta}_6\text{O}_{19} - \text{Bi}(\text{NO}_3)_3 - \text{H}_2\text{O}$ - sistemasidan payda bolg'an sho'kpege ximiyaliq analiz qilg'anda payda qilg'an birikpenin' $\text{Bi}_8(\text{Ta}_6\text{O}_{19})_3 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$ formulasina juwap beretug'inlig'i aniqlandi.

II.2. Vismut (III) tin' akvotantalatlarin derivatografiya usili menen u'yreniw

Vismuttin' akvatantalatlarin termikaliq izertlew boyinsha materiallar og'ada az. Qa'legen reaksiyada eki birikpede qandayda o'zgeris bola, ximiyaliq birikpe payda bola, issiliq shig'adi yaki jutiladi. Ko'binen ko'p ximiyaliq reaksiyalardan

payda bolg'anda issiliq shig'adi, entalpiya yaki Gibbs energiyasi kemeyedi yaki entropiya artadi.

$$\Delta b = \Delta H^{\circ} - T \Delta S^{\circ}$$

$\Delta b < 0$ denkishi boliwi kerek. Vismuttin' akvatantalatlarin termikaliq u'yreniw boyinsha materiyallardin' azlig'in esapqa alip, aling'an birikpelerdi derivatografiya usili menen u'yrendik. Bul usil termogrovimetriya menen birgelikte birikpede temperaturag'a baylanisli qanday o'zgerislerdin'bolip atirg'anin ko'rsetedi.

Aling'an vismuttin' akvotantalatlarinin' 60°C – dan baslap aq suwdi bo'lip shig'aratug'inin 150-180°C larda payda bolg'an endoeffekt suwdin' bo'linip shig'iwina, 500-620 °C lardag'i egzoeffekt rentgenoamorf birikpenin' kristalizatsiyag'a ushrag'anin ko'rsetedi. Termogravimotriya usili suwdin' 350°C larda toliq shig'ip bolg'anin ko'rsetedi. Akvomet-, akvoortatantalatlarina qarag'anda onin' akvogekstatantalatlarinan suwdin' 200-220°C larda bo'linip shig'atug'inlig'i aniqlandi. Buni vismuttin' akvotgekstatantalatinda Ta-Ta baylanislarinin' payda boliwi menen, bir atom vismutqa tuwra keletug'in kislorod atominin' ko'beyiwi menen tu'sindiriwge boladi. Vismuttin' metatantalatlari menen gekstatantalatlarinin' qizdirg'anda BiTaO₄ ha'm Ta₂O₅ ke tarqalatug'ini aniqlandi.

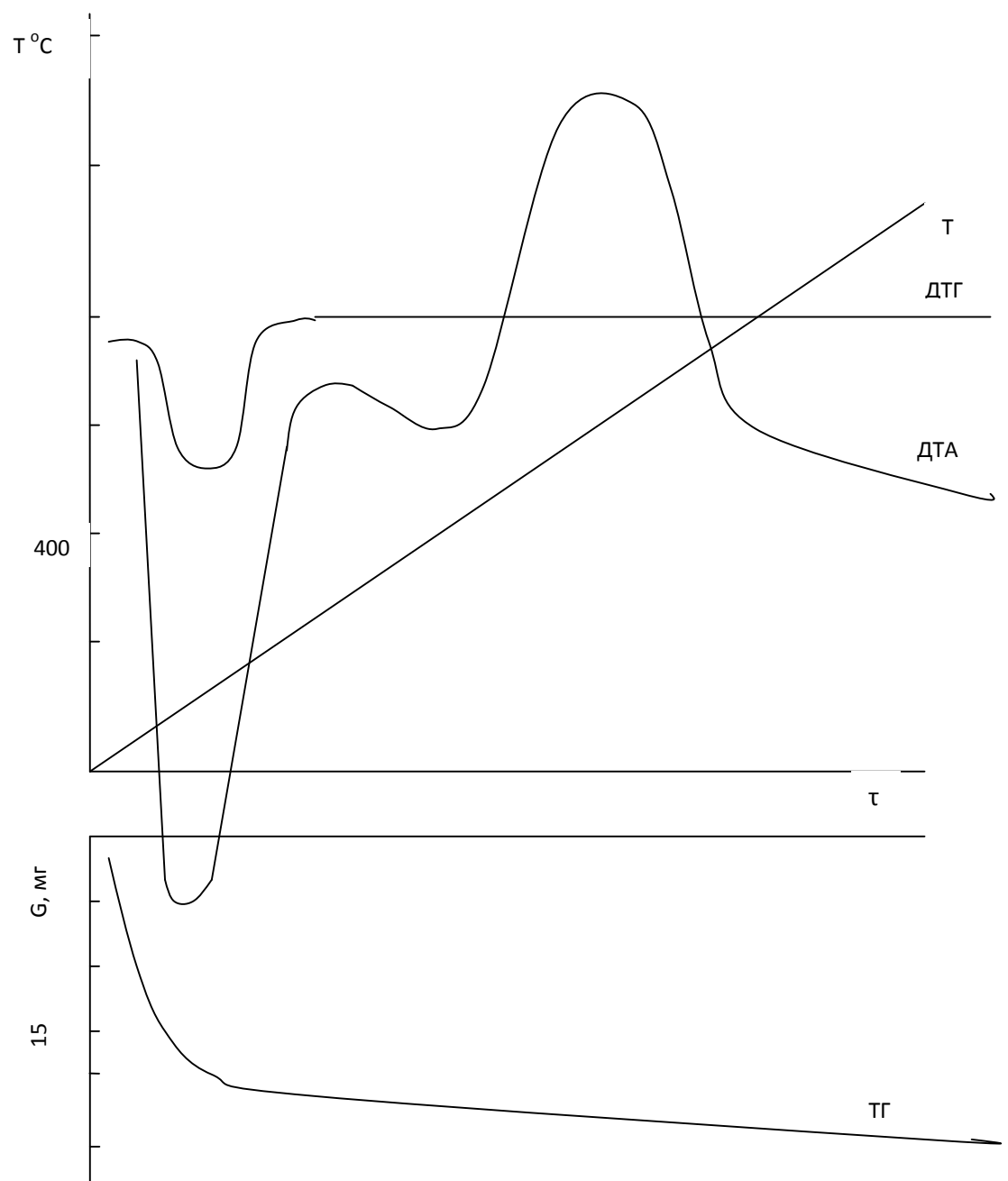


Bunday tarqaliwdin' BiTaO₄ tin' oktaedr du'ziliske iye boliwi menen, kristalda TaO₆ oktaedrlerdin' payda boliwi ha'm Ta – O baylanislarinin' turaqlig'inin' artiwi menen tu'sindiriwge boladi. Vismuttin' akvometatantalatlarinda 23,22% - Bi₂O₃, 66,03% Ta₂O₅, 10,76% H₂O bar ekenin ko'rsetse derivatografiya analiz 23,16 % Bi₂O₃, 66,08% Ta₂O₅, ha'm 10,80% H₂O bar ekenin ko'rsetedi. BiTaO₄ · 5 H₂O da ximiyaliq analiz 42,84 % Bi₂O₃, 40,62% Ta₂O₅, ha'm 16,55% H₂O bar ekenin ko'rsetse, derivatografiyalik analiz birikpede 42,18% Bi₂O₃, 40,58% Ta₂O₅, ha'm 16,56% H₂O bar ekenin ko'rsetti.

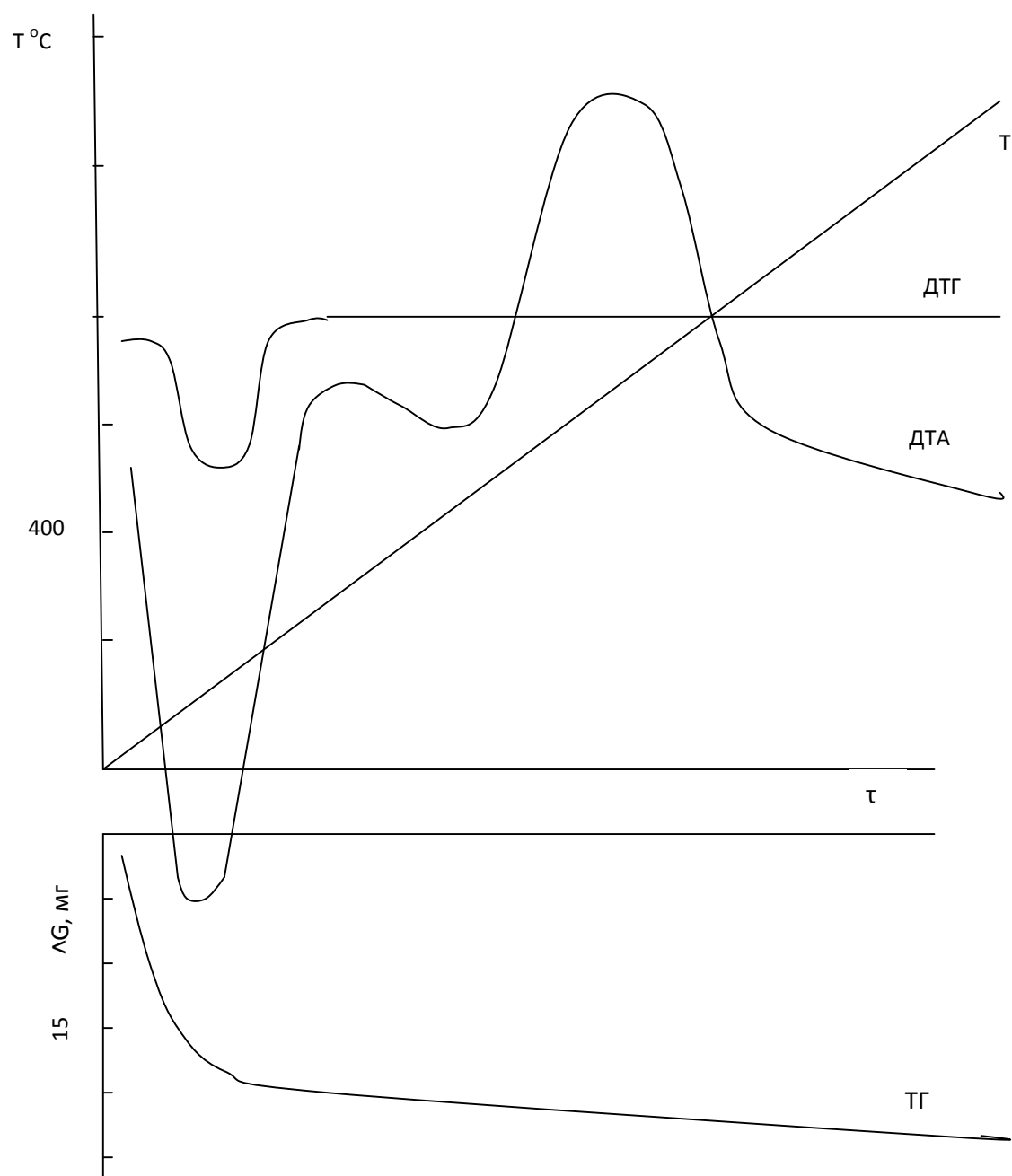
Vismuttin' akvogeksatantalatinda ximiyaliq analiz 29,05 % Bi_2O_3 , 61,48% Ta_2O_5 , ha'm 8,98% H_2O bar ekenin ko'rsetse, derivatografiyalik analiz 28,96% Bi_2O_3 , 60,92% Ta_2O_5 , ha'm 9,02% H_2O bar ekenin ko'rsetti.

Vismut (III) – tin' akvotantalatlarinin' termikaliq qa'siyetleri

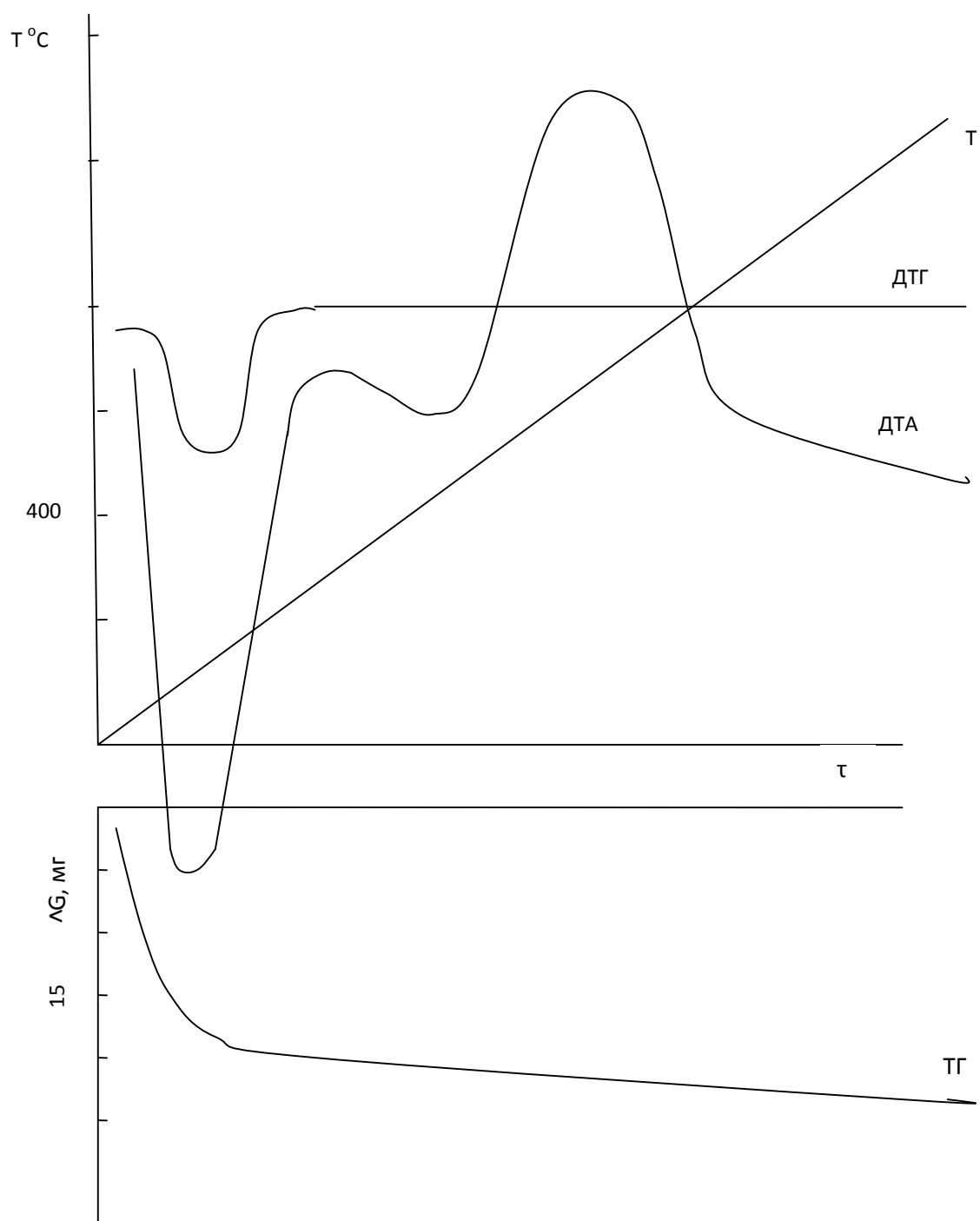
Birikpeler	Termoeffektler	
	Endotermik	Ekzotermik
$\text{Bi}(\text{TaO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	160°	520°
$\text{BiTaO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	175°	550°
$\text{Bi}_8 (\text{Ta}_6\text{O}_{19})_3 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$	220°	620°



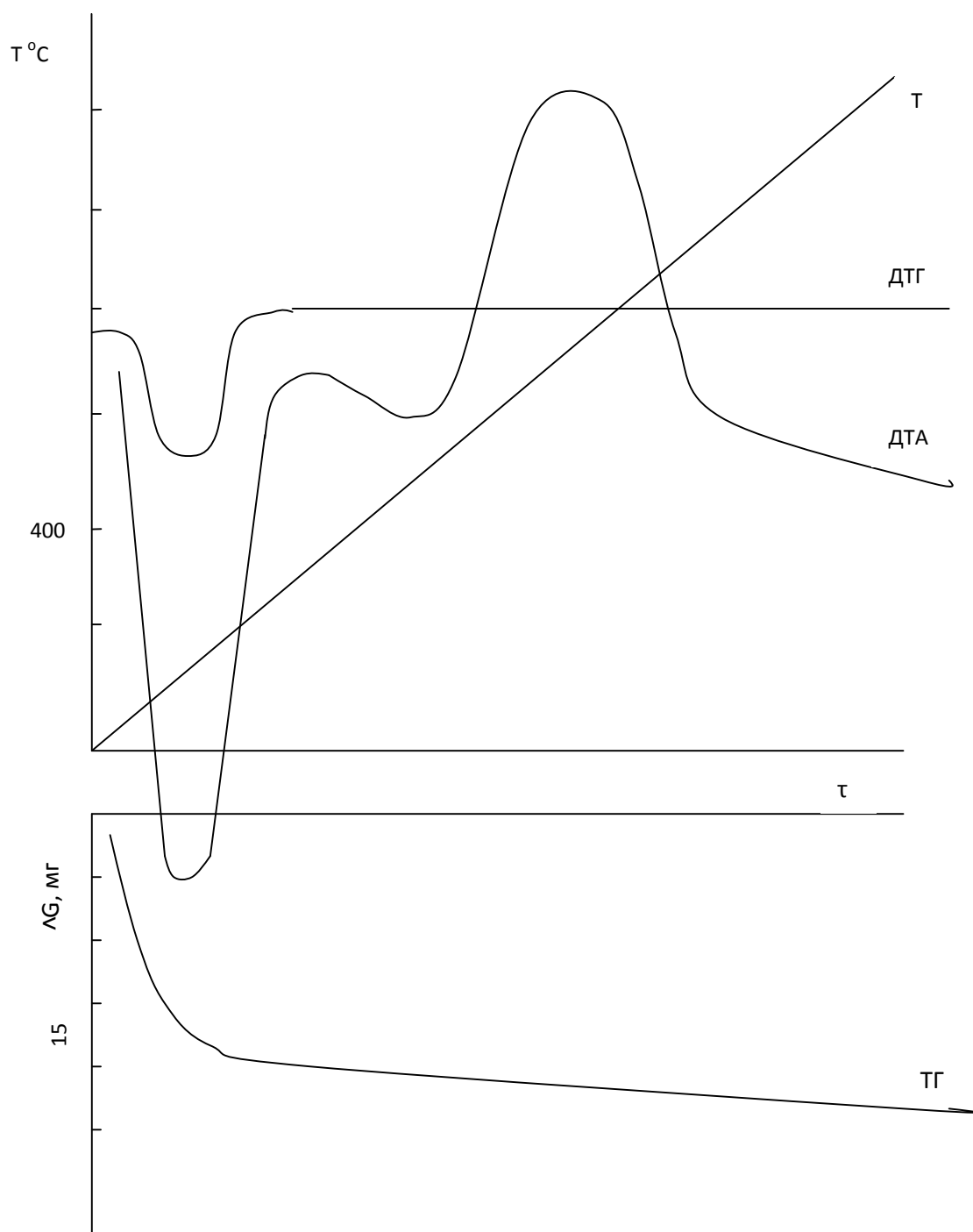
Suwret 1. $\text{Bi}(\text{TaO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ – nin' derivatogramması.



Suwret 2. $\text{BiTaO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ - nin' derivatogrammasi.



Suwret 3. $\text{Bi}_8(\text{Ta}_6\text{O}_{19})_3 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$ – nin' derivatogrammasi.



Suwret 4. $\text{KTaO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – nin' derivatogramması.

II.3. Vismut (III) tin' akvotantalatlarin rentgenofazaliq analiz usillari menen u'yreniw

Vismuttin' akvotantalatlari bo'lme temperaturasin rentgenoamorf birikpeler. Temperatura ko'terilgen sayin difraktogrammada siziqlardin' biyikligi artip aniq bola baslaydi. Vismuttin' akvotantalatlarin difraktogrammada payda bolg'an ekvoeffekt temperaturalarda 3-4 saat qizdirip olardin' difraktogrammalari alindi. Vismuttin' meta-, ha'm geksa tantalatlarinin' $\sim 750^{\circ}\text{C}$ larda BiTaO_4 ha'm Ta_2O_5 tarqalip ketetug'ini aniqlandi. BiTaO_4 tin' temperaturag'a shidamlilig'i Ta-O dag'i TaO_6 oktaedrdegi baylanislardin'turaqlilig'ina baylanisli ekenligi aniqlandi. BiTaO_4 tin' elementar Kristal yasheykelerinin' parametrleri esaplap shig'ildi.

BiTaO_4 , $a=7,61 \text{ \AA}$, $b=5,58 \text{ \AA}$, $c=7,77 \text{ \AA}$, $\alpha=89,92^{\circ}$, $\beta=77,12^{\circ}$, $\gamma=96,45^{\circ}$

Tabilg'an yasheyka parametrleri a'debiyattag'i ko'rsetkishlerdi toliq tastiyqlaydi.

$400-4000 \text{ cm}^{-1}$ aralig'inda vismut (III) tin' akvotantalatlari birdey araliqlarda turadi. Sintezlengen akvotantalatlarda suwdin' valentlik terbelisi $\bar{\nu}_{(\text{H}_2\text{O})}=3200-3500 \text{ cm}^{-1}$ (ken' ha'm intensiv formada) $1640-1670 \text{ cm}^{-1}$ oblastlarda suwdin' deformatsion terbelisi $\delta_{(\text{H}_2\text{O})}$ aniq ko'rinedi.

Bunday araliqlar koordinatsiyalang'an suw molekulalari ushin xarakterli. Suwdin' deformatsion terbelis oblastindag'i spektrleri Singleyt formada, bul sintezlengen akvoniobatlarida suwdin' koordinatsiyaliq energiyanin' bir-birine jaqin ekenin ko'rsetedi. IQ-spektrlerdin' uqsaslig'i tek suw molekulalari ushin emes, Ta-O nin' valentlik terbelis araliqlarinda ($420-850 \text{ cm}^{-1}$) ko'rinedi.

II.4. Vismut (III) tin' akvotantalatlarin IQ- spektraskopiya usillar menen u'yreniw

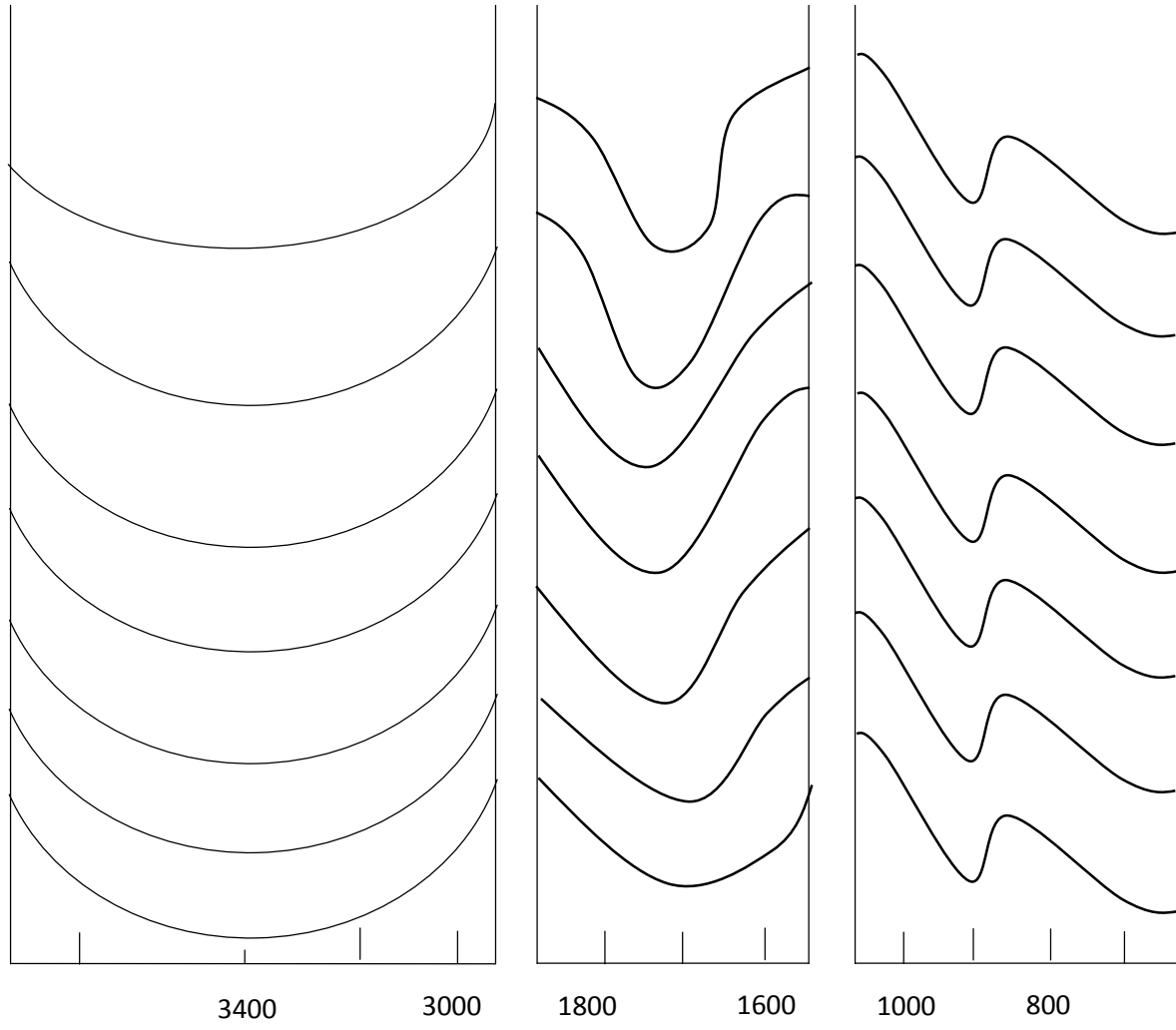
IQ- spektrler $2,5 \cdot 10^{-6} - 2,5 \cdot 10^{-5}$ metr yaki 2,5- 25 mkm yaki $400- 4000\text{sm}^{-1}$, kvant energiyasi 0,05-0,5 eb.

Hazir tolqin uzunlig'i ornina tolqin sani alinadi, sebebi energiya menen tolqin saninin' o'lishem birligi birdey boladi. IQ- spektrler ximiyaliq birikpelerdegi ximiyaliq baylanisqa qatnasqan atomlardin' terbeliw qa'ddine baylanisli boladi. Ha'r bir birikpenin' quramindag'i baylanis tu'rine, baylanisti payda etken atomlar yoki atomlar gruppasina, funktsionol gruppalarg'a qarap olardin' IQ- spektrlerdi jutiw oblastlari ha'r qiyli boladi. IQ- spektrlerde to'beleri menen baylanisqan . TaO₆ g'a tiyisli ($690-750\text{sm}^{-1}$) yamasa qabirg'alari menen baylanisqan ($860-950\text{sm}^{-1}$) oktaedrlerge tiyisli spektrler payda boladi.

Vismut (III) , natriy ha'm kaliy akvotantalatlarinin' IQ-spektrleri

Birikpeler	Valentlik terbelis $\nu_{\text{H}_2\text{O}}$	Deforma tsion terbelis $\delta_{\text{H}_2\text{O}}$	Ta-O baylanisinin' valentlik terbelisleri		
NaTaO ₃ ·2H ₂ O	3340 e.k	1660 K	865 K	600-710 K	530.o
KTaO ₃ ·2H ₂ O	3350 e.k	1670 K	870 K	620-710 K	535.o
K ₈ Ta ₆ O ₁₉ ·16H ₂ O	3240 e.k	1680 e.k	880 K	690-720 o.k	545.o
Bi(TaO ₃) ₂ ·6H ₂ O	3345 e.k	1665 e.k	875 K	710 e.k	555.o
BiTaO ₄ ·5H ₂ O	3350 e.k	1675 K	865 K	700-710 o.k	560.o
Bi ₈ (Ta ₆ O ₁₉) ₃ ·32H ₂ O	3365 e.k	1685 K	890 K	710-720 K	565.o

$\text{KTaO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{K}_3\text{TaO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{K}_8\text{Ta}_6\text{O}_{19} \cdot 16\text{H}_2\text{O}$, $\text{NaTaO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$,
 $\text{Na}_3\text{TaO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_8\text{Ta}_6\text{O}_{19} \cdot 16\text{H}_2\text{O}$, $\text{Bi}(\text{TaO}_3)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, $\text{BiTaO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$,
 $\text{Bi}(\text{Ta}_6\text{O}_{19})_3 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$ – lardin' IQ- spektrlerinin' bir-birine uqsas boliwi olardin'
 du'zilisinde bir-birine uqsas ekenin ko'rsetedi.



Suwret 5. IQ- spektrler

1. $\text{Bi}(\text{TaO}_3)_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$
2. $\text{Bi}_8(\text{Ta}_6\text{O}_{19})_3 \cdot 32 \text{H}_2\text{O}$
3. $\text{BiTaO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$

4. $\text{NaTaO}_3 \cdot 2$
5. $\text{KTaO}_3 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$
6. $\text{Na}_8\text{Ta}_6\text{O}_{19} \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$
7. $\text{K}_8\text{Ta}_6\text{O}_{19} \cdot 16 \text{H}_2\text{O}$

III.bap. Ta'jriybe bo'limi

Ta'jriybege kerekli birikpelerdi aliw

Texnikaliq Ta_2O_5 te az mug'darda Fe_2O_3 , Nb_2O_5 , TiO_2 ha'm ftor tutqan birikpeler bar. Bulardan Ta_2O_5 , Nb_2O_5 , TiO_2 lerdi temirden ajratip aliw ushin og'an konsentrlengen H_2SO_4 qosip qizdirdiq. Temir eritpege o'tti. Sho'kpeni ajratip aldiq ha'm juwdiq. Aralaspani $900^{\circ}C$ larda 2-3 saat mufel peshte qizdirdiq. Aralaspa suwig'annan keyin og'an konsentrlengen HF , H_2SO_4 ha'm $(NH_4)_2SO_4$ qosip suw vannasinda toliq erigenshe 8-10 saat qizdirdiq. Payda bolg'an ftoridli kompleksti tsiklogeksanon menen ekstraktsiya ettik, niobiy organikaliq fazag'a o'tti, tantal suwli ortalıqta qaldi.

III.1.1 $K_8Ta_6O_{19} \cdot 16H_2O$ ni aliw

Suwli fazadan tantaldi NH_4OH penen $Ta(OH)_5$ formasında sho'kpege tu'sirdik, juwdiq son' 3-4 saat $850-900^{\circ}C$ da mufel peshte qizdirdiq. Kaliy geksatantalatin platina shashkide Ta_2O_5 penen K_2CO_3 ti 1:5 mollik qatnasta qosip 2-3 saat $800-850^{\circ}C$ da mufel peshte toliq erigenshe qizdirdiq. Suyiq aralaspa suwig'annan keyin oni suwiq suwda eritip filtrledik. Filtratqa 1-2 gramm K_2CO_3 qosip konsentrlengen H_2SO_4 quyilg'an vakuum eksikatora 8-10 ku'n uslap turdiq. Eritpeden prizmatik aq tu'sli kristallar bo'linip shiqti. Oni ajratip aldiq, da'slep spirt penen son' efir menen juwdiq. Ashiq hawada turaqli massag'a kelgenshe keptirdik. Ximiyaliq analiz $K_8Ta_6O_{19} \cdot 16H_2O$ formulag'a tuwri keletug'inin ko'rsetti. Natriydin' akvotantalatlarin usi usilda aldiq. Ximiyaliq analiz birikpenin' $Na_8Ta_6O_{19} \cdot H_2O$ formulasina juwap беретug'inin ko'rsetti.

III.1.2 $K_3TaO_4 \cdot 5H_2O$ ni aliw

Kaliydin' ortatantalatinda Vidmaysser usili menen alindi. Platina shashkide Ta_2O_5 penen K_2CO_3 stexiometrik qatnasta alinip 3-4 saat 800-850°C da mufel peshte qizdirildi. Qaldiq suwda eritildi, son' filtirlendi. Filtrat konsentrlengen H_2SO_4 quyilg'an vakuum eksikatora 10-12 ku'n qoyildi. Payda bolg'an aq tu'sli untaqti analizlegenimizde, ol $K_3TaO_4 \cdot 5H_2O$ formulasina juwap berdi. Natriydin' ortatantalatinda usi usil menen alindi. Onin' quraminda $Na_3TaO_4 \cdot 5H_2O$ formulasina saykes keldi. Kaliydin' akvotantalatin Vindmaysser usili menen sintez ettik. Kaliydin' geksatantalatinin' 5% li eritpesi menen ken' ko'lemde aling'an 1:1 suw ha'm etil spirt aralaspasin qosip aldiq. Sho'kpeni 50% li spirt eritpesi, son' spirt ha'm efir menen juwdiq. Sho'kpe suwda jaqsi erigeni ushin da'slep 50% li spirttin' eritpesi menen juwildi. Aling'an aq tu'sli untaq kristallar bo'lme temperaturasinda, turaqli massag'a kelgenshe keptirildi. Sho'kpege ximiyaliq analiz jasalg'anda onin' qurami $KTaO_3 \cdot 2H_2O$ g'a tuwri keletug'ini aniqlandi. Natriydin' metaakvatantalatinda usi usil menen alindi.

III.1.3 $KTaO_3 \cdot 2H_2O$ ni aliw

Jumis ushin kaliydin' akvotantalatlari paydalanildi, sebebi natriydin' akvotantalatlarinin' suwdag'i eriwshen'ligi to'men boladi. U'lgini analitik ta'rezide o'lshep oni suwda eritip og'an mug'dari aniq bolg'an H_2SO_4 qosip, tantaldi $Ta(OH)_5$ formasinda sho'kpege tu'sirdik, suwg'a az mug'dar NH_4NO_3 qosip, keyin suw menen juwdiq. Sho'kpeni 2-3 saat dawaminda 900°C da mufel peshte qizdirip, tantaldi Ta_2O_5 formulasinda aniqladiq. Filtratti NaOH tin' titrlengen eritpesi menen titrledik. K_2O ni ketken H_2SO_4 tin' mug'dari menen, suwdi Ta_2O_5 ha'm K_2O ni qosip u'lginin' mug'daridan aling'an ayirma boyinsha taptiq. Natriydin' akvotantalatlarinda usi usilda analiz islendi. Bi(III) akvotantalatlari HNO_3 te eritildi. Tantal Ta_2O_5 formasinda Bi(III) trilonometriya usili menen aniqlandi. Bi(III) akvotantalatlarinin' quramin, payda boliv jag'daylarin biliw ushin pH potensiometriya, konduktometriya, derivatografiya,

rentgenofazaliq analiz, IQ-spektraskopiya ha'm qaldirq konsentratsiya usillarin qollandir.

Derivatografiya usili

Hamme ximiyaliq, ayrim fizikaliq protsessler a'dette issiliq jutiw menen yamasa shig'ariw menen ketedi. Jumista F.Paulik, I.Paulik ha'm L.Yerddey sistemasindag'i derivatograftan paydalandir. Pribor $K_2Cr_2O_7$ (balqiw temperaturasi $398^{\circ}C$) ha'm NaCl (balqiw temperaturasi $800^{\circ}C$) boyinsha kalibrovka etildi. U'lg'i $10^{\circ}C/min$ tezlikte $900^{\circ}C$ qa deyin qizdiriladi. Pribor termografiya ha'm termografimetriyani biriktirip, bunda termoeffektlerdi ha'm massa o'zgeriwin esapqa aladi.

Rentgenofazaliq analiz ha'm IQ-spektraskopiya

Aling'an akvotantalatlardin' du'zilisini aniqlaw ushin olardin' IQ-spektrleri IR-20 priborinda alindi. Akvotantalatlarg'a KBr qosip, joqari basimda preslenip tabletkalar islenedi. IQ-spektrler $400-4000\text{ cm}^{-1}$ araliqta o'lshenedi. $3200-3600\text{ cm}^{-1}$ araliqta suwdin' ν (H_2O) valentlik terbelisleri, $1600-1670\text{ cm}^{-1}$ de suwdin' $\delta(H_2O)$ deformatsion terbelisleri, $410-870\text{ cm}^{-1}$ araliqta Ta – O nin' valentlik terbelis spektrleri bar ekeni aniqlandi. Difraktogrammalar URS – 50 IM ustanovkasinda (CuK_2) alindi.

Sintezlengen akvotantalatlar 3-4 saat dawaminda kristalizatsiya temperaturalarinda mufel peshte qizdirildi. Pikler ha'm siziqlardin' intensivligi 100 balliq shkalada aniqlandi. Bi(III) tin' akvometa, akvoorta ha'm akvogeksatantalatlarinin' payda boliv jag'daylarin biliv ushin pH-potensiometriya, konduktometriya ha'm “qaldirq konsentratsiya” usillarin qollandir. Sistemada $Bi(NO_3)_3$ tin' konsentratsiyasi turaqli etip alinip, quyilip atirg'an $KTaO_3$ (K_3TaO_4 , $K_8Ta_6O_{19}$) – lardin' konsentratsiya ko'beytip barildi. Sistemadag'i aralaspalar 6-7 ku'n dawaminda mexanikaliq shayqatiwshilarda shayqatiladi. Sistemalarda teppe – ten'liktin' ornag'anin, pH ti o'lshep, eritpelerge ximiyaliq analiz jasap bildik. Sho'kpelerge ha'm sistemadag'i

eritpelerge ximiyaliq analiz jasaldi. pH ti standart buffer eritpeler menen kalibrlengen LPU – 01 priborinda o'lishdik. Eritpelerdin' elektr o'tkeriwshen'ligin Kolraushtin' kompensatsiyali ko'pirik sxemasi tiykarinda aniqladiq.

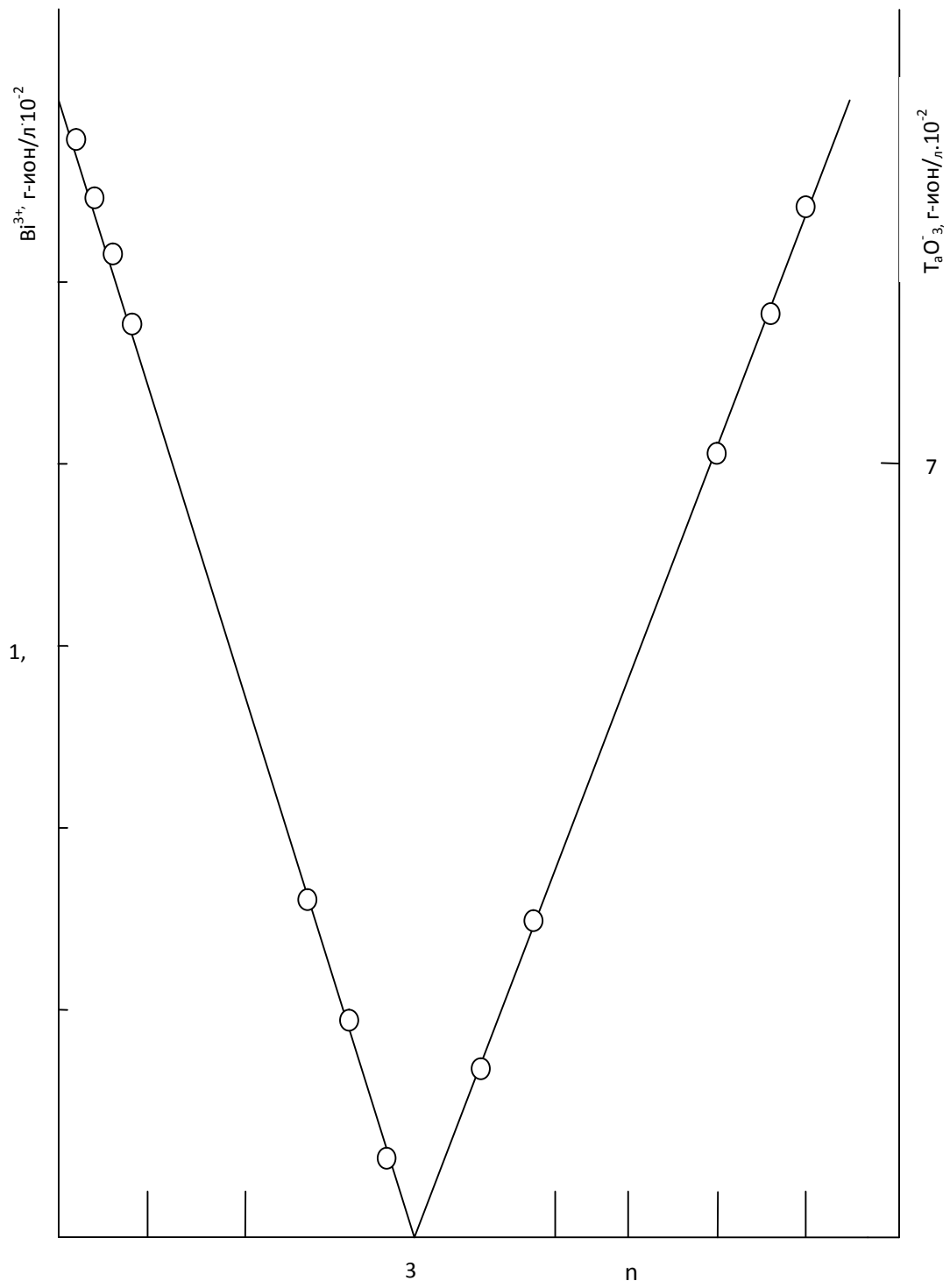
III.2.1 $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 - \text{KTaO}_3 - \text{H}_2\text{O}$ sistemasin u'yreniw

Ta'jriybe ushin $\text{Bi}(\text{III})$ nitratinin' "analiz ushin taza" degen markasidan paydalaniladi. Ta'jriybede $n=\text{TaO}_3 \setminus \text{Bi}^{3+}$ ge qatnasi 0,20 den 8,00 ge deyin alindi. Sistemada Bi^{3+} tin' konsentratsiyasi 0,025 mol boldi. $N=3$ bolg'anda Bi^{3+} ionlari toliq sho'kpege o'tti, buni konduktometriya, pH- potentsiometriya metodlari ha'm ximiyaliq analiz ko'rsetti. n -nin' ma'nisi o'sse de $\text{Bi}(\text{TaO}_3)_3$ KTaO_3 eritpesinde erimeydi. Izertlengen araliqta sho'kpenin' qurami turaqli bolatug'ini aniqlandi. Bi^{3+} ti trigonometriya tantaldi Ta_2O_5 formada aniqlandi.

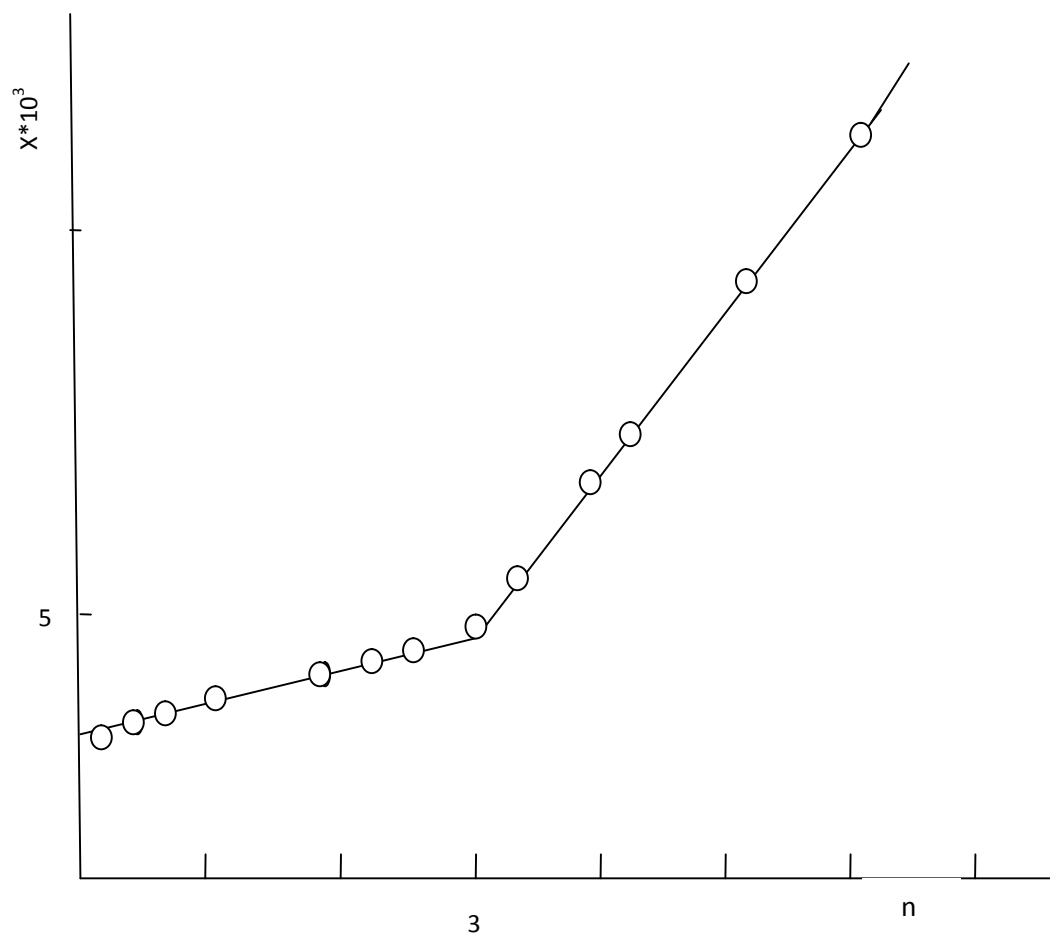
Bi (NO₃)₃ - KTaO₃-H₂O sistemasin u'yreniwidin' juwmaqlari

$$(C_{\text{Bi}}(\text{NO}_3)_3 = 0,0250 \text{ mol(l)})$$

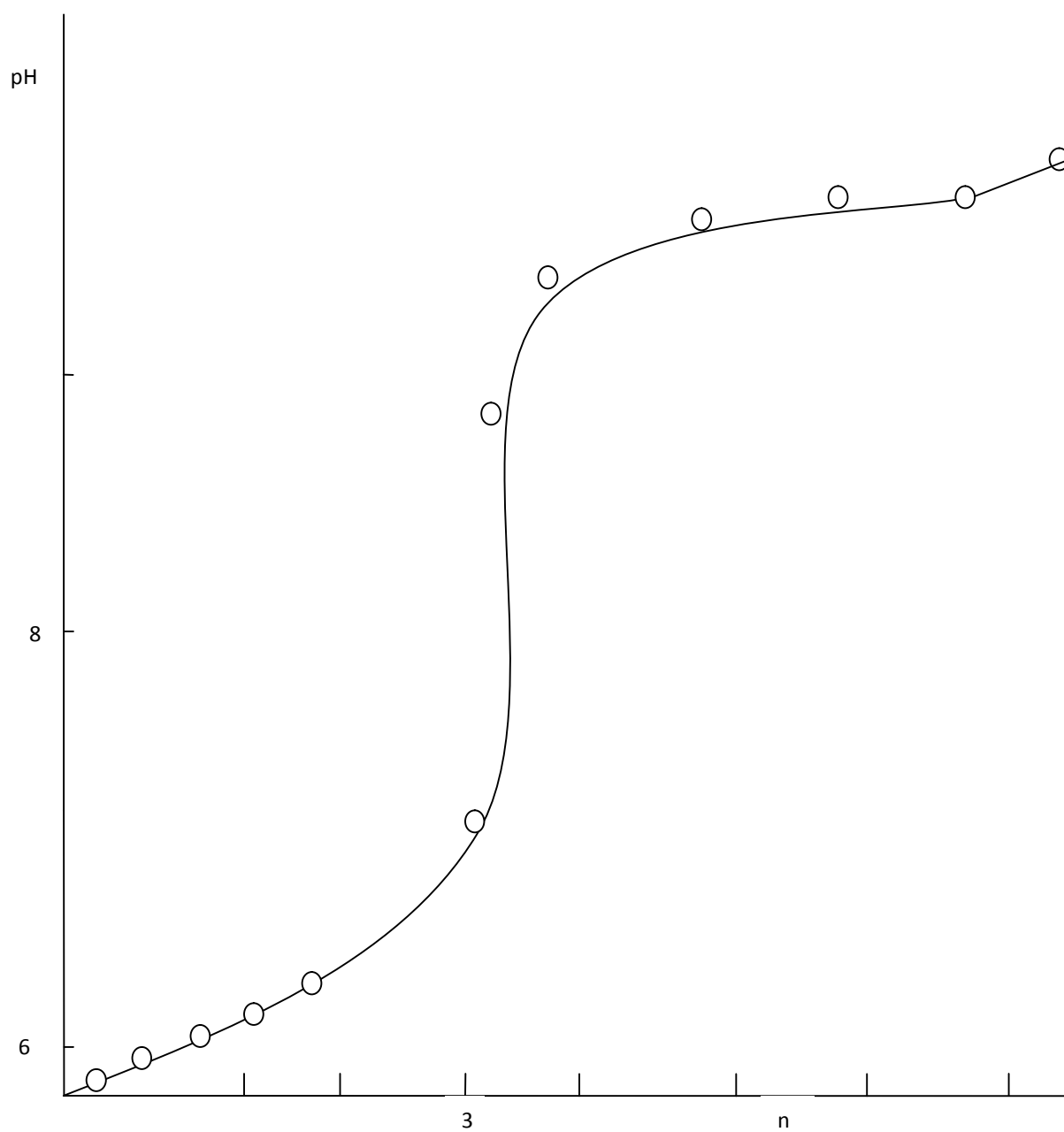
η	Sistemag'a kiritildi TaO_3^- g-ion/l * 10 ⁻²	Suyiq fazadan tabildi g-ion/l ⁰¹⁰⁻²		Sho'kpeden tabildi g-ion/l ⁰¹⁰⁻²		Sho'kpedegi qatnas	pH
		C_{Bi}^{3+}	$C_{\text{TaO}_3^-}$	$\Delta C_{\text{Bi}}^{3+} =$ $C_{\text{Bi}}^{0\ 3+} - C_{\text{Bi}}^{3+}$	$\Delta C_{\text{TaO}_3^-} =$ $C_{\text{TaO}_3^-}^0 - C_{\text{TaO}_3^-}$	$\eta = \frac{C_{\text{TaO}_3^-}}{3 \setminus C_{\text{Bi}}^{3+}}$	
0,20	0,50	2,34	-	0,36	0,50	3	5,86
0,50	1,25	2,08	-	0,42	1,24	3	6,06
0,80	2,00	1,84	-	0,66	2,00	3	6,20
1,00	2,50	1,67	-	0,84	2,50	3	6,46
2,00	5,00	0,84	-	1,66	5,00	3	6,76
2,50	6,25	0,42	-	2,06	6,25	3	6,90
2,90	7,25	0,08	-	2,42	7,25	3	7,36
3,00	7,50	-	-	2,50	7,50	3	8,96
3,10	7,75	-	0,24	2,50	7,50	3	10,28
3,50	8,76	-	1,25	2,50	7,50	3	10,40
4,00	10,00	-	2,50	2,50	7,50	3	10,66
5,00	12,51	-	5,51	2,50	7,50	3	10,88
6,00	15,00	-	7,50	2,50	7,50	3	11,20
7,00	17,50	-	10,50	2,50	7,50	3	11,20
8,00	20,00	-	12,50	2,50	7,50	3	11,20



Suwret 6 Bi^{3+} ha'm TaO_3^- ionlarinin' n -ge baylanislilig'i



Suwret 7. $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 - \text{KTaO}_3 - \text{H}_2\text{O}$ konsentratsiyalarinin' elektr o'tkeriwshen'likke baylanislig'i



Suwret 8. Bi^{3+} ha'm TaO_3^- konsentratsiyalarinin' pH - g'a baylanislilig'i

III.2.2. $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 - \text{K}_3\text{TaO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ sistemasin u'yreniw

Sistema $n=\text{TaO}_4^{3-} \setminus \text{Bi}^{3+} = 0,10 - 8,00$ aralig'inda u'yrenildi. $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ tin' konsentratsiyasi $0,025 \text{ mol/l}$ etip alindi. $n=1,00$ bolg'anda sistemadag'i Bi^{3+} toliq sho'kpege tu'sedi. Sistemani konduktometriya ha'm pH – potensiometriya usillari menen $n=1,00$ bolg'anda Bi^{3+} tin' toliq sho'kpege tu'skeni, n -nin' ma'nisinin' artqani menen, yag'niy K_3TaO_4 tin' mug'dari ko'p boliwina qaramastan sho'kpenin' erimegeni, onin' quraminin' turaqli ekeni aniqlandi. Bi^{3+} ti trilonometrik, tantal Ta_2O_5 formasinda aniqladiq.

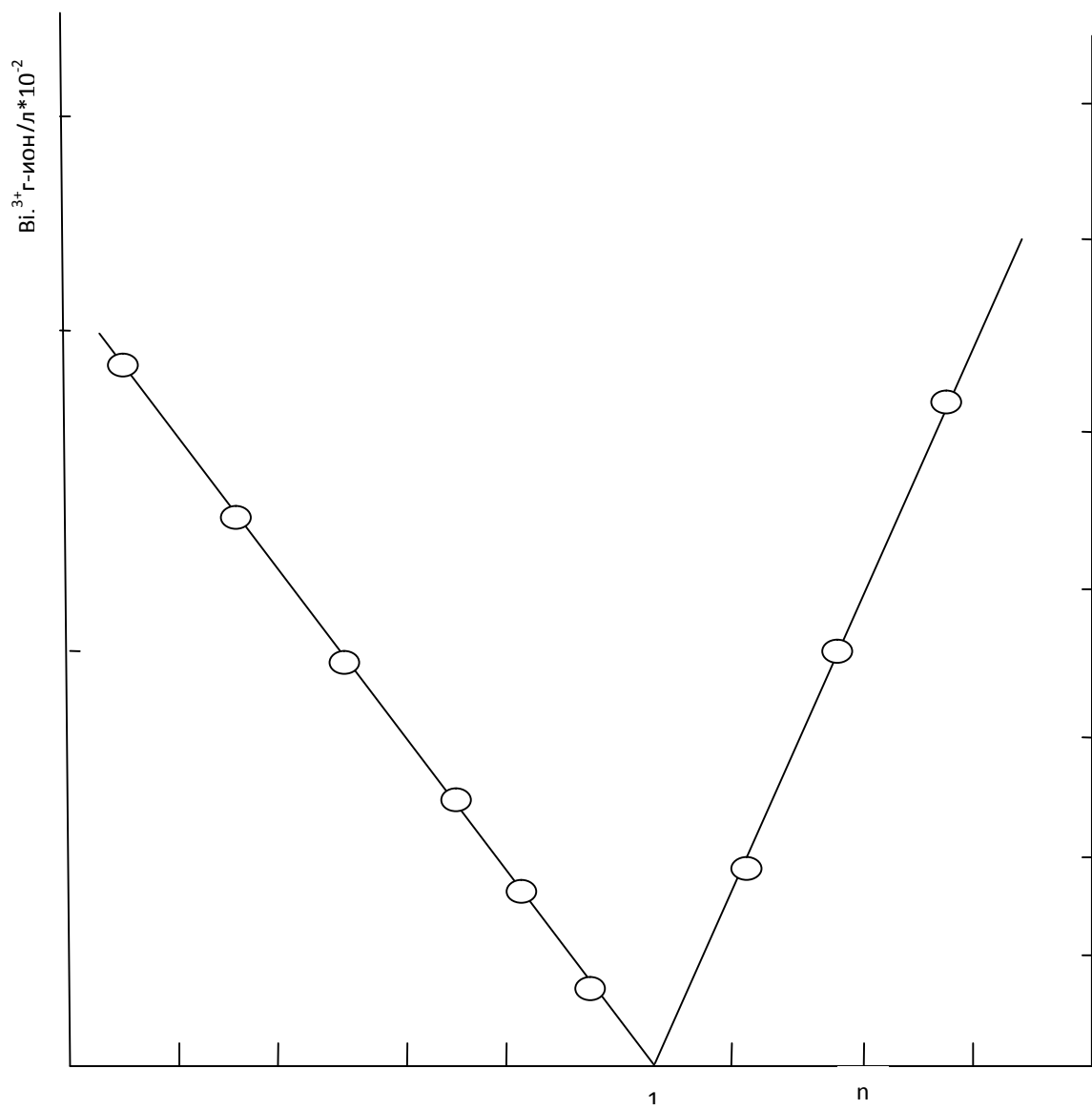
III.2.3. $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 - \text{K}_8\text{Ta}_6\text{O}_{19} - \text{H}_2\text{O}$ sistemasin u'yreniw

Ta'jriybe ushin $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ tin' “analiz ushin taza” markasidan paydalanildi. Sistemada Bi^{3+} tin' konsentratsiyasi $0,0267 \text{ mol/l}$ etip alindi. Sistemadag'i $\text{K}_8\text{Ta}_6\text{O}_{19}$ tin' konsentratsiyasi $0,27 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$ den $26,74 \cdot 10^{-2} \text{ mol/l}$ ge shekem arttirilip barildi.

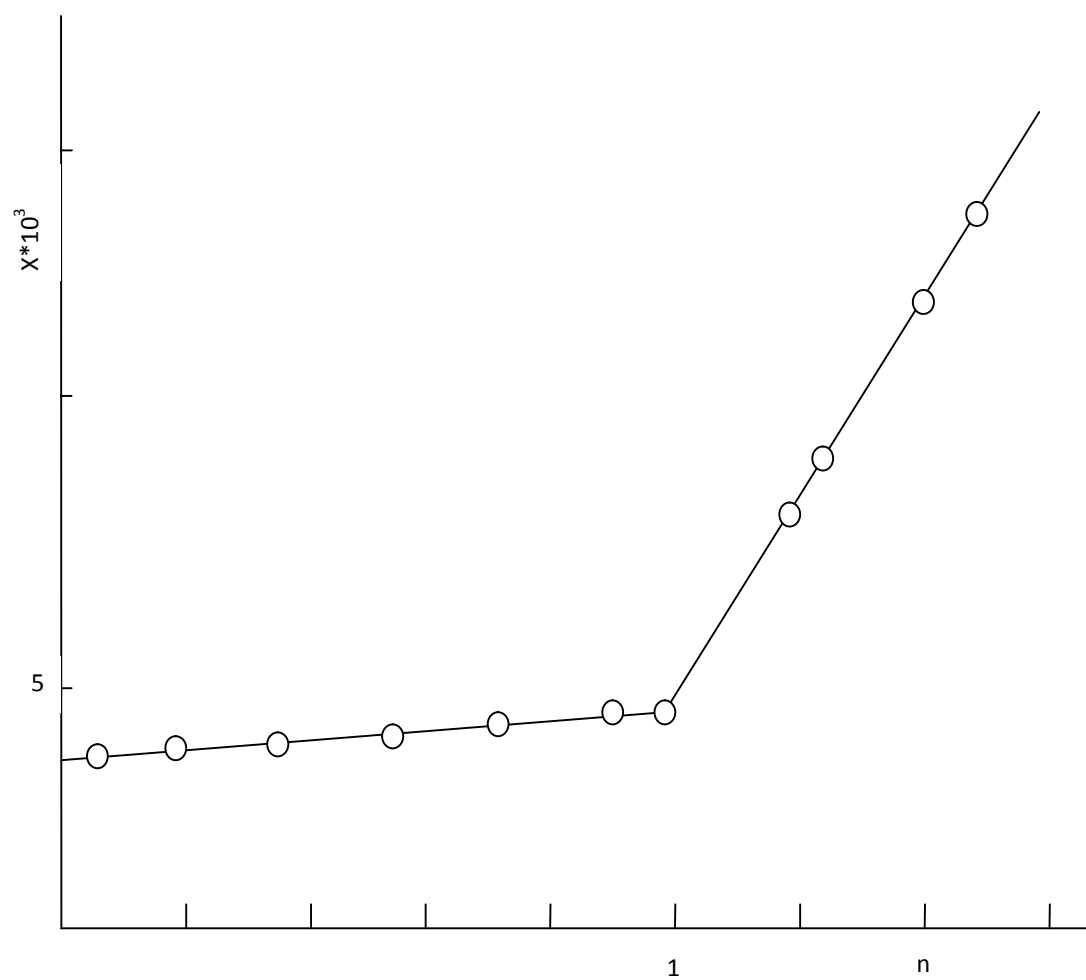
$\eta = \text{Ta}_6\text{O}_{19}^{8-} \setminus \text{Bi}^{3+} = 0,10$ nan $8,00$ ge deyingi araliqta sistema pH-potensiometriya, konduktometriya ha'm “qaldiq konsentratsiya” usillari menen u'yrenildi. Sistemadag'i idislar 4-5 ku'n dawaminda mexanikaliq shayqatiwshilar ja'rdeminde sistemada teppe-ten'lik ornag'ansha shayqatilib turildi. Sistemada teppe – ten'liktin' ornag'anin suyuq fazag'a analiz jasaw menen ha'm pH-ti o'lshew ja'rdeminde aniqladiq. Sistemada teppe – ten'lik ornag'anda suyuq ha'm sho'kpedegi elementlerdin' konsentratsiyasi o'zgermeydi. $\eta=3$ ke ten' bolg'anda sistemadag'i barliq Bi^{3+} tin' sho'kpege tu'setug'inlig'i aniqlandi, oni pH ha'm elektro'tkeriwshen'lik siziqlarinda birden sekirip o'zgergeni tastiylaydi. η =nin' ma'nisinin' qanday boliwina qaramastan sho'kpenin' quraminin' turaqli bolatug'ini aniqlandi.

Bi (NO₃)₃ - K₃TaO₄-H₂O sistemasin izertlewdin' juwmaqlari(C_{Bi} (NO₃)₃ =0,0250 mol/l

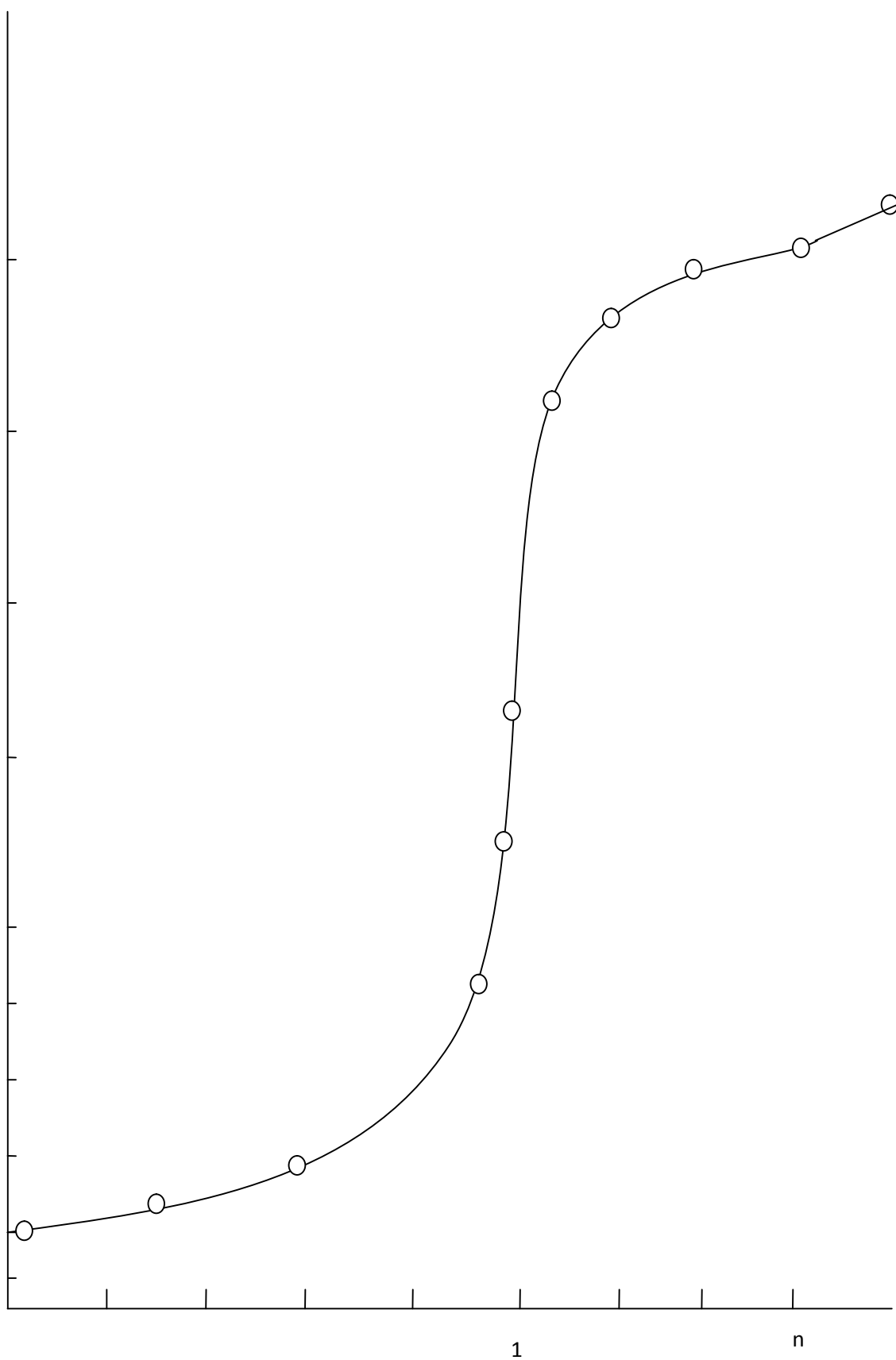
η	Sistemag'a kiritildi TaO ₄ ³⁻ g-ion/l *10 ⁻²	Suyiq fazadan tabildi g-ion/l ¹⁰⁻²		Sho'kpeden tabildi g-ion/l ¹⁰⁻²		Sho'kpede gi qatnas	pH
		C _{Bi} ³⁺	C _{TaO4} ³⁻	ΔC _{Bi} 3 ⁺⁼ C _{Bi} ³⁺ - C _{Bi} ³⁺	ΔC _{TaO4} ³⁻⁼ C _{TaO4} ³⁻ - C _{TaO4} ³⁻	η = C _{TaO4} ³⁻ / C _{Bi} ³⁺	
0,10	0,25	2,25	-	0,25	0,25	1	5,90
0,30	0,75	1,75	-	0,74	0,75	1	6,20
0,50	1,25	1,25	-	1,25	1,25	1	6,60
0,60	1,50	1,00	-	1,50	1,49	1	6,90
0,80	2,00	0,50	-	1,98	2,00	1	7,36
0,90	2,25	0,25	-	2,25	2,25	1	7,70
1,00	2,50	-	-	2,50	2,50	1	9,10
1,10	2,75	-	0,24	2,50	2,50	1	10,06
1,20	3,00	-	0,51	2,50	2,50	1	10,30
1,40	3,50	-	1,01	2,50	2,50	1	10,60
2,00	5,00	-	2,50	2,50	2,50	1	10,89
3,00	7,50	-	5,50	2,50	2,50	1	11,10
4,00	10,00	-	7,50	2,50	2,50	1	11,30
5,00	12,50	-	10,00	2,50	2,50	1	11,30
6,00	15,00	-	12,50	2,50	2,50	1	11,30
7,00	17,50	-	15,00	2,50	2,50	1	11,30
8,00	20,00	-	17,50	2,50	2,50	1	11,30



Suwret 9. Bi^{3+} ha'm TaO_4^{3-} ionlarinin' n -ge baylanislilig'i



Suwret 10. $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 - \text{K}_3\text{TaO}_4 - \text{H}_2\text{O}$ konsentratsiyalarinin' elektr o'tkeriwshen'likke baylanislilig'i

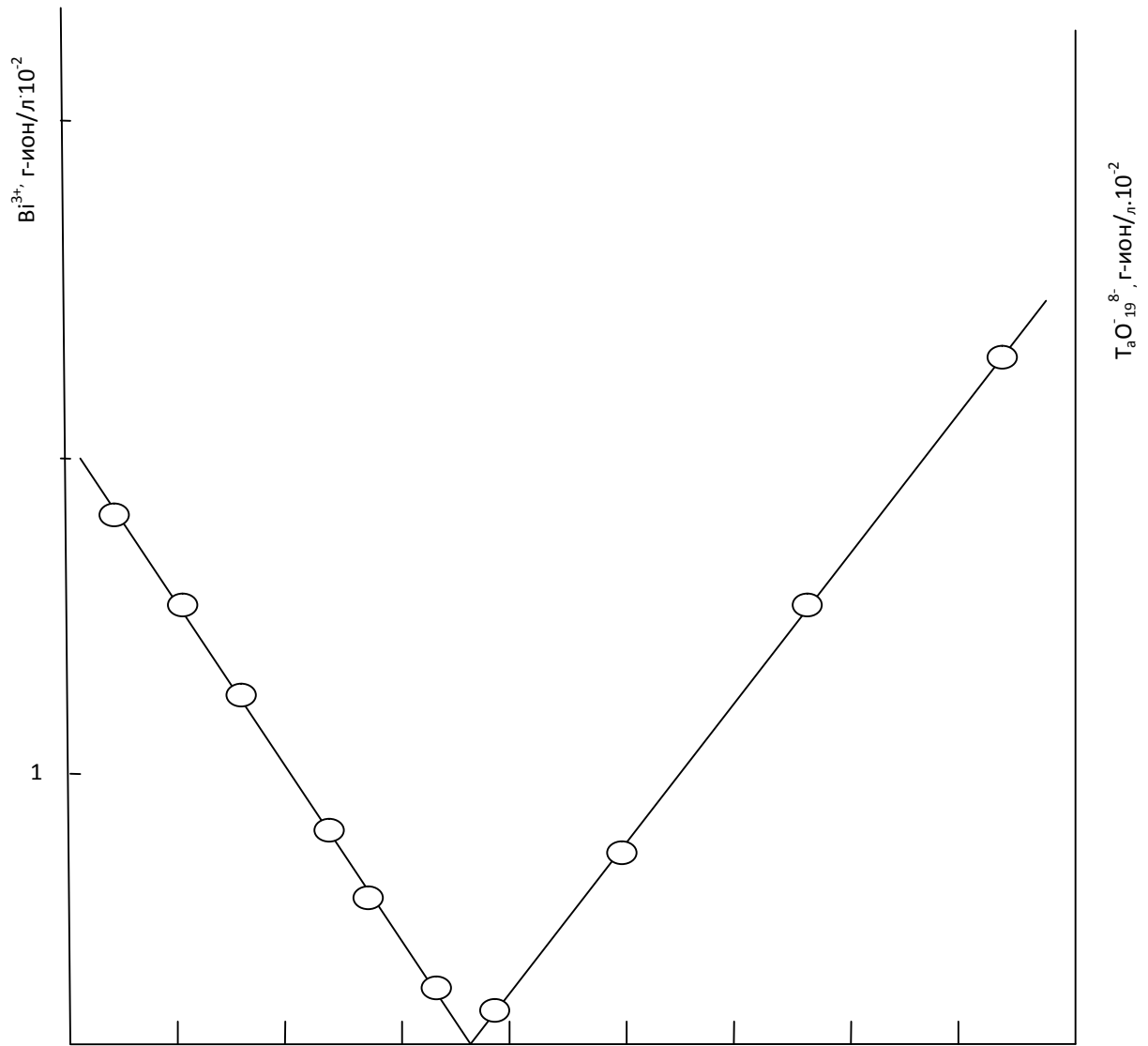


Suwret 11. Bi^{3+} ha'm TaO_4^{3-} konsentratsiyalarinin' pH-g'a baylanislilig'.

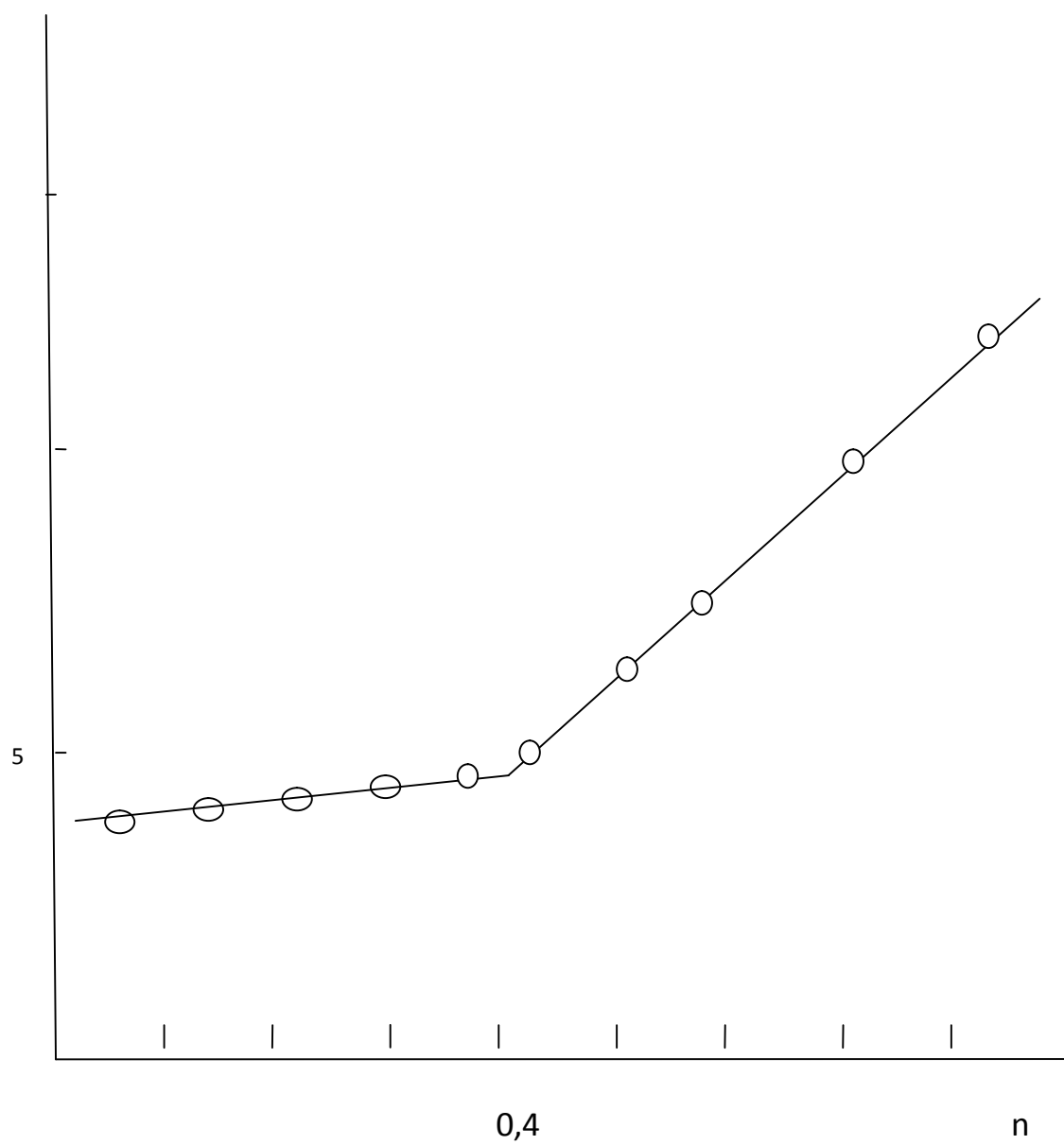
Bi (NO₃)₃ - K₈Ta₆O₁₉-H₂O sistemasin izertlewdin' juwmaqlari

(C_{Bi} (NO₃)₃ =0,0267 mol/l

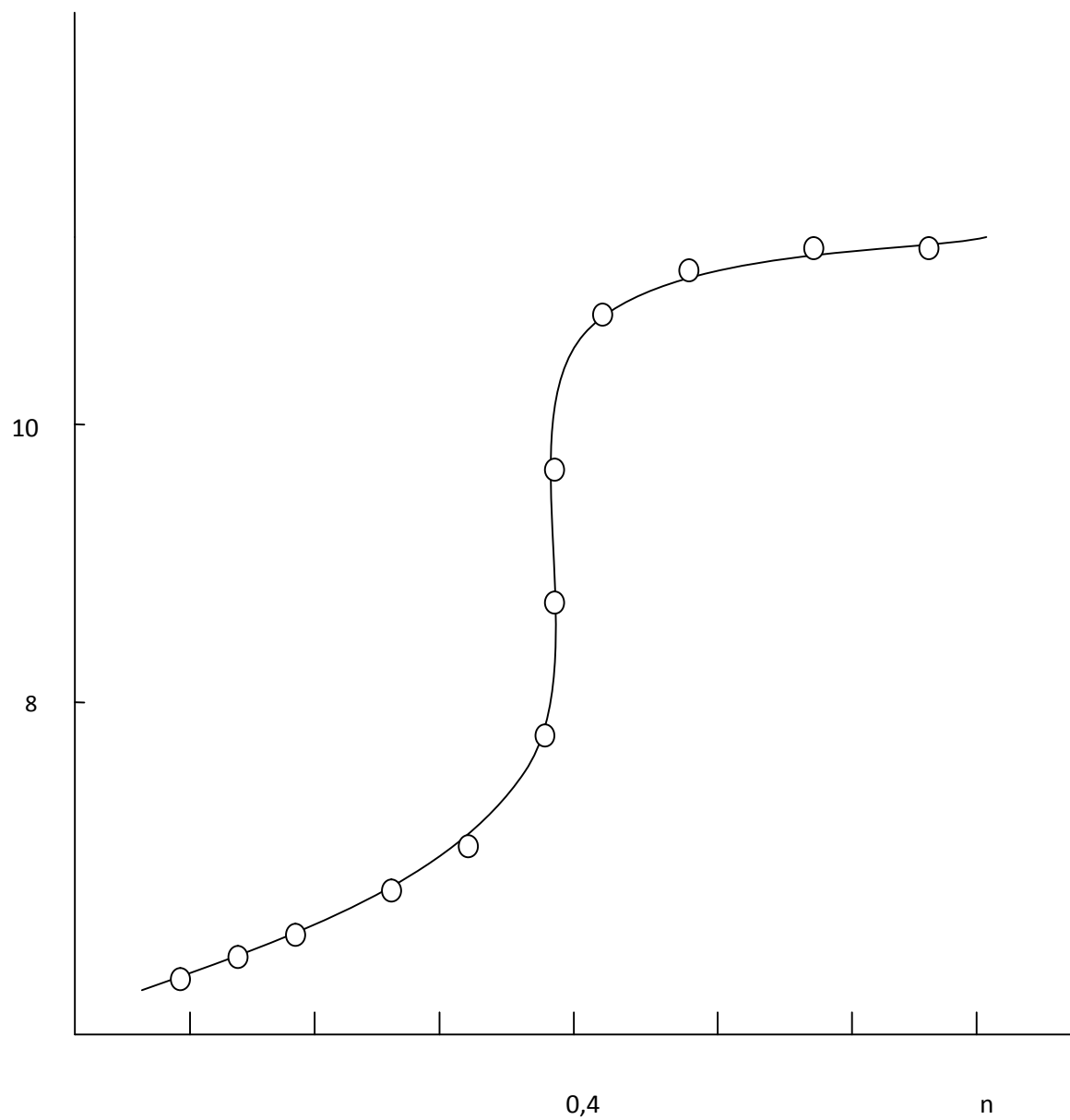
η	Sistemag'a kiritildi Ta ₆ O ₁₉ ⁸⁻ g-ion/l *10 ⁻²	Suyiq fazadan tabildi g-ion/l ⁰¹⁰⁻²		Sho'kpeden tabildi g-ion/l ⁰¹⁰⁻²		Sho'kpedegi qatnas	pH
		C _{Bi} ³⁺	C _{Ta6O19} ⁸⁻	$\Delta C_{Bi}^{3+} =$ $C_{Bi}^{3+} - C_{Bi}^{3+}$	$\Delta C_{Ta6O19}^{8-} =$ $C_{Ta6O19}^{8-} - C_{Ta6O19}^{8-}$	$\eta = \frac{C_{Ta6O19}^{8-}}{C_{Bi}^{3+}}$	
0,10	0,27	1,95	-	0,72	0,375	0,27	5,48
0,15	0,40	1,59	-	1,08	0,375	0,40	5,70
0,20	0,55	1,20	-	1,44	0,375	0,54	6,20
0,25	0,67	0,88	-	1,79	0,375	0,66	6,60
0,30	0,80	0,54	-	2,12	0,375	0,74	6,96
0,35	0,94	0,16	-	2,50	0,375	0,94	7,36
0,375	1,00	-	-	2,67	0,375	1,00	8,68
0,40	1,07	-	0,07	2,67	0,375	1,01	10,02
0,50	1,34	-	0,34	2,67	0,375	1,00	10,18
0,80	2,14	-	1,64	2,67	0,375	1,00	10,32
1,00	2,67	-	1,67	2,67	0,375	1,01	10,56
1,20	3,19	-	2,19	2,67	0,375	1,00	10,76
1,80	4,81	-	3,81	2,67	0,375	1,00	11,10
2,00	5,35	-	4,34	2,67	0,375	1,00	11,10
3,00	8,02	-	7,02	2,67	0,375	1,00	11,10
4,00	16,04	-	15,04	2,67	0,375	1,01	11,10
6,00	21,38	-	20,38	2,67	0,375	1,00	11,10
8,00	26,74	-	25,74	2,67	0,375	1,01	11,10



Suwret 12. Bi^{3+} ha'm $\text{Ta}_6\text{O}_{19}^{8-}$ ionlarinin' n -ge baylanislilig'i



Suwret 13. $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 - \text{K}_8\text{Ta}_6\text{O}_{19} - \text{H}_2\text{O}$ konsentratsiyalarinin' elektr
o'tkeriwshen'likke baylanislilig'i



Suwret 14 . Bi^{3+} ha'm $\text{Ta}_6\text{O}_{19}^{8-}$ konsentratsiyalarinin' pH -g'a baylanislilig'i.

Juwmaq

$\text{KTaO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{K}_3\text{TaO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{K}_8\text{Ta}_6\text{O}_{19} \cdot 16\text{H}_2\text{O}$ suvli ortalıqtan bo'linip alindi ha'm qurami aniqlandi. Konduktometriya, pH- potensimetriya ha'm "qaldıq konsentratsiyasi" usillari menen Bi^{3+} - $\text{KTaO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$, Bi^{3+} $\text{K}_3\text{TaO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, Bi^{3+} , $\text{K}_8\text{Ta}_6\text{O}_{19} \cdot \text{H}_2\text{O}$ sistemalari u'yrenildi. U'yrenilgen sistemalarda Bi^{3+} : TaO_3^- , Bi^{3+} : TaO_4^{3-} ha'm Bi^{3+} : $\text{Ta}_6\text{O}_{19}^{8-}$ qanday qatnasta alinbasin sho'kpelerdin' qurami turaqli bo'latug'ini aniqlandi. Suvli ortalıqtan $\text{Bi}(\text{TaO}_3)_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, $\text{BiTaO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ha'm $\text{Bi}_8\text{Ta}_6\text{O}_{19} \cdot 42\text{H}_2\text{O}$ sintez etildi.

Derivatografiya usili menen sintezlengen vismut (III) tin' akvotantalatlarinin' 60-70 °C atrapında aq suvdi jog'alta baslaytug'inlig'in, 180-220°C atrapında derivatogrammada endoeffekt payda bolatug'inlig'in, 550-650°C larda ekzoeffekt payda bolip, onin' kristalizatsiyag'a baylanisli ekenligi aniqlandi. IQ-spektraskopiya usili menen vismut (III) metaakvo-, ortoakvo-, ha'm geksaakvotantalatlarinin' du'zilisi tekserilip, suvdin' ku'shli vodorod baylanis payda etetug'inlig'i, bulardin' hammesinin' de du'zilisinin' uqsas ekenligi, qabirg'alari, to'beleri menen yamasa qaptal diywallari menen (ta'rep) baylanisqan TaO_6 tipindegi oktaedrlar ekenligi aniqlandi. Rentgenofazaliq analiz usili menen vismut (III) tin' akvotantalatlarinin' bo'lme temperaturasında rentgenoamorf ekzoeffekt temperaturalarında kristalizatsiyag'a ushraytug'inlig'i aniqlandi. Vismut (III) tin' akvogeksatantalattin' ha'm akvometatantalattin' 700°C larda vismut (III) tin' ortatantalatlarina ha'm Ta_2O_5 ke tarqalatug'ini aniqlandi. Kaliydin' akvotantalatlarinin' natriydin' akvotantalatlarina qarag'anda suvda jaqsi eriytug'inlig'i aniqlandi. $\text{KTaO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{K}_3\text{TaO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{K}_8\text{Ta}_6\text{O}_{19} \cdot 16\text{H}_2\text{O}$ suvdag'i eriwshen'ligi aniqlandi.

Paydalanilg'an a'debiyatlar

1. Смоленский Г.А.- К вопросу возникновения электричества-Докл., 1951, т.76, Н 4, 519-522 с.
2. Смоленский Г.А., Крайник Н.Н.- Сегнетоэлектрики и анти сегнетоэлектрики –И.: Наука, 1968, -184 с.
3. Беляев И.Н.- Зависимость сегнетоэлектрических свойств кристаллов перовскита от характера химической связи.-, серия физ, 1958, т.22, Н 12, 1436-1440 с.
4. Горощенко Я.Г.- Химия ниобия и тантала.-К.: Наукова думка, 1965, 482 с.
5. Файрбротер Ф.-Химия ниобия и тантала.-К.: Наукова думка, 1965,486 с.
6. Rose N.-Veber Lie un terniobsauren salze.-I. Podd.Ann. 1861. V.113, p.292-304
7. Гибало И.М.- Аналитическая химия ниобия и тантала.-М.: Наука, 1967,-352 с.
8. Безруков В.И., Лапицкий А.В., Власов Л.Г.-О взаимодействии метаниобата калия с солями некоторых металлов.-Вест. МГУ, сер.хим, 1963, т.11, Н 4, 65-66 с.
9. Iander, Ertel. Veber Niobsauren und wasserloslche alkaliniobate.-I. Inorg.Nucl.Chem, 1960, V.14, N4, p 71-90
10. Лапицкий А.В., Безруков В.И., Власов Л.Г.- Растворимые ниобата некоторых переходных метталлов.- Изв.высш.учебн.завед. Химия и хим.технология, 1964, т 7, Н 2, 175-179 с.
11. Зюльковский Ю.Г. и др. –Изучение коэффициентов сомодиффузей водного раствора метаниобата калия и продуктов его взаимодействия с щавеловой кислотой.- Вестн. МГУ, сер.хим, 1962, т11, Н 2, 42-46 с.
12. Пчелкин В.А, Лапицкий А.В, Спицын Викто.И. –Изучение изотопной обмена между различными типами солей ниобиевой кислоты. –Ж неорган, химии, 1956, т 1, Н 4, 841-851 с

13. Хотутников В.А, Черняк А.С, Бацуев А.А. и др. –Изучение состава свойств и механизма старения гидрооксидов ниобия и тантала.- Иркутск, 1976.18 с
14. Лапицкий А.В, Ситанов Ю.П, Ярембаш Е.И. –О некоторых свойствах пятиоксида ниобия. –Ж. физ.химии, 1952, т 26, Н 1, 56-57 с
15. Пospelова Л.А, Лапицкий А.В, Артамонова Е.П. –Исследование растворяющего действия воды и минеральных кислот на пятиокиси ниобия и тантала. –Ж. неорганической химии, 1956, т 1, Н 4, 650-659 с
16. Балукoва В.Д, Захаров И.А, Ермолаев В.М. -Особенности образования ниобатов щелочноземельных элементов на основе полимерной гидроокиси ниобия в гетерогенной системе. -В сб.: XI Менделеевe»: съезд по общ и прикл. химии Реф.докл. сообщц, -М.: Наука, 1975, Н 1, 114 с
17. Безруков В.И, Лапицкий А.В , Власов Л.Г. -О взаимодействий калия с солями некоторых металлов. -Вест. МГУ, сер.хим,1963, т 11, Н 4, 65-66 с
18. Лапицкий А.В. и др.-Термографическое и рентгенографическое исследование процессов обезвоживания ниобатов натрия и калия. -ЖНХ, 1956, т 1, Н 8, 1776-1783
19. Мамбетов А.А, Аббасова Ф.Г. -Щелочной метод синтеза ниобатов без сплавления. -Уч.Зап.Азерб ун-та, серия хим.и, 1968, Н 4, 3-9
20. Лапицкий А.В и др. -О получении гетерониобатов некоторых переходных металлов. -Докл, 1964, т 154, Н 4, 868-870
21. Спицин В.И, Лапицкий А.В . -Термографическое исследование процессов взаимодействия Nb_2O_5 с NaOH.-ЖНХ, 1956, т 1, Н 8, 1771- 1775
22. Windmaisser F. Zur Kenntmis Kaliniabate. -Oster. Chem.Z, 1942, Bd-45, s 201-206
23. Иона Ф, Ширане. Сегнетоэлектрические кристаллы -М: Мир, 1965, 555 с
24. Спицин В.И, Лапицкий А.В. –Термографическое исследование процессов взаимодействия Nb_2O_5 с NaOH. –ЖНХ, 1956, т 1, Н 8, 1771-1775
25. Сыч М.А, Голуб М.А. -Ниобаты и танталаты трёхвалентных металлов.-Успехи химии, 1977, т 46, Н 3, 417-444 с

26. Крылов Е.И и др –Об изомерии медных солей кислот ниобия и тантала. – Докл, 1960, т 130, Н 3, 556-558 с
27. Пчёлкин И.А, Лапицкий А.В. –Безводные метаниобаты и метатанталаты щелочных металлов. –Ж.общ-химии, 1954, т 24, 1101-1105 с
28. Лапицкий А.В и др –Исследование растворимости безводных метатанталатов щелочных металлов. –Ж.общ.химии, 1955, т 25, Н 10, 1866-1870
29. Самсонов Г.В, Константинов В.И. -Тантал и ниобий. -М.: Металлург издат, 1959, 19 с
30. Сыч М.А. Танирбергенов Б и др. -Оксидные фазы $(\text{P}_{1-0}\text{Nb}_n)_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ с пирокладной и слоистой перовскитоподобной структурой. Вестник КГУ, 1988, Н 29, 67-72 с
31. Танирбергенов. Б и др. -Изучение состояния воды в аквониобатах переходных металлов. ЖНХ, 1983, т 28, в 2, 319-32

