

Polarografické sledovanie tvorby komplexov ortuťnatých iónov s *mezo*-formou a racemickou formou 2,3-diaminobutánu

J. KÖNIGSTEIN, S. STANKOVIANSKY, M. HERKELOVÁ

Katedra analytickej chémie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského, Bratislava

Študovali sa komplexotvorné vlastnosti *mezo*-formy a racemickej formy 2,3-diaminobutánu s ortuťnatými iónmi polarografickou metódou. Odvodil sa teoretický vzťah pre výpočet konštant komplexity komplexov Hg^{2+} s látkami komplexonového typu, v ktorých pomer Hg^{2+} k ligandu je 1 : 2. Disociačné konštanty sa stanovili potenciometricky. Získané výsledky sa porovnali s hodnotami pre príslušné tetraoctové kyseliny a navrhli sa aj štruktúrne vzorce komplexov.

Mezo-forma a racemická forma 2,3-diaminobutánu podobne ako im zodpovedajúce tetraoctové kyseliny [1] poskytujú pri anodickom rozpúšťaní ortuti polarografické vlny, posúvajúce sa so vzrastajúcim pH smerom k negatívnejším hodnotám potenciálu, ktoré sú vhodné na stanovenie konštant komplexity polarografickou metódou podľa odvodených vzťahov (pôvodne navrhnutých B. Matyskom a I. Kösslerom [2] pre podobné komplexy v pomere ortuti k ligandu 1 : 1) pre prípady, že pomer ortuti ku komplexotvornému činidlu je v komplexe 1 : 2. Potenciometrickými titráciami sme stanovili príslušné hodnoty pK_1 a pK_2 obidvoch látok. Z posunu $E_{1/2}$ anodických vln v závislosti od pH meraných roztokov a disociačných konštant sme polarograficky stanovili konštanty komplexity normálnych komplexov obidvoch látok s ortuťnatými iónmi. Reverzibilitu elektródových dejov sme sledovali oscilopolarograficky a porovnávaním $E_{1/2}$ anodických, anodicko-katodických a katodických vln [1, 3, 4]; pomocou získaných údajov o reverzibilitate sme korigovali priemerné hodnoty $\log K_{\text{HgX}_2}$ (logaritmov konštant komplexity) [1, 5]. Z koncentračných pomerov pri štúdiu reverzibility metódou porovnávania $E_{1/2}$ sme stanovili, v akých molárnych pomeroch organickej zložky a kovu sa študované komplexy tvoria, z čoho možno usudzovať aj na ich štruktúru [5, 6].

Teoretická časť

Závislosť polvlnových potenciálov anodických vln obidvoch amínov od pH je daná vzťahom, získaným spojením Petersovej rovnice pre potenciál elektródy, Ilkovičovej rovnice polarografickej vlny pre difúzny prúd a podmienky rovnováhy danej konštantou komplexity [2].

Komplex o zložení ortuť ku ligandu 1 : 2 vzniká podľa reakcie



Pre konštantu stability vyplýva:

$$K_{\text{HgX}_2} = \frac{[\text{HgX}_2^{2-}]}{[\text{Hg}^{2+}] \cdot [\text{X}^{2-}]^2}. \quad (2)$$

Z rovnice (2) dosadením do vzťahu (1) v práci [2] a ďalej dosadením:

$$[\text{X}^{2-}]^2 = \frac{C^2}{A^2}, \quad (3)$$

kde C je koncentrácia voľného komplexotvorného činidla, platí pre C pri študovaných amínoch disociovaných do druhého stupňa:

$$C = [\text{H}_2\text{X}] + [\text{HX}^-] + [\text{X}^{2-}], \quad (4)$$

$$A = \frac{[\text{H}^{2+}] + [\text{H}^+]K_1 + K_1K_2}{K_1K_2} \quad (5)$$

(Výraz A vyjadruje závislosť disociácie komplexotvorného činidla od pH a K_1 a K_2 sú príslušné disociačné konštanty.) Vzťah (1) v práci [2] prejde tým na vzťah

$$E = E_0 + \frac{RT}{2F} \ln \frac{[\text{HgX}_2^{2-}] \cdot A^2}{K_{\text{HgX}_2} \cdot C^2}, \quad (6)$$

ktorý sa líši od analogického vzťahu (5) v práci [2].

V prípade reakcie Hg^{2+} s komplexotvorným činidlom v pomere 1 : 2 konštantnosť súčtu komplexotvorného činidla voľného a viazaného do komplexu vo všetkých vzdialenostiach od elektródy za podmienky rovnosti difúzných koeficientov vstihuje vzťah

$$C = 2[\text{HgX}_2^{2-}] = \text{const.} \quad (7)$$

Obdobne ako postupovali B. Matyska a I. Kössler [2], dospeje sa ku konečnému vzťahu:

$$E_{1/2} = E_0 + \frac{RT}{2F} \ln \frac{A^2}{K_{\text{HgX}_2} \cdot C}. \quad (8)$$

z čoho pre $\log K_{\text{HgX}_2}$ pri $t = 20^\circ\text{C}$ a číselnom vyjadrení konštant vyplýva:

$$\log K_{\text{HgX}_2} = (E_0 - E_{1/2})/0,029 + \log \frac{A^2}{C}. \quad (9)$$

Výsledný vzťah (9) je podobný výrazu, ktorý uvádzajú J. Heyrovský a J. Kůta [9] pre viacligandové komplexy, ak posun $E_{1/2}$ k negatívnejším hodnotám nezávisí od pH, ale iba od koncentrácie komplexotvorného činidla.

Vo vzťahu (9) E_0 je normálny potenciál nekomplexného redoxného systému Hg/Hg^{2+} a má hodnotu 615 mV proti nasýtenej kalomelovej elektróde. Aby sme mohli namiesto aktivít použiť koncentrácie, merali sme pri kon-

štantnej iónovej sile $\mu = 0,1$ a v zmysle Debyeovej—Hückelovej teórie sme hodnotu E_0 korigovali na 578 mV

Pretože vlna anodického rozpúšťania ortuti v roztoku obidvoch študovaných látok bola oproti nekomplexnému systému značne posunutá k negatívnejším hodnotám $E_{1/2}$, svedčí to o veľkej stálosti vzniknutých komplexov. Výška limitného prúdu anodických vln nezávisela od času, čím je splnená podmienka okamžitého ustalovania mobilnej rovnováhy v meranom systéme. Zo smerníc závislosti výšky anodickej a katodickej vlny od koncentrácie sme zistili, že pomer druhých odmocnín difúzných koeficientov sledovaných amínov a ich komplexov s ortuťou sa rovnal približne 1, takže sa nemusel vo vzťahu (6) a v ďalších vzťahoch brať do úvahy.

Lineárna závislosť $E_{1/2} - E$ od $\log \frac{A^2}{C}$ v bode $E_{1/2} = E_0 = 0$, ak $\log K_{\text{HgX}_2} = \log \frac{A^2}{C}$ umožňuje stanoviť konštanty komplexity graficky.

Tvorba hydroxokomplexov, resp. hydrogénkomplexov, prípadne zánik posunu $E_{1/2}$ v kyslejších a zásaditejších oblastiach pH nedovoľuje zahrnúť výsledky meraní za týchto podmienok do výpočtu priemerných hodnôt $\log K_{\text{HgX}_2}$, lebo tieto nesúhlasia s teoreticky odvodenými vzťahmi.

Experimentálna časť

Polarografické vlny sa registrovali na čs. polarografe typu LP-55. Pracovalo sa v Kalomelovej nádobke opatrenej temperovacím plášťom. Indikačnú elektródu tvorila ortuťová kvapková elektróda, kým referentnú elektródu s pomerne veľkým ortuťovým dnom kvôli zmenšeniu polarizácie elektródy na minimum. Za tým istým účelom sa ortuť v kalomelovej elektróde pokryla tenkou vrstvičkou kalomelovej pasty. Tým sa zmenšil posun $E_{1/2}$ anodických vln v dôsledku polarizácie elektródy k pozitívnejším hodnotám potenciálu. Konštantná teplota 20 °C sa počas meraní udržiavala termostatom typu Höppler. Merania sa robili s voľnými amínmi (ktoré sa získali vydestilovaním z príslušných chloridov) v octanových, boritanových a Brittonových—Robinsonových tlmivých roztokoch. Polarografované roztoky sa pred registráciou 10 minút prebublávali dusíkom, vyčisteným pyrogalolom, aby sa odstránil kyslík, ktorý pri anodicko-katodickom zapojení spôsobuje prechod anodických vln do katodických vln kyslíka. Bolo možné používať len čerstvé, v chladničke udržiavané roztoky, lebo i nepatrné množstvo plesní malo za následok miznutie anodických vln. Tlmivé roztoky sa konzervovali pridaním kvapky toluénu. Konštantná hodnota iónovej sily ($\mu = 0,1$) sa počas všetkých meraní udržiavala pridaním KNO_3 ako indiferentného elektrolytu. Na registráciu anodicko-katodických a katodických vln sa pridávali ióny Hg^{2+} v podobe $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$.

Disociačné konštanty sa stanovili potenciometricky na prístroji Radiometer fy Endrupvej Kopenhagen, Dánsko. Na tomto prístroji sa merali aj pH hodnoty pracovných tlmivých roztokov. Ako indikačná elektróda sa použila tienená elektróda G 200 B a ako porovnávacía elektróda nasýtená kalomelová elektróda. Zaznamenávalo sa pH (presnosť $\pm 0,01$ pH, rozsah 1—12 pH) v závislosti od ml pridávaného faktorizo-

vaného 0,5 N-NaOH alebo N-NaOH [7]. Hodnoty sa odčítavali na mikrobyrete po premiešaní roztoku a po dvojminútovom ustálení potenciálu. Aj pri týchto meraniach sa termostatom udržiavala teplota 20 °C a konštantná iónová sila 0,1. Koncentrácia komplexotvorných činidiel bola $\times 10^{-2}$ M, objem 20–50 ml roztoku, množstvo pridávaného líhu 0,03–0,05 ml.

Závislosť $dE/dt = f(E)$ sa oscilopolarograficky sledovala na polaroskope fy Křižík, n. p., za použitia prúdovej ortuťovej elektródy v prostredí octanových tlmivých roztokov. Koncentrácia komplexotvorných činidiel pri polarografických meraniach bola rádovo 10^{-3} M. Objem polarografovaných roztokov bol 10 ml.

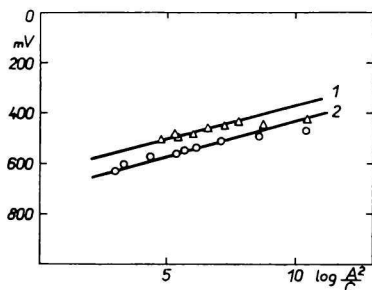
Všetky použité chemikálie boli čistoty p. a. Mezo-forma a racemická forma 2,3-diaminobutánu boli zosyntetizované na Katedre analytickej chémie Farmaceutickej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave. Štandardy na nastavenie pH podľa Sörensena boli výrobok fy Merck, Darmstadt, NSR. Ostatné chemikálie sú výrobkami fy Chemapol a Lachema ČSSR.

Výsledky a diskusia

Obidve študované komplexotvorné činidlá poskytovali v určitej oblasti pH (najmä v neutrálnej) vyvinuté a vyhodnotiteľné anodické vlny. Ich polvlnový potenciál okrem pH závisel aj od koncentrácie komplexotvorného činidla, ako to vyplýva z rovnice odvodenej pre $\log K_{\text{HgX}_2}$. Jednotlivé série meraní sa preto uskutočňovali pri konštantnej koncentrácii komplexotvorného činidla 10^{-3} M. Potenciál $E_{1/2}$ sa posúval k negatívnejším hodnotám so stúpajúcimi hodnotami pH.

Charakter vln je difúzny, čo vyplýva zo sledovanej priamej úmernosti výšky vln v závislosti od koncentrácie komplexotvorného činidla a druhej odmocniny z výšky ortuťového rezervoára.

Mezo-forma 2,3-diaminobutánu dávala vyvinuté vlny v oblasti pH 2–12. V intervale pH 2–5 nenastával však posun $E_{1/2}$ s rastúcim pH, ale prejavil sa až pri hodnotách pH 5–12. Vypočítanú priemernú hodnotu $\log K_{\text{HgX}_2} = 25,0$ bolo potrebné korigovať na oscilopolarograficky i metódou porovnávania $E_{1/2}$ zistenú malú ireverzibilitu systému, zodpovedajúcu 15 mV Kori-

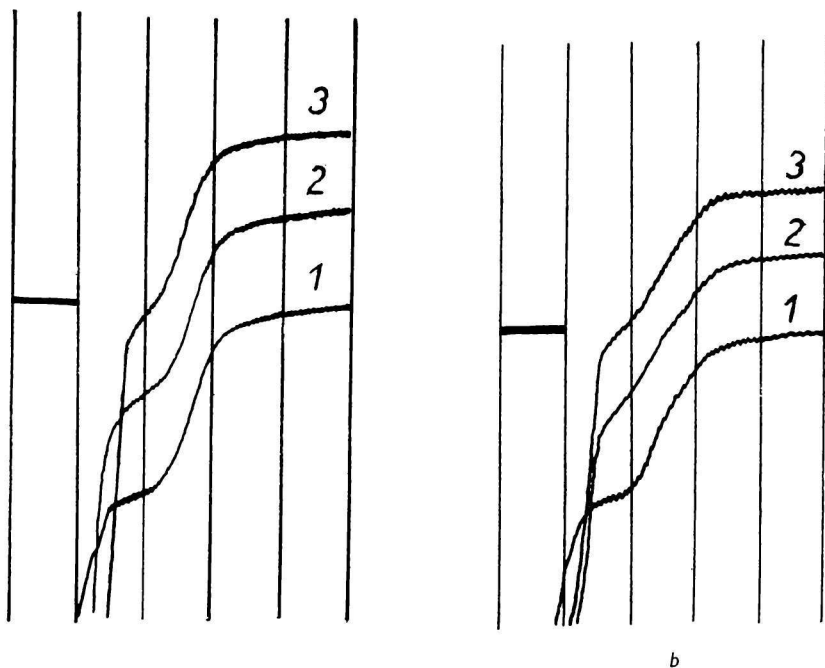


Obr. 1. Závislosť $E_{1/2} - E_0$ od $\log A^2/C$.
Konštanty komplexity komplexov ortuti s racemickou formou 2,3-diaminobutánu (1) a s mezo-formou 2,3-diaminobutánu (2) sa stanovili graficky extrapoláciou;

$$E_{1/2} - E_0 = 0.$$

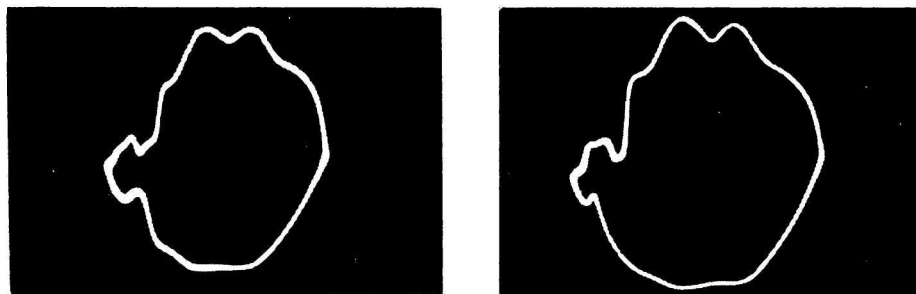
govaná priemerná hodnota $\log K_{\text{HgX}_2} = 25,2$. Stanovené priemerné hodnoty disociačných konštánt sú $pK_1 = 6,93$ a $pK_2 = 10,25$.

Racemická forma 2,3-diaminobutánu poskytovala vyvinuté anodické vlny v oblasti pH 3—10, pričom použiteľné na vyhodnotenie (posúvajúc sa s pH) boli len v intervale pH 4,3—9,6. Priemernú hodnotu $\log K_{\text{HgX}_2} = 23,7$ nebolo treba korigovať, lebo i keď oscilopolarograficky sme konštatovali nepatrnú ireverzibilitu, nebol badateľný nijaký rozdiel v $E_{1/2}$ anodickej, anodicko-katodickej a katodickej vlny, takže systém sme mohli považovať za prakticky polarograficky reverzibilný. Zistené hodnoty disociačných konštánt $pK_1 = 6,91$ a $pK_2 = 10,19$ sa prakticky úplne zhodujú s hodnotami disociačných konštánt, nameranými pri *mezo*-forme, čiže obidve formy sú čo do bazicity ekvivalentné (obr. 1—3).



Obr. 2. Porovnanie $E_{1/2}$ anodickej (1), anodicko-katodickej (2) a katodickej (3) vlny:
 a) komplexu racemickej formy 2,3-diaminobutánu s ortuťou v Brittonovom—Robinsonovom tlmivom roztoku o pH 9,4, začiatok vln od -160 mV proti NKE;
 b) komplexu *mezo*-formy 2,3-diaminobutánu s ortuťou v Brittonovom—Robinsonovom tlmivom roztoku o pH 9,8, začiatok vln od -260 mV proti NKE.
 Koncentrácia činidiel pri vlnách: 1. $6 \cdot 10^{-4}$ M- H_2X ; 2. $6 \cdot 10^{-4}$ M- $\text{H}_2\text{X} + 1 \cdot 10^{-4}$ M- Hg^2
 3. $6 \cdot 10^{-4}$ M- $\text{H}_2\text{X} + 3 \cdot 10^{-4}$ M- Hg^{2+} .
 Anodicko-katodické zapojenie, 100 mV/abs., citl. 1/40, výška ortuťového stĺpca 49 cm, doba kvapky 2,8 sek.

Zmysel hodnôt stanovených konštant, vyplývajúcich z porovnania s analógickými konštantami príslušných tetraoctových kyselín [1. 6. 7], vidieť v tab. 1.



b

Obz. Oscilopolarografické sledovanie reverzibility komplexov ortuť racemicťou formou 2,3-diaminobutánu (a) a s *mezo*-formou 2,3-diaminobutánu (b). Octanový tlmivý roztok o pH 7,3; $dE/dt = f(E)$, konc. $6 \cdot 10^{-4}$ M- H_2X , kvapková ortuťová elektróda a platínová elektróda.

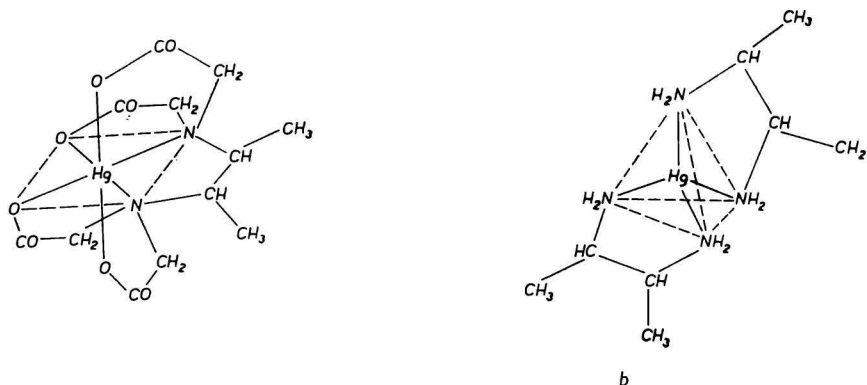
Ako vidieť, hodnoty pK_1 a pK_2 obidvoch študovaných komplexotvorných činidiel zodpovedajú rádoze hodnotám pK_3 , resp. pK_4 analógických tetraoctových kyselín. V prípade amínov vzniká pevnejší komplex pri *mezo*-forme, kým v prípade príslušných tetraoctových kyselín pri racemickej forme.

Tabuľka 1

Hodnoty logaritmov disociačných konštant konštant komplexity študovaných látok

Látka	pK_1	pK_2	pK_3	pK_4	$\log K_{HgX}$, resp. $\log K_{Hg}$	
					nekorigované	korigované
kyselina <i>mezo</i> -2,3-diamino- bután- <i>N,N,N',N'</i> -tetraoctová	1,77	2,31	6,26	11,1	20,33	—
<i>mezo</i> -2,3-diaminobután, racemická forma*	6,93	10,25			25,0	
kyselina 2,3-diaminobután- - <i>N,N,N',N'</i> -tetraoctová	2,65	3,66	6,13	11,5	21,51	22,19
racemický 2,3-diaminobután*	6,91	10,19			23,7	

Hodnoty konštant pK_1 a pK_2 sa pri obidvoch amínoch namerali ako pK_1 a pK_2 príslušných dichloridov, čím odpadá prepočet konštant bázicity na konstanty kyslosti, ktoré je potrebné dosadzovať do príslušných vzťahov pre výpočet log konštant komplexity. Nemožno teda hodnoty pK_1 a pK_2 mechanicky porovnávať, lebo v prípade kyselín ide o látky kyslé a v prípade amínov o látky zásadité.



Obr. 4. Štruktúrne vzorce, vyplývajúce zo zlučovacích pomere komplexotvorného činidla s ortuťou na základe analógie s inými dvojmocnými kationmi. Komplex ortuti s kyselinou tetraoctovou v pomere 1 : 1 (a) a s amínom v pomere 1 : 2 (b).

Možno to vysvetliť tým, že amíny dávajú komplex s ortuťou v molárnom pomere komplexotvorné činidlo ku ortuti 2 : 1, kým tetraoctové kyseliny v pomere 1 : 1. Vyplýva to zo štúdia koncentračných pomerov pri tvorbe anodicke-katodickej a katodickej vlny. Na vytvorenie anodicke-katodickej vlny pri tetraoctových kyselinách, ktorých anodicke a katodicke časť sú čo do veľkosti ekvivalentné, bola potrebná polovičná molárna koncentrácia iónov Hg^{2+} oproti molárnej koncentrácii komplexotvorného činidla. Ekvimolárna koncentrácia iónov Hg^{2+} dáva s tetraoctovými kyselinami už len katodicke vlnu.

Pri registrácii anodicke-katodickej vlny v prípade študovaných amínov stačila na polovičné zreagovanie len štvrtina molárneho ekvivalentu iónov Hg^{2+} vzhľadom na molárnu koncentráciu komplexotvorného činidla. Polovičná molárna koncentrácia iónov Hg^{2+} poskytovala s amínmi už len katodicke vlnu, zodpovedajúcu katodickej redukcii vzniknutého komplexu s ortuťou. To plne súhlasí s údajmi uvedenými v literatúre [8] pre štruktúru analogických komplexov.

Poznámka: Pokúsili sme sa stanoviť aj hodnoty $\log K_{\text{HgX}_2}$ pri komplexe 1,3-diaminopropanolu(2) s ortuťou. V oblasti pH 2 --7 vznikali vyvinuté anodicke vlny, ktorých $E_{1/2}$ sa s pH prakticky nemenil. Pri pH > 7 v boritanových tlmivých roztokoch vznikala sice posun $E_{1/2}$ s pH, avšak pre nevyvinutosť anodickej vlny nebolo možné tieto hodnotiť.

Potenciometricky sa stanovili hodnoty disociačných konštánt $\text{p}K_1 = 7,74$ a $\text{p}K_2 = 9,72$.

Pri štúdiu ireverzibilných dejov ide aj pri zavedení korekcií len o metódu aproximativnú, čo treba pri posudzovaní výsledkov mať na zreteli.

ПОЛЯРОГРАФИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСОВ
ИОНОВ РТУТИ С МЕЗО- И РАЦЕМИЧЕСКОЙ ФОРМАМИ 2,3-ДИАМИНОБУТАНА

Й. Кенигштайн, С. Станковиански, М. Геркелева

Кафедра аналитической химии Естественного факультета Университета им. Коменского,
Братислава

В данной работе описывается определение констант устойчивости мезо- и рацемической форм 2,3-диаминобутана со ртутью полярографическим методом. Было выведено теоретическое уравнение на основе метода Б. Матиска и И. Кесслера [2] для комплексов ионов ртути с комплексообразующим реактивом при соотношении компонентов 1 : 2. Необходимые для расчетов значения $pK_1 = 6,93$ и $pK_2 = 10,25$ для первого амина и $pK_1 = 6,91$ и $pK_2 = 10,19$ для второго амина были определены потенциометрически.

Другие необходимые данные были получены расчетом сдвига потенциала $E_{1/2}$ анодных волн в зависимости от pH измеряемых растворов. Средние значения логарифмов констант устойчивости для мезо-формы 2,3-диаминобутана ($\log K_{\text{HгХ}_2} = 25,2$) и для рацемической формы 2,3-диаминобутана ($\log K_{\text{HгХ}_2} = 23,7$) были определены как расчетом на основе отдельных измерений, так и графически, причем значение, полученное для первого вещества, было скорректировано на найденную небольшую необратимость системы, соответствующую 15 mV . Из сравнения полученных значений для аминов со значениями для соответствующих тетрауксусных кислот вытекает, что у аминов образуется более прочный комплекс у мезо-формы, в то время как у соответствующих тетрауксусных кислот у рацемической формы. Это можно объяснить различными молярными соотношениями компонентов у обоих комплексов (амин : $\text{Hg}^{2+} = 2 : 1$, тетрауксусные кислоты $\text{Hg}^{2+} = 1 : 1$).

Попытка определить $\log K_{\text{HгХ}_2}$ у комплекса 1,3-диаминопропанола (2) с Hg^{2+} не была успешной, так как потенциал $E_{1/2}$ анодных волн в кислой области с $pH = 2 - 7$ не изменялся, а при $pH > 7$ волны невозможно было оценить из-за их нечеткости. Константы диссоциации $pK_1 = 7,74$ и $pK_2 = 9,72$ были определены потенциометрически.

Preložila T. Dillingerová

POLAROGRAPHISCHE UNTERSUCHUNG DER KOMPLEXBILDUNG
VON QUECKSILBER(II)-IONEN MIT DER MESO- UND RAZEMISCHEN FORM
DES 2,3-DIAMINOBUUTANS

J. Königstein, S. Stankoviansky, M. Herkeľová

Lehrstuhl für analytische Chemie der Naturwissenschaftlichen Fakultät
an der Komenský-Universität, Bratislava

In der vorliegenden Arbeit wird die polarographische Bestimmung der Komplexkonstanten der meso- und razemischen Form des 2,3-Diaminobutans mit Quecksilber beschrieben. Auf Grund der Methode von B. Matyska und I. Kössler [2] wurde eine theoretische Beziehung abgeleitet, u. zw. für die im Verhältnis 1 : 2 entstehenden Komplexe der Quecksilber(II)-Ionen mit dem komplexbildenden Reagens. Die für die Berechnung nötigen Werte $pK_1 = 6,93$ und $pK_2 = 10,25$ für das erste Amin, und $pK_1 = 6,91$ und $pK_2 = 10,19$ für das zweite Amin, wurden potentiometrisch bestimmt.

Die anderen nötigen Angaben wurden durch die Auswertung der Verschiebung von $E_{1/2}$ der anodischen Wellen in Abhängigkeit vom pH der untersuchten Lösungen ermittelt. Durchschnittswerte von Logarithmen der Komplexkonstanten — für die *meso*-Form des 2,3-Diaminobutans $\log K_{\text{HgX}_2} = 25,2$ und für die *razemische* Form $\log K_{\text{HgX}_2} = 23,7$ — wurden aus einzelnen Messungen errechnet, sowie auch mittels graphischer Methode bestimmt; dabei wurde der Wert für die erstgenannte Verbindung im Hinblick auf eine beobachtete geringe Irreversibilität (entsprechend 15 mV) korrigiert. Aus dem Vergleich der bei den Aminen ermittelten Werte mit jenen der entsprechenden Tetraessigsäuren folgt, daß während bei den Aminen ein stärkerer Komplex aus der *meso*-Form entsteht, bildet die *razemische* Form der entsprechenden Tetraessigsäuren einen stabileren Komplex. Dies läßt sich durch unterschiedliche molare Verbindungsverhältnisse beider Komplexe erklären (Amine zu Hg^{2+} als 2 : 1, Tetraessigsäuren zu Hg^{2+} als 1 : 1).

Der Versuch einer Bestimmung des Wertes von $\log K_{\text{HgX}_2}$ bei dem Komplex des 1,3-Diaminopropanols(2) mit Hg^{2+} blieb erfolglos, da in saurem Bereich keine Änderungen von $E_{1/2}$ der anodischen Wellen beobachtet wurden, und da bei $\text{pH} > 7$ die unentwickelten Wellen nicht ausgewertet werden konnten. Die Werte der Dissoziationskonstanten $\text{p}K_1 = 7,74$ und $\text{p}K_2 = 9,72$ wurden potentiometrisch bestimmt.

Preložil M. Liška

LITERATÚRA

1. Stankoviansky S., Königstein J., *Collection Czech. Chem. Commun.* **27**, 1997 (1962).
2. Matyska B., Kössler I., *Collection Czech. Chem. Commun.* **16**, 221 (1951).
3. Matyska B., Doležal J., Roubalová D., *Chem. listy* **49**, 1012 (1955).
4. Tockstein A., *Chem. průmysl* **8**, 33 (1958); příloha II.
5. Königstein J., *Diplomová práca*. Univerzita Komenského, Bratislava 1961.
6. Janovičová M., *Diplomová práca*. Univerzita Komenského, Bratislava 1962.
7. Majer J., *Habilitačná práca*. Univerzita Komenského, Bratislava 1958.
8. Martell A. E., Calvin M., *Chemie kovových chelátů*, 147. Nakladatelství ČSAV, Praha 1959.
9. Heyrovský J., Kůta J., *Základy polarografie*, 137. Nakladatelství ČSAV, Praha 1962.

Do redakcie došlo 14. 4. 1965

V revidovanej podobe 5. 10. 1965

Adresa autorov:

Prom. chem. Jozef Königstein, prom. chem. Mária Herkelová, Chemický ústav SAV Bratislava, Dúbravská cesta.

Prof. inž. Samo Stankoviansky, Katedra analytickej chémie PFUK, Bratislava, Šmeralova 2.