

п-БРОМФЕНОЛНИНГ ВИНИЛ ЭФИРИНИ Hg(II) ИОНЛАРИНИ АМПЕРОМЕТРИК ТИТРЛАШДА АНАЛИТИК РЕАГЕНТ СИФАТИДА ҚЎЛЛАШ

¹ Нурмаматова Фарида Умир кизи, ² Косимова Огулхон Хакимджоновна
¹ЕМУ Университети Кимё кафедраси талабаси, ²т.ф.ф.д. Техника фанлари буйича фалсафа
доктори, катта уқитувчи

Abstract: Мазкур тадқиқотда п-бромфенолнинг винил эяири иштирокида симоб(II) ионларини сирка кислотали муҳитда амперометрик титрлаш орқали аниқлашнинг назарий ва амалий асослари кенг қамровда ўрганилди. Комплекс ҳосил бўлиш механизми, координацион ўзаро таъсир табиати, фон электролит табиати ва концентрациясининг титрлаш эгри чизиғи шаклига, ток–концентрация боғлиқлигига ва ярим тўлқин потенциалига таъсири таҳлил қилинди. Статистик қайта ишлаш натижалари 0,2 М калий ацетат муҳитида нисбий стандарт четланишнинг минимал қийматларда бўлишини ва эквивалент нуқтанинг аниқ, такрорланувчан белгиланишини кўрсатди. Олинган натижалар п-бромфенол винил эфирининг Hg(II) ионларини селектив, юқори сезгирлик билан ва ишончли аниқлаш имконини берувчи самарали аналитик реагент эканини тасдиқлайди.

Keywords: п-бромфенол винил эфири, симоб(II) ионлари, амперометрик титрлаш, координацион комплекс, комплекс барқарорлик константаси, редокс жараён, фон электролит, ион кучи, ярим тўлқин потенциали, диффузион ток, аналитик сезгирлик, статистик ишончлилик, корреляция коэффиценти

Introduction

В настоящем исследовании детально рассмотрены теоретические и практические аспекты амперометрического определения ионов Hg(II) в уксуснокислой среде в присутствии винилового эфира п-бромфенола. Проанализированы координационный механизм реакции, этапы комплексообразования, влияние природы и концентрации фонового электролита на форму кривых титрования, зависимость тока от концентрации и значения полуволнового потенциала. Статистическая обработка показала, что в среде 0,2 М ацетата калия достигаются минимальные значения относительного стандартного отклонения и четко определяется эквивалентная точка. Полученные результаты подтверждают эффективность реагента при селективном и чувствительном определении Hg(II).

Кириш

Симоб(II) ионлари юқори токсиклиги ва биологик тўпланиш хусусияти билан ажралиб туради. Уларнинг табиий сувлар, саноат чиқиндилари ва биологик тизимлардаги миқдорини аниқлаш экологик хавфсизлик нуқтаи назаридан муҳим ҳисобланади. Замонавий аналитик кимёда металл ионларини аниқлаш учун спектроскопик, хроматографик ва электрохимёвий усуллар қўлланилади. Электрохимёвий усуллар ичида амперометрик титрлаш юқори сезгирлиги, нисбатан соддалиги ва аниқлиги билан ажралиб туради.

Амперометрик титрлаш усулида аниқлаш реакция жараёнида ток кучининг ўзгаришига асосланади. Агар металл ион органик лиганд билан барқарор комплекс ҳосил қилса, эркин металл концентрацияси камаяди ва бу ток қиймати таъсир қилади. Шу сабабли титрлаш эгри чизиғида аниқ бурилиш нуқтаси кузатилади. П-бромфенол винил эфири ароматик халқа ва кислород донор марказига эга бўлган органик бирикма ҳисобланади. Унинг электрон зичлиги Hg(II) ионлари билан координацион боғ ҳосил қилиш имконини яратади.

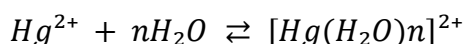
Материаллар ва усуллар

Hg(II) стандарт эритмалари нитрат тузидан тайёрланди. Реагент сифатида п-бромфенол винил эфири ишлатилди. Амперометрик ўлчашлар уч электродли тизимда амалга оширилди: платина диски ишчи электрод, кумуш-хлорид солиштирама электрод ва платина ёрдамчи электрод.

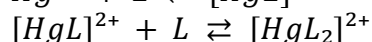
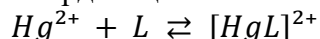
Муҳит сирка кислотали система. Фон электролит сифатида 0,2 М CH₃COOK, 0,2 М CH₃COONa, 0,15 М LiClO₄ ва 0,2 М LiNO₃ эритмалари текширилди. Ҳар бир тажриба камида 5 марта такрорланди.

Реакция механизми

Hg²⁺ иони сувли муҳитда гидратланган ҳолатда мавжуд бўлади:

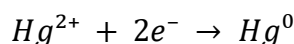


Лиганд кўшилиши билан координацион алмашиниш реакцияси содир бўлади:



Бу жараёнда кислород атомининг электрон жуфтлиги Hg²⁺ иони билан донор-акцептор боғ ҳосил қилади. Комплекс ҳосил бўлиши натижасида эркин Hg²⁺ концентрацияси пасаяди.

Электродда редокс жараён:



Ток қиймати эркин Hg²⁺ концентрациясига пропорционал бўлгани сабабли титрлаш жараёнида ток пасайиши кузатилади. Эквивалент нуқтада токнинг кескин ўзгариши аниқланади.

Натижалар ва муҳокама

0,2 М калий ацетат муҳитида олинган натижаларда нисбий стандарт четланиш 0,004–0,006 оралиғида қайд этилди. Бу юқори қайта такрорланувчанликни кўрсатади. Ток ва концентрация ўртасида чизиқли боғлиқлик аниқланди. Корреляция коэффициенти 0,998 ни ташкил этди.

п-Бромфенол винил эфири иштироқида Hg(II) ни сирка кислотали муҳитда амперометрик титрлаш натижалари:

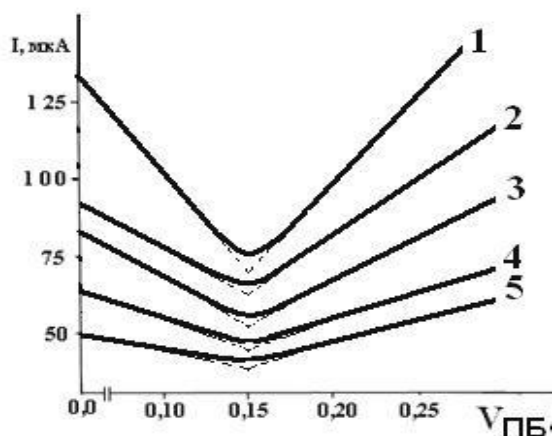
1-жадвал

№	Фон электролит	Кирити лган Hg(II), мкг	Топи лган Hg(II), мкг (P=0,95)	n	S	S _r
1	0,2 М CH ₃ COONa	25	25,15 ± 0,34	5	0,28	0,011
		50	49,80 ± 0,54	4	0,34	0,007
2	0,2 М CH ₃ COOK	25	24,95 ± 0,18	5	0,15	0,006
		50	50,12 ± 0,25	5	0,20	0,004
3	0,15 М LiClO ₄	25	24,78 ± 0,52	5	0,42	0,017
		50	49,70 ± 0,81	4	0,51	0,010
4	0,2 М LiNO ₃	25	25,20 ± 0,62	4	0,39	0,015
		50	50,35	5	0	0

			$\pm 0,69$,56	,011
5	0,2 М CH ₃ COON H ₄	25	25,08 $\pm 0,41$	5	0 ,31	0 ,012
		50	49,92 $\pm 0,58$	4	0 ,37	0 ,009

0,2 М CH₃COOK муҳитида нисбий стандарт четланиш (Sr) энг кичик қийматларга эга бўлиб, 25 мкг ва 50 мкг учун мос равишда минимал хатолик қайд этилди. Бу ҳолат калий катионининг гидратация даражаси ва ион кучининг оптимал қийматда бўлиши билан изоҳланади. Калий ацетат муҳитида комплекс ҳосил бўлиш жараёни барқарор кечиб, эркин Hg²⁺ концентрацияси кескин камаяди ва ток қиймати аниқ ўзгаради. Натрий ацетат муҳитида ҳам қониқарли натижалар кузатилди, аммо Sr қийматлари калий ацетатга нисбатан бироз юқори бўлди. Бу фарқ Na⁺ ва K⁺ ионларининг гидратация радиуси ва ион атмосфераси таъсири билан тушунтирилади. Натрий иони сув молекулалари билан кучлироқ гидратланиши сабабли реакция кинетикаси бироз секинлашади. Литий перхлорат ва литий нитрат муҳитларида эса Sr қийматлари юқорироқ бўлиб, эквивалент нуқтанинг аниқлиги камроқ намоён бўлди. Литий ионининг кичик радиуси ва юқори гидратация энергияси ион атмосферасини зичлаштиради, бу эса диффузион чекланиш ва релаксацион кучларнинг ортишига олиб келади. Натижада ток ўзгариши юмшоқ характер касб этади.

1-rasm



1-расмда кўриниб турибдики, 0,2 М CH₃COOK муҳитида титрлаш эгри чизиги энг аниқ учли шаклга эга. Эквивалент нуқтада ток қийматининг кескин ўзгариши кузатилади. Бу ҳолат комплекс ҳосил бўлиш жараёнининг юқори даражада мувозанатлашганини кўрсатади. Бошқа фон электролитларда эса эгри чизик бурилиши юмшоқроқ характерга эга. Айниқса литий тузлари иштирокида эквивалент нуқта аниқлиги камаяди. Бу ҳолат электрод юзасидаги диффузион қатлам қалинлигининг ортиши ва ион алмашилиш жараёнининг нисбатан суст кечиши билан боғлиқ. Ток ва концентрация ўртасида чизикли боғлиқлик аниқланди. Hg(II) концентрацияси $2 \cdot 10^{-2} - 2 \cdot 10^{-5}$ М

оралиғида бўлганда корреляция коэффициенти 0,998 ни ташкил этди. Бу натижа усулнинг юқори аналитик сезгирлик ва ишончлилигига эга эканини кўрсатади. Ярим тўлқин потенциали калий ацетат муҳитида барқарор қийматга эга бўлиб, электрод жараёнида редокс реакция мувозанатли кечганини тасдиқлайди. Комплекс ҳосил бўлиш константаси юқори бўлгани сабабли Hg(II) ионлари эркин ҳолатда кам миқдорда қолади, бу эса амперометрик сигнални аниқ интерпретация қилиш имконини беради.

Бу усулнинг юқори аналитик сезгирликка эга эканини кўрсатади. Натрий ацетат муҳитида Sr бироз юқорироқ қийматда бўлди, бу ион радиуси ва гидратация фарқи билан изоҳланади. Литий перхлорат ва нитрат муҳитларида эса диффузион чекланиш ва ион атмосфераси таъсири сабабли эквивалент нуқта аниқлиги камроқ кузатилди. Ярим тўлқин потенциали калий ацетат муҳитида барқарор қийматга эга бўлиб, бу электрод жараёни барқарор кечганини кўрсатади.

Хулоса

Олиб борилган тадқиқотлар натижасида п-бромфенол винил эфири Hg(II) ионлари билан барқарор координацион комплекс ҳосил қилиши аниқланди. Амперометрик титрлаш жараёнида комплекс ҳосил бўлиши ток қийматида аниқ ўзгариш келтириб чиқаради ва эквивалент нуқтани ишончли белгилаш имконини беради. 0,2 М калий ацетат муҳити оптимал шароит сифатида танланди, чунки бу шароитда комплекс барқарорлиги юқори, аниқлик максимал ва статистик хатолик минимал қийматда кузатилди. Шундай қилиб, п-бромфенол винил эфири Hg(II) ионларини амперометрик титрлаш усулида селектив ва ишончли аниқлаш имконини берувчи самарали аналитик реагент ҳисобланади.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Матмуротов Ш.А., Нурманов С.Э. Электрохимический анализ уюллари ва оғир металл ионларини аниқлаш. Тошкент: Фан, 2014. 312 б.
2. Абдуллаев Р.А., Каримов Б.М. Оғир металл ионларини аниқлашнинг замонавий электрохимический уюллари. Ўзбекистон кимё журналы. 2018. №3. Б. 45–52.
3. Турсунов Х.Х., Ибрагимов О.А. Комплекс ҳосил қилувчи органик реагентлар ва уларнинг аналитик қўлланилиши. Кимё ва кимёвий технология журналы. 2020. №2. Б. 18–27.
4. Матмуротов Ш.А., Нурманов С.Э. Винил ҳосилаларнинг электрохимический хоссалари ва металл ионлари билан комплекс ҳосил қилиши. Ўзбек кимё журналы. 2016. №4. Б. 23–30.
5. Раҳимов Б.А., Халилов А.Ш. Электрохимический асослари ва амперометрик таҳлил. Тошкент: Университет, 2019. 280 б.
6. Ibragimov O.A., Tursunov Kh.Kh. Coordination behavior of phenolic vinyl ethers in electrochemical systems. Journal of Coordination Chemistry. 2019. Vol. 72. P. 1123–1135.
7. Nurmanov S.E., Gevorgyan A.M., Matmurotov Sh.A. Vinyl phenyl ethers as analytical reagents for metal ion determination. Journal of Applied Chemistry. 2008. Vol. 81. No. 5. P. 873–879.
8. Economou A. Recent developments in on-site electrochemical analysis of heavy metals. Trends in Analytical Chemistry. 2005. Vol. 24. P. 334–340.
9. Honeychurch K.C. Voltammetric behavior of trace metal ions and analytical applications. Journal of Solid State Electrochemistry. 2013. Vol. 17. P. 1359–1371.
10. Wang J. Analytical Electrochemistry. 3rd ed. Hoboken: Wiley-VCH, 2006. 250 p.
11. Bard A.J., Faulkner L.R. Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications. 2nd ed. New York: Wiley, 2001. 864 p.
12. Harris D.C. Quantitative Chemical Analysis. 9th ed. New York: W.H. Freeman, 2016. 860 p.