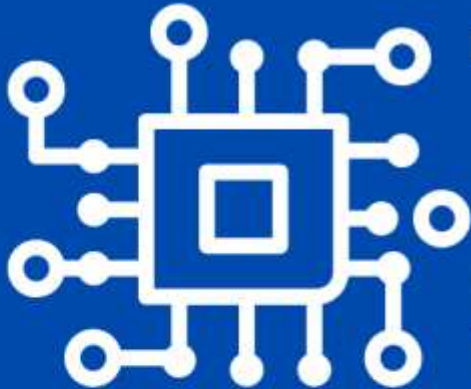




TECH SCIENCE

ISSN 3030-3702

**TEXNIKA FANLARINING
DOLZARB MASALALARI**

**TOPICAL ISSUES OF TECHNICAL
SCIENCES**



№ 8 (3) 2025

TECHSCIENCE.UZ

№ 8 (3)-2025

**TEXNIKA FANLARINING DOLZARB
MASALALARI**

**TOPICAL ISSUES
OF TECHNICAL SCIENCES**

TOSHKENT-2025

BOSH MUHARRIR:

KARIMOV ULUG'BEK ORIFOVICH

TAHRIR HAY'ATI:

Usmankulov Alisher Kadirkulovich - Texnika fanlari doktori, professor, Jizzax politexnika universiteti

Fayziyev Xomitxon – texnika fanlari doktori, professor, Toshkent arxitektura qurilish instituti;

Rashidov Yusuf Karimovich – texnika fanlari doktori, professor, Toshkent arxitektura qurilish instituti;

Adizov Bobirjon Zamirovich– Texnika fanlari doktori, professor, O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti;

Abdunazarov Jamshid Nurmuxamatovich - Texnika fanlari doktori, dotsent, Jizzax politexnika universiteti;

Umarov Shavkat Isomiddinovich – Texnika fanlari doktori, dotsent, Jizzax politexnika universiteti;

Bozorov G'ayrat Rashidovich – Texnika fanlari doktori, Buxoro muhandislik-texnologiya instituti;

Maxmudov MUxtor Jamolovich – Texnika fanlari doktori, Buxoro muhandislik-texnologiya instituti;

Asatov Nurmuxammat Abdunazarovich – Texnika fanlari nomzodi, professor, Jizzax politexnika universiteti;

Mamayev G'ulom Ibroximovich – Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), Jizzax politexnika universiteti;

Ochilov Abduraxim Abdurasulovich – Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD), Buxoro muhandislik-texnologiya instituti.

OAK Ro'yxati

Mazkur jurnal O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasi Rayosatining 2025-yil 8-maydagi 370-son qarori bilan texnika fanlari bo'yicha ilmiy darajalar yuzasidan dissertatsiyalar asosiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlar ro'yxatiga kiritilgan.

Muassislar: "SCIENCEPROBLEMS TEAM" mas'uliyati cheklangan jamiyati;
Jizzax politexnika insituti.

**TECHSCIENCE.UZ- TEXNIKA
FANLARINING DOLZARB**

MASALALARI elektron jurnali
15.09.2023-yilda 130343-sonli
guvohnoma bilan davlat ro'yxatidan
o'tkazilgan.

TAHRIRIYAT MANZILI:

Toshkent shahri, Yakkasaroy tumani, Kichik
Beshyog'och ko'chasi, 70/10-uy.
Elektron manzil:
scienceproblems.uz@gmail.com

Barcha huqular himoyalangan.

© Sciencesproblems team, 2025-yil

© Mualliflar jamoasi, 2025-yil

MUNDARIJA

Xo'jayev Otabek, Ro'zmetova Zilola

IOT SENSORLARIDAN OLINGAN MA'LUMOTLAR ARXITEKTURASI VA ISHLOV BERISH
USULLARI VA ALGORITMLARI 4-8

Abilova Rayhon

5G TARMOQLARINI LOYIHALASH VA MODELLASHTIRISH: ARXITEKTURALAR, ASOSIY ISHLASH
KO'RSATKICHLARI 9-13

Abrarov Rinat

COMPARATIVE STUDY OF FEATURE-LEVEL AND DECISION-LEVEL FUSION STRATEGIES IN
NEURAL NETWORK MODELS FOR MULTIMODAL PSYCHODIAGNOSTICS 14-27

Nazirova Elmira, Boymurodov Farrux

O'ZBEK TILIDAGI DARAK GAPLARNI PUNKTUATSION XATOLARNI ANIQLASH VA
TAHRIRLASH LINGVO - MATEMATIK MODELLARI 28-36

Matchonov Shohrux, Asatov Timur

BI-TIZIMNING CHUQUR O'QITISH ASOSIGA QURILGAN
UMUMLASHGAN ARXITEKTURASI 37-45

Ismoilov Muxriddin, Rahimov Anvarjon, Ruzikulova Dono

pH QIYMATINI O'LCHASHDAGI POTENSIOMETRIK USUL VA UNING QO'LLANILISH SOHASINI
TADQIQ ETISH 46-51

Mahmudov G'iyosjon, Xudoyberdiyeva Nilufarbonu

SUYUQLIKLI ION SELEKTIV ELEKTRODLARINING SELEKTIVLIGINI MATEMATIK
MODELLASHTIRISH 52-58

Narkulov Akram

O'ZGARUVCHAN HALQAVIY PLASTINKANING TASHQI MAGNIT MAYDONI TA'SIRIDA
DEFORMATSIYALANISHI TADQIQ QILISHNING DASTURIY VOSITASI 59-66

Норчаев Жалолiddин

ПРОБЛЕМЫ ВЫКОПКИ ЛУКА И ИХ РЕШЕНИЕ В УСЛОВИЯХ УЗБЕКИСТАНА 67-70

To'rayev Rasul, Haydarova Roziya, Numanjanov Abduraxmon

YIRIK MAGISTRAL KANALLAR VA MAVSUMIY ROSLANUVCHI SUV OMBORLARIDAGI SUV
RESURLARINI OPTIMAL BOSHQARISH USULLARI 71-75

Mirzaev Abdikhannon

STUDYING AND ELIMINATING THE SHORTCOMINGS OF THE TORMOZING SYSTEM OF A
MODERN LIGHT CAR 76-81

Axmedov Barhayot

BETON KONSTRUKSIYALARDA KOMPOZIT POLIMER ARMATURADAN FOYDALANISHNING
O'ZIGA XOS XUSUSIYATLARI 82-89

SUYUQLIKLI ION SELEKTIV ELEKTRODLARINING SELEKTIVLIGINI MATEMATIK MODELASHTIRISH

Mahmudov G'iyosjon Baqoyevich

Texnika fanlari falsafa doktori,

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti dotsenti

Email: mahmudov.giyos@mail.ru

Tel: +998 94 227 27 37

ORCID: 0000-0002-0915-9929

Xudoyberdiyeva Nilufarbonu Shavkat qizi

Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti magistri

Email: xudoyberdiyevanilufar76@gmail.com

Tel: +998 90 298 91 22

Annotatsiya. Maqolada suyuq membranali ion selektiv elektrodning potentsiometrik tahlil usullarida qo'llanilishi va ularning selektivlik koeffitsiyentini aniqlash masalalari yoritilgan. Ion selektiv elektrodning dolzarbligi ularning yuqori aniqlikdagi tahlil imkoniyatlari, keng qo'llanilish sohasi hamda metrologik xarakteristikalar bilan izohlangan. Tadqiqotda Nikols-Eyzenman tenglamalari asosida elektrodning selektivlik koeffitsiyenti nazariy va amaliy jihatdan tahlil qilingan hamda fazalararo muvozanat, diffuzion potentsial va ion almashinish jarayonlarining ta'siri ko'rsatib o'tilgan. Shuningdek, turli ionlarning zaryad qiymatlari farqi selektivlik koeffitsiyentining shakllanishiga sezilarli ta'sir ko'rsatishi asoslangan. Olingan natijalarga ko'ra, potentsiometrik selektivlik koeffitsiyenti faqat membranadagi ion almashinuvchi to'liq dissotsiatsiyalangan va asosiy hamda begona ionlar bir xil zaryadga ega bo'lganda almashinuv doimiysi bilan mos keladi. Boshqa holatlarda esa selektivlik koeffitsiyenti murakkab funksional bog'lanishlar orqali aniqlanadi.

Kalit so'zlar: ion selektiv elektrod, suyuq membrana, potentsiometrik usul, selektivlik koeffitsiyenti, diffuzion potentsial, ion almashinuvi.

MATHEMATICAL MODELING OF THE SELECTION OF LIQUID ION-SELECTIVE ELECTRODES

Makhmudov Giyosjon

Doctor of Philosophy Technical Sciences, Associate Professor, Navoi State University
of Mining and Technology

Khudoyberdieva Nilufarbonu

Master of Science, Navoi State University
of Mining and Technology

Annotation. This article discusses the use of liquid membrane ion-selective electrodes in potentiometric analytical methods and the determination of their selectivity coefficient. The relevance of ion-selective electrodes is due to their high analytical accuracy, widespread application, and metrological characteristics. This paper provides a theoretical and practical analysis of the electrode selectivity coefficient based on the Nichols-Eisenman equations, demonstrating the influence of interphase equilibrium, diffusion potential, and ion exchange processes. It is also demonstrated that the difference in the charges of various ions significantly influences the formation of the selectivity coefficient. According to the obtained results, the potentiometric selectivity coefficient coincides with the exchange constant only when the ion exchanger in the membrane is completely dissociated and the

primary and secondary ions have the same charge. In other cases, the selectivity coefficient is determined by complex functional relationships.

Keywords: ion-selective electrode, liquid membrane, potentiometric method, selectivity coefficient, diffusion potential, ion exchange.

DOI: <https://doi.org/10.47390/ts-v3i8y2025No7>

Kirish

Suyuq membranali ion selektiv elektrodni amaliyotda qo'llash va ishlab chiqarish bilan bo'liq bo'lgan tahlilning potensimetrik usuli oxirgi 55 yilda yaxshi natijalarga olib kelmoqda. Ushbu elektrodni ishlab chiqish prinsipiga ko'ra nisbatan sodda hamda ularni tayyorlash texnikasi juda qulay. Potensimetrik selektivlikni boshqarish imkoniyati mavjud bo'lib, shishali va kristalli membranalarining uchlaridagi potensiallar farqi asosida yangi usul amalga oshirilgan. Suyuqlik muhitlarini tahlil qilish uchun ishlatiladigan elektr kimtoviylar datchiklar ichida yuqori o'rinni egallashi, o'zining universalligi va qo'llanilish sohasining doimiy o'zgarishi bilan yuqori metrologik xarakteristikaga ega.

Ion selektiv elektrodning asosiy xarakteristikasi potensimetrik selektivlikning koeffitsienti K_{ij}^{pot} bilan ifodalanadi. Ushbu parameter ko'pincha shartli va elektrodning yana bir boshqa asosiy xarakteristikasini aniqlashning quyi chegarasi hisoblanadi. Umuman olganda, koeffitsient K_{ij}^{pot} membranalararo muvozanat va fazalararo parametrlarning yetarli darajadagi murakkab funksiyasi hamda kinetik parametri sanaladi.

Elektrodning selektivlik koeffitsientini yetarli aniqlikda eksperimental aniqlash kichik bo'lmagan asosiy muammolardan biri hisoblanadi. Ma'lumki, K_{ij}^{pot} qiymatini eksperimental aniqlash ko'pincha eksperiment sharoitiga juda ham bog'liq. Xususan, yaqin vaqtlargacha ilmiy adabiyotlarda va firmalarning kataloglarida kamdan-kam holatlarda $K_{ij}^{pot} < 10^{-6}$ bayon etilgan qiymatlarni uchratish mumkin edi. Bugungi kunga kelib, keltirilgan selektivlik koeffitsientining qiymati ko'pincha ularni o'lchash jarayoni takomillashmaganligi sababli juda oshib borayotganini ko'rsatadi.

Adabiyotlar tahlili va metodologiya.

Ion selektiv elektrodni yaratish sohasida oxirgi 15 yil sezilarli rivojlanish davri bo'ldi. Elektrodning selektivlik koeffitsienti 10^{-10} va undan kichik bo'lgan ko'p sonli misollar ilmiy adabiyotlarda keltirilgan [1; 37-51 b.]. Bular nano- va piko molyar oralig'idagi ionlarni aniqlashni ta'minlaydi. Ushbu elektrodlar real obyektlarni tahlil qilishda ishlatish imkoniyati mavjudligini ko'rsatadi.

Suyuqlik elektrodning selektivlik koeffitsientini ifodasi Nikols tenglamasining natijasi bilan taqqoslanadi. Suyuq elektrodning selektivlik koeffitsientlarining tavsifini Nikolskiy tenglamasining kelib chiqishiga o'xshab, i va j ionlarini o'z ichiga olgan membrana-sinov eritmasi chegarasida sodir bo'ladigan ion almashish jarayonining tashqi membrana qatlamidagi aniqlangan i ionining faolligiga bog'liq. Bunday holatda, membrana fazasida ikkala ion ishtirokida ionlarning birlashishi yoki kompleks hosil bo'lishining o'zaro bog'liq jarayonlarini hisobga olish kerak, bu esa formallashtirishni sezilarli darajada murakkablashtiradi, ayniqsa aniqlangan va begona ionlar zaryad qiymatida farq qilsa.

Ion selektiv elektroddan tashkil topgan galvanik yacheykalarning EYuK da begona ionlarning ta'siri i ioniga va taqqoslash elektrodiga qaratilgan. Nikols-Eyzenmannning tenglamasi quyidagicha ifodalanadi [2; 17-24 b.]:

$$E = E_i^0 + \frac{\Theta}{z_i} \lg \left(a_i + K_{ij}^{pot} a_j^{\frac{z_i}{z_j}} \right) \quad (1)$$

bu yerda, E_i^0 - standart potensial, a_i , a_j - o'lchanayotgan eritmadagi asosiy va begona ionlarning aktivligi, z_i , z_j - ionlarning zaryadlar soni, $\Theta = 2,303 \frac{RT}{F}$, K_{ij}^{pot} - potensiomerek selektivlik koeffitsienti.

Umuman olganda, galvanik yacheykaning EYuK si taqqoslash elektrodining ichki va tashqi potentsiallarining algebraik yig'indisiga teng.

$$E = E_{ref} + E_m \quad (2)$$

bu yerda, E_{ref} - referentli tizimning potentsiali, E_1 , E_4 va diffuziya potentsiali E_d fazalararo potentsiallar yig'indisiga teng.

Membranali potentsialning qiymatini uch segmentli modellar asosida olinganligi to'g'risida [3; 144-148 b.] tadqiqot ishlarida yetarlicha keltirilgan. o'lchanayotgan eritma va ichida eritmasi bor membrana fazalararo potentsiallar va membrananing ichidagi diffuziya potentsialining yig'indisi sifatida membrana potentsiali qaraladi. Ushbu tadqiqot ishlarida potentsiallar va gradiyentlar aktivligi sharoitida zaryadlangan zarrachalarning oqimlarini tavsiflovchi Nerns-Plank tenglamalarini ishlatishga asoslangan takomillashgan model keltirilgan. Biroq, keltirilgan model doirasida membrana potentsialini hisoblash nihoyatda nomutanosib hisoblanadi. Asosan eksperimental murakkab aniqlanadigan parametrlarni shuningdek, membranalarining ichidagi ionlarning harakatchanligi va fazalararo ionlarning tezlik doimiylarini bilish talab etiladi.

Shunga ko'ra, E_m kattaligini hisoblash uchun bir nechta taxminlarni kiritish zarur. Xususan, bir turdagi ionlarning bir xil harakatchanligi hamda fazalararo ko'chishning yuqori tezligi haqida taxmin qilinadi [1; 38-39 b., 4; 10-13 b.].

Muhokama.

Ta'kidlash kerakki, membrana fazasidagi ionlarning harakatchanligi qoida tariqasida, juda ham kuchli farq qilmaydi. Binobarin membranalararo diffuzion potentsial qiymati odatda 15 mV dan oshmaydi. Fazalararo potentsialning qiymati eritmali membrana chegarasida eritma va membranatarkibiga bog'liq ravishda ko'plab yuz millivoltga o'zgarishi mumkin.

Galvanik yacheykaning EYuK si fazalararo potentsial quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$E = const + \frac{\Theta}{z_i} \lg k_i + \frac{\Theta}{z_i} \lg \frac{a_i}{c_i} \quad (3)$$

bu yerda, $const = E_1 + E_d + E_3 + E_4$ ya'ni konstanta o'lchanayotgan eritma tarkibiga bog'liq bo'lmay barcha potentsiallarni birlashtiradi, k_i - i ioni taqsimotining koeffitsienti, a_i va c_i - o'lchanayotgan eritmadagi i ionining aktivligi va membrananing tashqi qatlamidagi uning konsentratsiyasi, E_1 , E_2 , E_3 , E_4 - turli xildagi fazalar chegarasiga mos fazalararo potentsiallar, E_d - suyuqlikli kontaktning diffuzion potentsiali, i - aniqlanayotgan ion, R - ion almashtirgich.

k_i kattaligi quyidagicha ifodalanadi:

$$k_i = \exp \frac{\mu_i^0 - \bar{\mu}_i^0}{RT} \quad (4)$$

bu yerda, μ_i^0 , $\bar{\mu}_i^0$ – membranalar va eritma fazalaridagi i ionning standart kimyoviy potentsiali.

Agar o'lganayotgan eritma tarkibida begona ion ($a_j=0$) mavjud bo'lmasa, u holda barcha almashtirish markazlari membrananing tashqi qatlamida faqat i ionlari mavjud bo'ladi. Ushbu holatda EYUK quyidagi tenglama ko'rinishida ifodalanadi:

$$E = E_i^0 + \frac{\Theta}{z_i} \lg a_i \quad (5)$$

$$E_i^0 = \text{const} + \frac{\Theta}{z_i} \lg k_i - \frac{\Theta}{z_i} \lg \bar{c}_i^* \quad (6)$$

bu yerda, $\bar{c}_i^*$ - membranadagi i erkin ionlarining konsentratsiyasi.

Agar begona ioni j ($a_i=0$) bor bo'lgan elektrod botirilsa va bunda barcha almashtirish markazlari membrananing tashqi qatlamida faqat j ionlari mavjud bo'ladi. EYUK esa quyidagicha aniqlanadi:

$$E = E_j^0 + \frac{\Theta}{z_j} \lg a_j \quad (7)$$

$$E_j^0 = \text{const} + \frac{\Theta}{z_j} \lg k_j - \frac{\Theta}{z_j} \lg \bar{c}_j^* \quad (8)$$

$$k_j = \exp \frac{\mu_j^0 - \bar{\mu}_j^0}{RT} \quad (9)$$

bu yerda, $\bar{c}_j^*$ - membrananing tashqi qatlamidagi erkin j ionlarning konsentratsiyasi.

Nikols-Eyzenman tenglamasiga [5; 196-198 b.] muvofiq ion eritmali yacheykaning EYUK si quyidagicha ifodalanadi:

$$E = E_j^0 + \frac{\Theta}{z_i} \lg K_{ij}^{pot} + \frac{\Theta}{z_j} \lg a_j \quad (10)$$

(7) va (10) tenglamalardan quyidagi ifodani hosil qilinadi:

$$\lg K_{ij}^{pot} = \frac{(E_j^0 - E_i^0)z_i}{\Theta} \quad (11)$$

(11) tenglamaga E_i^0 va E_j^0 qiymatlarini (6) va (8) tenglamalardan olib, quyidagi ifoda ko'rinishida keltirildi:

$$K_{ij}^{pot} = \frac{k_j^{\frac{z_i}{z_j}} \cdot \bar{c}_i^*}{k_i \cdot (\bar{c}_j^*)^{\frac{z_i}{z_j}}} \quad (12)$$

Shunday qilib, selektivlik koeffitsienti membrana komponentlari begona va asosiy ionlar o'zaro ta'siri effektivligining nisbati bilan aniqlanadi. Ushbu ionlarning lipofilligi k_i va k_j parametrlari bilan xarakterlanadi.

(12) tenglama [6; 391-398 b.] tadqiqot ishida birinchi bo'lib keltirilgan. Membrana eritma qismi chegarasida ion almashish muvozanatiga qaraladigan odatiy uslub bilan membrananing ichki muvozanati va fazalararo parametrlardan elektrodning selektivlik koeffitsientiga funksional bog'liqligini topishni osonlashtiradi. Bundan tashqari, (12)

tenglamada izlanayotgan K_{ij}^{pot} kattaligi nazariy va amaliy kimyoning xalqaro ittifoqining tavsiyalariga muvofiq eksperimental aniqlash hamda uning fizik mohiyatini aniq aks ettiradi. Chegaraviy holatlar ($a_i=0$ yoki $a_j=0$) uchun Nikols-Eyzenman tenglamasini qo'llashda alohida eritmalar usuliga asoslangan K_{ij}^{pot} qiymatini aniqlash nazariy va amaliy kimyoning xalqaro ittifoqining tavsiyalariga ko'ra (12) tenglama yordamida topiladi.

Aralash eritmalar usuliga ko'ra o'lchash jarayoni umuman o'zgarmaydi. Shuni aniq ta'kidlash kerakki, eritmalaridagi faqatgina asosiy ionlarni emas balki begona ionlarning ion selektiv elektrodlar orqali aniqlashda Nerns tenglamasi yordamida selektivlik koeffitsientini [7; 21-22 b.] zaruriy sharoitlarda yuqori aniqlikda topiladi. Quyida muhokama qilingan fazalararo va membranalararo muvozanat parametrlarining bog'liqligi (funksiyasi) sifatida turli xildagi eritmalar tarkiblari uchun K_{ij}^{pot} selektivlik koeffitsientlarini aniq ifodalovchi tenglamalar keltirilgan.

Natijalar.

Har xil turdagi suyuqlik membranalarining selektivligini hisoblash. Suyuq ion almashinuvchilarga asoslangan membranalar suyuq ion almashinuvchilari gidrofobik organik kislotalar (kation almashinuvchilari) yoki asoslar (anion almashinuvchilari) tuzlari bo'lib, ular suvda deyarli erimaydi va membrana fazasida yaxshi eriydi. Ular ion selektiv membranalarining muhim tarkibiy qismlari bo'lib, membrana fazasida aniqlanayotgan ionlarning barqaror konsentratsiyasini va shu bilan elektrodning Nernst tenglamasini ifodalaydi. Odatda suyuq kation almashinuvchilar sifatida tetrafenilborat hosilalari, yuqori sulfo-, alkilfosfor kislotalarning tuzlari va boshqalar ishlatiladi. To'rtlamchi ammoniy tuzlari anion almashinuvchi sifatida eng ko'p qo'llaniladi.

Membranada ion almashinuvchining to'liq dissotsiatsiyasi bilan membrana fazasidagi i va j ionlarining chegaralangan konsentratsiyasi membranadagi ion almashinuvchi konsentratsiyasining tegishli ionning zaryadlar soniga nisbati sifatida aniqlanadi:

$$\bar{c}_i^* = \frac{\bar{c}_R}{z_i} \quad (13)$$

$$\bar{c}_j^* = \frac{\bar{c}_R}{z_j} \quad (14)$$

bu yerda, $\bar{c}_R$ – membrana fazasidagi ion almashtirish konsentratsiyasi.

Agar $z_i=z_j=1$ ga teng bo'lsa, u holda (12) tenglama quyidagicha ifodalanadi:

$$K_{ii}^{pot} = \frac{k_j}{k_i} = K_i^i \quad (15)$$

Ya'ni selektivlik koeffitsientlari ion almashinuv konstantasi K_i^j ga mos keladi.

Agar $z_i=2, z_j=1$ ga teng bo'lsa, u holda (13) va (14) ifodalarni (12) tenglamaga qo'yib quyidagicha ifodalanadi:

$$K_{ii}^{pot} = \frac{k_j^2}{k_i 2c_R} \quad (16)$$

$z_i=2, z_j=1$ ga teng bo'lganida quyidagi ifodaga ega bo'lamiz:

$$K_{ii}^{pot} = \frac{k_j^2}{k_i 2c_R} \quad (17)$$

(16) va (17) tenglamalardan kelib chiqadiki, $z_i \neq z_j$ uchun selektivlik koeffitsiyenti nafaqat ion almashinuv konstantasi bilan belgilanadi, balki membranadagi ion almashinuvchining konsentratsiyasiga ham bog'liq: ion almashinuvchi konsentratsiyasining oshishi kattaroq zaryad qiymatiga ega bo'lgan ionlar uchun selektivlikning oshishiga olib keladi [8; 5-9 b.].

Agar membranadagi ion almashinuvchi asosan ion assotsiatsiyalari shaklida bo'lsa va bunday holat nisbatan past nisbiy o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan ($e = 5-14$) ko'pchilik plastiklashtirilgan polivinilxlorid membranalar uchun eng real bo'lsa, u holda "erkin" ionlarning maksimal konsentratsiyasi membranadagi ionlarning konsentratsiyasiga ham bog'liq emas, balki ion assotsiatsiyasi konstantalari bo'yicha i va j almashinuviga ham bog'liq.

Yagona zaryadlangan ionlar ($z_i=z_j=1$) ideal bog'langan eritmani yaqinlashtirishda $\bar{c}_i^*$, $\bar{c}_j^*$ konsentratsiyalari quyidagi munosabatlar bilan aniqlanadi:

$$\bar{c}_i^* = \sqrt{\frac{\bar{c}_{iR}}{k_{iR}}} \quad (18)$$

$$\bar{c}_j^* = \sqrt{\frac{\bar{c}_{jR}}{k_{jR}}} \quad (19)$$

Ko'rib chiqilayotgan membranalaridagi "erkin" ionlarning ulushi ion assotsiatsiyalari ulushiga nisbatan kichik bo'lganligi sababli, ularning konsentratsiyasi membranadagi ion almashinuvchining umumiy konsentratsiyasiga yaqin:

$$\bar{c}_{iR} \approx \bar{c}_R^{umum},$$

$$\bar{c}_{jR} \approx \bar{c}_R^{umum}.$$

Shunday qilib, (12) ga (18) va (19) ni almashtirib, biz quyidagilarni olamiz:

$$K_{ij}^{pot} = \frac{k_j}{k_i} \sqrt{\frac{k_{jR}}{k_{iR}}} \quad (20)$$

Chunki bu holda ion almashinuvi muvozanatining doimiysi ifodaga ega:

$$K_{i ass}^j = \frac{k_j}{k_i} \cdot \frac{k_{jR}}{k_{iR}} \quad (21)$$

Ko'rinib turibdiki, K_{ij}^{pot} qiymatlari K_{ij} "erkin" ionlarining gipotetik almashinish doimiysining geometrik o'rtacha qiymatini va K_{ij} bilan bog'liq bo'lgan K_{ij} ga bog'liq bo'lgan haqiqiy almashinuv doimiysini ifodalaydi. Bu hammaga ma'lum omilni aks ettiradi.

Ko'rsatish oson, agar $z_i=2$ bo'lsa, kuchli ionli assotsiatsiya holatida "erkin" ionlarning konsentratsiyasi i tenglama bilan aniqlanadi:

$$\bar{c}_i^* = \frac{1}{k_{iR}} \quad (22)$$

bu yerda, k_{iR} – jarayonning muvozanat doimiysi:

$$\bar{i}^{2+} + \bar{R}^- \Leftrightarrow (iR)^+ \quad (23)$$

$z_i=2$, $z_j=1$ sharti uchun (22) va (19) ni (12) o'rniga qo'yib, potentsiometrik selektivlik koeffitsienti uchun quyidagi tenglamani olamiz:

$$K_{ij}^{pot} = \frac{k_j^2}{k_i} \cdot \frac{k_{jR}}{k_{iR} \cdot \bar{c}_R^{umum}} \quad (24)$$

bu yerda, K_{ij}^{pot} qiymati ham K_{ij} almashinuv doimiysidan sezilarli darajada farq qiladi:

$$K_i^{2j} = \frac{k_j^2}{k_i} \cdot \frac{k_{jR}^2}{k_{iR} \cdot k_{iRR}} \quad (25)$$

bu yerda, k_{iRR} - jarayonning muvozanat doimiysi:

$$\overline{iR}^+ + \overline{R}^- \rightleftharpoons \overline{iR}_2 \quad (26)$$

Shunday qilib, potentsiometrik selektivlik koeffitsienti faqat membranadagi ion almashinuvchi to'liq dissotsiatsiyalanganda va asosiy va begona ionlar bir xil zaryad qiymatiga ega bo'lgan taqdirdagina almashinuv doimiysiga to'g'ri keladi (15). Boshqa barcha holatlarda, K_{ij}^{pot} qiymatlari murakkabroq ifodalar bilan tavsiflanadi (16-24).

Xulosa.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, suyuq membranali ion selektiv elektrodlar potentsiometrik tahlil usullarida yuqori aniqlik va ishonchlilikni ta'minlaydi. Ularning asosiy ustunligi selektivlik koeffitsiyentini nazorat qilish imkoniyatidir. Nikols–Eyzenman tenglamalari asosida olib borilgan tahlillar membranalararo va fazalararo jarayonlarning selektivlik koeffitsiyentiga sezilarli ta'sir ko'rsatishini ko'rsatdi. Ionlarning zaryad qiymatlaridagi farqlar, diffuzion potensial hamda ion almashinuv muvozanatlari elektrodning asosiy metrologik xarakteristikalarini belgilaydi. Shuningdek, ion almashinuvchining to'liq dissotsiatsiyasi faqat bir xil zaryadli ionlar uchun oddiy almashinuv doimiysi bilan mos kelishini, boshqa holatlarda esa selektivlik koeffitsiyenti murakkabroq bog'lanishlar orqali aniqlanishini isbotlaydi. Demak, ion selektiv elektrodnlarni ishlab chiqish va amaliyotga joriy etishda nazariy modellarni eksperimental tekshiruvlar bilan uyg'unlashtirish muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

Adabiyotlar/Literatura/References:

1. Егоров В.В. Ионоселективные жидкостные электроды: проблемы описания и экспериментального определения селективности // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева), 2008, т. LII, № 2 С. 37-51.
2. Медянцева Э.П., Бейлинсон Р.М., Брусницын Д.В. и др. Потенциометрия – количественные определения: от теории к практике: учебное пособие к практическим занятиям по потенциометрии / авторы – сост.: Казань: Редакционно-издательский центр «Школа», 2022 – 110 с.
3. Морф В. Принципы работы ионоселективных электродов и мембранный транспорт. М.: Мир, 1985. - 280 с
4. Ушакова Ю.Н., Калинина Л.А., Фоминых Е.Г., Михайличенко Т.В. Практикум по физической химии. Примеры решения многовариантных задач, часть II: учебное пособие / – Киров: Изд-во ВятГУ, 2011 – 87 с.
5. Бельюстин А.А., Шульц М.М. Развитие теории стеклянного электрода Б.П. Никольским и его шкалой. 2000 г. С. 196-198.
6. U. Schaller, E. Bakker, U. E. Spichiger and E. Pretsch, "Ionic Additives for Ion-Selective Electrodes Based on Electrically Charged Carriers," Analytical Chemistry, Vol. 66, 1994, pp. 391-398. doi:10.1021/ac00075a013
7. Неудачина Л. К., Петрова Ю. С., Лакиза Н. В., Лебедева Е. Л. Электрохимические методы анализа: руководство к лаборатор. практикуму: [учеб. метод. пособие] / Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. — 136 с.
8. Mahmudov G'B, Qalandarov A.F. Ion selektiv elektrodleri yordamida NACN konsentratsiyasini o'lchash tizimini tadqiq qilish / International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences Vol.1(6), 2025. 5-11 b.

TECHSCIENCE.UZ

**TEXNIKA FANLARINING DOLZARB
MASALALARI**

№ 8 (3)-2025

TOPICAL ISSUES OF TECHNICAL SCIENCES

**TECHSCIENCE.UZ- TEXNIKA
FANLARINING DOLZARB MASALALARI**
elektron jurnali 15.09.2023-yilda 130346-
sonli guvohnoma bilan davlat ro'yxatidan
o'tkazilgan.

Muassislar: "SCIENCEPROBLEMS TEAM"
mas'uliyati cheklangan jamiyati;
Jizzax politexnika insituti.

TAHRIRIYAT MANZILI:

Toshkent shahri, Yakkasaroy tumani, Kichik
Beshyog'och ko'chasi, 70/10-uy.

Elektron manzil:

scienceproblems.uz@gmail.com