



UDK: 533.9:378.1

Xayotjon M. KURBANOV,
PhD, dotsent, Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston
E-mail: qurbonovhayot85@gmail.com, ORCID: ORG 0009-0000-2395-2467

Professor, f.-m.f.d. A.Umarov taqrizi asosida

METHODOLOGY FOR INTEGRATING THE COURSE "ELECTROCHEMICAL PRODUCTION TECHNOLOGY" INTO THE TEACHING OF "ELECTRIC CURRENT IN ELECTROLYTES"

Аннотация

This article examines the theoretical and practical aspects of teaching the topic "Electric Current in Electrolytes" and presents a methodology for integrating it with the specialized course "Electrochemical Production Technology." The electrical conductivity characteristics of liquid media, including the physical properties of dielectric, semiconductor, and conductive liquids, are analyzed. Using an integrated approach, the study explains the mechanism of electric current conduction in electrolytes, the physicochemical principles of the electrolysis process, and its applications in industry and engineering. The paper demonstrates that this integrative approach enhances students' professional understanding of physical processes, strengthens the connection between theoretical knowledge and practical application, and contributes to the development of their professional competencies.

Key words: Electrolyte, electric current, dielectric, semiconductor, electrolysis, electrometallurgy, galvanostegy, galvanoplasty.

МЕТОДИКА РЕАЛИЗАЦИИ ИНТЕГРАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ «ТЕХНОЛОГИЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА» ПРИ ОБУЧЕНИИ ТЕМЕ «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В ЭЛЕКТРОЛИТАХ»

Аннотация

В статье рассматриваются теоретические и практические аспекты преподавания темы «Электрический ток в электролитах», а также методика её интеграции с дисциплиной «Технология электрохимического производства». Проанализированы особенности электропроводности жидких сред, включая физические свойства жидких диэлектриков, полупроводников и проводников. На основе интегративного подхода раскрыты механизм возникновения электрического тока в электролитах, физико-химические основы процесса электролиза и основные направления его применения в промышленности и технике. Обосновано, что предлагаемая интеграция способствует формированию у обучающихся профессионального понимания физических процессов, установлению взаимосвязи между теоретическими знаниями и практической деятельностью, а также развитию профессиональных компетенций.

Ключевые слова: Электролит, электрический ток, диэлектрик, полупроводник, электролиз, электрометаллургия, гальваностегия, гальванопластика.

ELEKTROLITLARDA ELEKTR TOKI MAVZUSINI O'QITISHDA "ELEKTROKIMYOVIY ISHLAB CHIQUARISH TEXNOLOGIYASI" IXTISOSLIK FANI BILAN INTEGRATSIYASINI AMALGA OSHIRISH METODIKASI

Аннотация

Ushbu maqolada elektrolitlarda elektr toki mavzusini o'qitishning nazariy va amaliy jihatlari hamda uni «Elektrokimyoviy ishlab chiqarish texnologiyasi» ixtisoslik fani bilan integratsiyalash metodikasi yoritilgan. Suyuq muhitlarning elektr o'tkazuvchanlik xususiyatlari, jumladan, dielektrik, yarimo'tkazgich va o'tkazgich suyuqliklarning fizik xususiyatlari tahlil qilingan. Elektrolitlarda elektr tokining hosil bo'lish mexanizmi, elektroliz jarayonining fizik-kimyoviy asoslari hamda uning sanoat va texnika sohaslarida qo'llanilishi integratsiyalashgan yondashuv asosida yoritilgan. Shuningdek, mazkur integratsiya talabalarning fizik jarayonlarni kasbiy nuqtai nazardan anglashi, nazariy bilimlarini amaliy faoliyat bilan bog'lashi va kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirishga xizmat qilishi asoslab berilgan.

Kalit so'zlar: Elektrolit, elektr toki, dielektrik, yarimo'tkazgich, elektroliz, elektrometallurgiya, galvanostegiya, galvanoplastika.

Kirish. Jahonda ta'lim tizimini kompetensiyaviy yondashuv asosida takomillashtirish, fundamental va ixtisoslik fanlarini integratsiyalash orqali ta'lim sifatini oshirish ustuvor yo'nalishlardan biri hisoblanadi. YUNESKOning «Ta'lim–2030» konsepsiyasida ta'limning barqaror rivojlanishga xizmat qilishi, nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan uyg'unlashtirish va ta'lim jarayonini zamonaviy texnologiyalar asosida tashkil etish muhim vazifa sifatida belgilangan. Shu nuqtai nazardan fizika fanini kasbiy fanlar bilan integratsiyalash talabalarning kasbiy kompetensiyalarini shakllantirishning muhim omili hisoblanadi. Rivojlangan mamlakatlar (Finlyandiya, Germaniya, AQSH, Yaponiya, Janubiy Koreya va Xitoy) tajribasida fizika ta'limini ishlab chiqarish texnologiyalari bilan bog'liq holda o'qitish, interfaol metodlar, amaliy mashg'ulotlar va muammoli o'qitish texnologiyalaridan foydalanishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Bu esa talabalarning nazariy bilimlarini real ishlab chiqarish jarayonlarida qo'llay olish kompetensiyalarini rivojlantirishga xizmat qilmoqda.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining fizika ta'limi sifatini oshirish va ilm-fanni rivojlantirishga qaratilgan me'yoriy-huquqiy hujjatlarida ham fizika ta'limi mazmunini zamonaviy texnologiyalar bilan boyitish, fanlararo integratsiyani kuchaytirish hamda kasbiy kompetensiyalarni rivojlantirishga alohida e'tibor qaratilgan. Shu jihatdan «Elektrolitlarda elektr toki» mavzusini «Elektrokimyoviy

ishlab chiqarish texnologiyasi» ixtisoslik fani bilan integratsiya asosida o'qitish metodikasini ishlab chiqish ta'lim samaradorligini oshirish, nazariy bilimlarni ishlab chiqarish amaliyoti bilan uyg'unlashtirish hamda talabalarning kasbiy tayyorgarligini takomillashtirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Mavzuga oid adabiyotlarning tahlili. Elektrolitlarda elektr toki mavzusini o'qitish hamda uni ixtisoslik fanlari bilan integratsiyalash masalasi fizika ta'limi metodikasining dolzarb yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. So'nggi yillarda ta'lim jarayonida kompetensiyaviy yondashuv, fanlararo integratsiya va kasbiy yo'naltirilgan o'qitish texnologiyalarini joriy etishga oid ko'plab ilmiy tadqiqotlar amalga oshirilgan. Ushbu tadqiqotlarda fizika fanining fundamental qonunlarini muhandislik va texnologik jarayonlar bilan bog'liq holda o'qitish talabalarning kasbiy kompetensiyalarini shakllantirishda muhim omil ekanligi ta'kidlangan.

Elektrolitlarda elektr tokining fizik asoslari, ionli elektr o'tkazuvchanlik, elektroliz jarayoni va Faradey qonunlari klassik fizika hamda fizik kimyo sohasidagi ilmiy adabiyotlarda keng yoritilgan. Jumladan, D. Xollidey, R. Reznik va J. Uokerning "Fundamentals of Physics", R. Servey va J. Jevettning "Physics for Scientists and Engineers", shuningdek, P. Atkinsning "Physical Chemistry" asarlarida elektrolitlarda tokning hosil bo'lish mexanizmi, ionlarning harakati va elektroliz jarayonlarining nazariy asoslari atroflicha bayon etilgan.

Mazkur manbalar fizik jarayonlarning fundamental mazmunini ochib berishi bilan ahamiyatli bo'lsa-da, ularda ushbu mavzularni kasbiy ta'lim yo'nalishlari bilan integratsiyalash metodikasi yetarli darajada yoritilmagan.

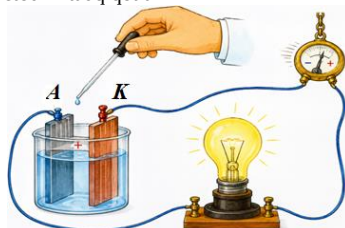
Integratsiyalashgan ta'lim talabalarning nazariy bilimlarini real ishlab chiqarish jarayonlari bilan bog'lash, mustaqil fikrlash va kasbiy kompetensiyalarni rivojlantirishga xizmat qilishi ilmiy jihatdan asoslangan. Ayniqsa, muhandislik va texnologik ta'lim sohasida fizika fanini ixtisoslik fanlari bilan uyg'unlashtirib o'qitish ta'lim sifatini oshirishning muhim shartlaridan biri sifatida qayd etilgan. Mamlakatimiz olimlari tomonidan fizika ta'limida innovasion pedagogik texnologiyalar, kompetensiyaviy yondashuv va integratsiyalashgan ta'limni joriy etishga doir bir qator ilmiy ishlar amalga oshirilgan. Shu bilan birga, «Elektrolitlarda elektr toki» mavzusini aynan «Elektrokimyoviy ishlab chiqarish texnologiyasi» ixtisoslik fani bilan integratsiyalashga qaratilgan metodik tadqiqotlar amalga oshirilmaganligi kuzatiladi.

Tahlil qilingan ilmiy adabiyotlar shuni ko'rsatadiki, elektrolitlarda elektr tokining fizik asoslari va elektrokimyoviy texnologiyalarning ishlab chiqarishdagi ahamiyati yetarlicha o'rganilgan bo'lsa-da, mazkur mavzularni integratsiyalashgan holda o'qitishning didaktik modeli, o'qitish mazmuni, metodlari va vositalarini takomillashtirishga qaratilgan ilmiy-metodik tadqiqotlar

cheklangan. Mazkur holat «Elektrolitlarda elektr toki» mavzusini «Elektrokimyoviy ishlab chiqarish texnologiyasi» fani bilan integratsiya asosida o'qitish metodikasini ishlab chiqish va amaliyotga tatbiq etishning dolzarbligini belgilaydi hamda ushbu tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy ahamiyatini asoslab beradi.

Tadqiqot metodologiyasi. Elektrolitik dissotsiatsiya – Elektr tokining ion o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan suyuq o'tkazgichlardan o'tishini qarab chiqaylik. Distillangan suvga elektr energiya manbaiga ulangan metall plastinkalar tushiramiz, bu zanjirga elektr lampni ketma-ket ulaymiz.

Bunday zanjirga ulangan elektr lampochka yonmaydi. Bu kimyoviy toza suv elektr tokini o'tkazmasligini ko'rsatadi. Suvga shakar solib eritamiz. Zanjirda avvalgidek tok bo'lmaydi. Demak, shakarning suvdagi eritmasi ham elektr tokini o'tkazmaydi. Tajribani davom ettirib, suvga tuz yoki ozgina xlorid kislota quyamiz. Bunda elektr lampochka darhol yonadi (1-rasm). Kislota yoki tuzning suvdagi eritmasi elektr tokni yaxshi o'tkazadi. Bu hodisani elektrolitik dissotsiatsiya nazariyasi tushuntiradi. Uning asosiy qoidalari quyidagilardan iborat. Molekulalar tarkibiga kirgan atomlar bir-birini elektr kuchlari ta'sirida tutib turadi. Osh tuzining molekulasida musbat zaryadlangan natriy ioni va manfiy zaryadlangan xlor ionidan iborat bo'lib, ular bir-biriga tortishib, NaCl birikmasini tashkil qiladi.



1-rasm. Har qanday suyuqlik ham o'tkazgich bo'la olmasligini ko'rsatuvchi tajriba

Ikkinchi tomondan, katta dielektrik kirituvchanlikka ega bo'lgan suv molekulalaridagi ionlarning o'zaro tortishish kuchini 81 marta kamaytiradi. Suvdagi tuz yoki boshqa modda molekulalari suv molekulalarining xotik issiqlik harakati ta'siriga ham duch keladi. O'zaro to'qnashishlar natijasida tuz va kislota molekulalari turli ismli zaryadlangan alohida ionlarga ajralishi mumkin. Bu ionlar bir-biriga tortilib yana neytral molekula hosil qilishi mumkin. Masalan, xlorid kislota suvda eriganda uning molekulalari uzluksiz ravishda vodorod va xlor ionlariga ajraladi va ayni vaqtda bu ionlar neytral molekulalarga birlashadi. Bu jarayon shartli ravishda quyidagi tenglama orqali ifodalanadi: $HCl \rightleftharpoons H^+ + Cl^-$

Strelkalar jarayoning har ikkala yo'nalishda bo'lishligini ko'rsatadi. Kimyoviy element belgisi yaqinidagi minus ishorasi kattaligi jihatdan bitta elektron zaryadiga teng bo'lgan manfiy zaryadni, plus ishorasi esa xuddi shunday kattalikdagi musbat zaryadni bildiradi. Agar musbat ionning umumiy zaryadi ikki yoki uch elementar zaryadga teng bo'lsa, belgi yoniga ikkita yoki uchta ketma-ket plus ishorasi qo'yiladi va hokazo.

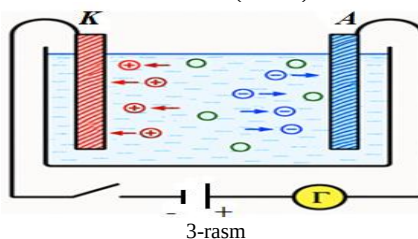
Suv – yaxshi erituvchi. Buning sababi suv molekulalarining dipollardan iborat ekanligidir. Suvning dipollari kislota yoki tuzning bo'linmagan molekulalarini ularga qarama-qarshi zaryadlangan tomonlari bilan turib o'rab oladi (2- a rasm).



2-rasm. Suvda molekulalarning ionlarga ajralishi

Molekulalar ionlarga ajralgandan keyin ham shunday bo'ladi (2- b rasm). Bu hodisa gidratlanish deyiladi va faqat suv ta'siridagina emis, balki boshqa erituvchilar ta'sirida ham amalga oshirish mumkin (solvatlanish). Shunday qilib, modda molekulalarining erituvchi ta'sirida ionlarga ajralishi elektrolitik dissotsiatsiya deyiladi.

Elektroliz – Tashqi elektr maydon bo'lmaganda eritmani tashkil qiluvchi qarama-qarshi ishorali ionlar va molekulalar betartib harakat holatida bo'ladi. Agar eritmaga elektr maydon ta'sir etsa, ionlarning harakati tartibga tushadi. Elektrolitda elektr tokini sim orqali tok manbaiga ulangan elektrodlarni tushirish bilan hosil qilish mumkin (3-rasm).



3-rasm

Elektr maydoni ta'sirida kationlar (musbat ionlar) manfiy elektrod katodga (K) qarab, anionlar (manfiy ionlar) esa musbat elektrod anodga (A) qarab harakatlana boshlaydi. Shuni ta'kidlash

lozimki, ionlarning tezligi juda kichik (masalan $E = 10^2$ V/m bo'lganda vodorod ionlarining tezligi $v = 3,3 \cdot 10^{-5}$ m/s bo'ladi. Natijada elektrolitlarda zaryadlangan zarralarning batartib harakati,

ya'ni elektr toki vujudga keladi. Elektrolitdan tok o'tganda elektroliz hodisasi ro'y beradi. Elektrolitdan tok o'tganda tarkibiga kiruvchi moddalarning elektrodalarda ajralib chiqishiga elektroliz hodisasi deyiladi. Elektrolitdan tok o'tishi moddaning ko'chishi bilan bog'liq bo'lganligi sababli ular ikkinchi tur o'tkazgichlar deyiladi.

Tahlil va natijalar. Elektrolizning texnikada qo'llanilishi. Elektroliz zamonaviy elektrokimy sanoatining asosiy texnologik jarayonlaridan biri bo'lib, metallurgiya, mashinasozlik, kimyo va elektronika tarmoqlarida keng qo'llaniladi. Uning asosiy yo'nalishlariga metallarni elektrolitik usulda ajratib olish, tozalash (rafinlash), elektroekstraksiya, erigan tuzlarni elektroliz qilish, elektrolitik oksidlash va qaytarish, vodorod ishlab chiqarish, galvanostegiya, galvanoplastika hamda elektrosilliqlash kiradi. Metallarni suvdagi tuz eritmalaridan ajratib olish rafinlash yoki elektroekstraksiya usullari orqali amalga oshiriladi.

Rafinlash – faol anodli elektroliz yordamida metallni begona aralashmalardan yuqori darajada tozalash jarayonidir. Bunda aralashmali metall anod, toza metall plastinkasi esa katod vazifasini bajaradi. Elektroliz vaqtida anod eriydi, toza metall katodga cho'kadi, aralashmalar esa elektrolit vannasi tubida to'planadi. Elektroekstraksiya esa faol bo'lmagan anod ishtirokida metall ionlarini eritmadan katodga ajratib olish usuli hisoblanadi. Bu jarayonda anodda kislorod yoki xlor ajralib chiqadi. Rafinlash orqali yuqori tozalikdagi mis, kumush va oltin, elektroekstraksiya orqali esa rux va nikel olinadi. Eritgan tuzlarni elektroliz qilish suv bilan faol reaksiyaga kirishuvchi metallarni olishda qo'llaniladi. Jarayon yuqori haroratda (9000C), faol bo'lmagan (ko'mir) elektrodlar ishtirokida amalga oshiriladi. Bu usul bilan alyuminiy, magniy, natriy, kaliy, kalsiy, berilliy va litiy kabi metallar olinadi. Bunda ishlatiladigan tuzlar mutlaqo suvsiz bo'lishi talab etiladi.

Alyuminiy olishni mufassalroq ko'rib chiqamiz. Alyuminiyning elektrolitik usulda olish sanoatda eng muhim jarayonlardan biri hisoblanadi. Jarayon yuqori haroratli elektroliz vannalarida amalga oshiriladi. Shu sababli vanna po'latdan tayyorlanib, uning ichki qismi ko'mir bilan qoplanadi. Bu konstruksiya yuqori haroratga chidamlilikni ta'minlab, elektroliz jarayonining barqaror kechishiga xizmat qiladi.

Vannaga alyuminiy oksidi (Al_2O_3) va kriolit (Na_3AlF_6) aralashmasi joylashtiriladi. Vanna elektr manbaining manfiy qutbiga, ko'mir elektrodlar esa musbat qutbga ulanadi. Elektr yoyi ta'sirida aralashma eritiladi, so'ng elektrodlar eritmaga tushirilib, ajraladigan issiqlik eritmaning yuqori haroratini saqlab turadi. Elektroliz jarayonida

vanna tubida suyuq alyuminiy hosil bo'ladi va maxsus teshik orqali chiqarib olinadi.

Elektrolitik oksidlash va qaytarish. Bu jarayon faol bo'lmagan elektrodlar yordamida amalga oshiriladi. Elektroliz vaqtida ajraladigan kislorod kuchli oksidlovchi bo'lib, oddiy sharoitda kechmaydigan reaksiyalarni amalga oshirish imkonini beradi. Ushbu usul farmasevtikada, jumladan, yodoform tayyorlashda qo'llaniladi.

Galvanostegiya. Elektroliz yordamida metall buyumlarni boshqa metall qatlami bilan qoplash galvanostegiya deb ataladi. Qoplanadigan buyum katod sifatida vannaga joylashtiriladi. Bu usul buyumlarni korroziyadan himoya qilish, shuningdek ularga kumush yoki oltin qoplab, bezak buyumlari tayyorlashda keng qo'llaniladi.

Galvanoplastika – faol anod yordamida elektrolitik usul bilan biror sirtidagi relyefli tasvirning metall nusxasini olish jarayonidir. Buning uchun nusxa olinadigan sirt avval oson eriydigan metall bilan qoplanib, sovgandan keyin ajratib olinadi va teskari shakl hosil qilinadi. Keyin ushbu shakl qiyin eriydigan metall bilan elektrolitik usulda qoplanadi. Dastlabki shakl eritib tashlangach, asl tasvirning aniq metall nusxasi hosil bo'ladi. Galvanoplastika litografiya uchun klisheklar tayyorlashda hamda pul bosib chiqarishda keng qo'llaniladi. Ushbu usulni B.S. Yakobi 1837 yilda kashf etgan.

Elektrolitik pardozlash – metall buyumlar sirtini elektroliz orqali silliqlash va sifatini yaxshilash usulidir. Buning uchun buyum o'z metali tuzi eritmasiga anod sifatida tushiriladi. Elektroliz jarayonida sirtning bo'rtib chiqqan qismlari tezroq eriydi, botiq qismlari esa sekinroq eriydi. Natijada buyum sirti asta-sekin tekislanib, yuqori darajada pardozlanadi.

Xulosa va takliflar. Xulosa qilib aytish mumkinki, «Elektrolitlarda elektr toki» mavzusini «Elektrokimyoviy ishlab chiqarish texnologiyasi» ixtisoslik fani bilan integratsiya asosida o'qitish talabalarning nazariy bilimlarini ishlab chiqarish amaliyoti bilan uyg'unlashtirish, elektroliz jarayonlarining fizik-kimyoviy asoslarini chuqur anglash hamda kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirishga xizmat qiladi. Zamonaviy sanoatda galvanotexnika va elektrokimyoviy texnologiyalarning keng qo'llanilishi mazkur mavzunung amaliy ahamiyatini yanada oshiradi. Shu bois fizika darslarida elektrokimyoviy ishlab chiqarish jarayonlariga oid amaliy misollar va integratsiyalashgan o'qitish texnologiyalaridan foydalanish yuqori malakali texnik-muhandis kadrlarni tayyorlash samaradorligini oshirishga muhim hissa qo'shadi.

ADABIYOTLAR

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining «O'zbekiston – 2030» strategiyasi to'g'risidagi Farmoni. 2023 yil 11 sentyabr, PF-158-son
2. «Fizika sohasidagi ta'lim sifatini oshirish va ilmiy tadqiqotlarni rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida»gi O'zR Prezidentining 2021 yil 19 martdagi PQ - 5032 Qarori.
3. «Umumiy o'rta, o'rta maxsus va kasb-hunar ta'limi tizimini tubdan takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida»gi O'zR Prezidentining 2018-yil 25-yanvardagi PF-5313-son farmoni
4. Nazirov E.N. va boshq. Mehanika va molekulyar fizikadan amaliy mashg'ulotlar. O'quv qo'llanma. –T.: O'zbekiston nashriyoti. 2001. -286 b.
5. Abdullayev G'.A. Fizika. Darslik. –T.: O'qituvchi. 1989. -295 b.
6. Xollide D., Reznik R., Uoker J. Fizika asoslari. – 10-nashr. – Nyu-York: John Wiley & Sons, 2014. – 1328 b.
7. Savelyev I.V. Umumiy fizika kursi. II tom. Elektr va magnetizm. – Moskva: Lan, 2022. – 496 b.
8. Sodikova Sh.M., Sayfulloyev Sh., Kurbanov X.M. Umumiy fizika fanidan laboratoriya mashg'ulotlari. 2024.
9. Begmatova D.A., Qurbonov M., Sodiqova Sh. va boshq. Fizika o'qitish metodikasi. O'quv qo'llanma. –Toshkent. «Ninnovatsiya-Ziyo». 2021. -300 b.
10. Raymond A. Serway and John W. Jewett, Jr. Physics for Scientists and engineers with Modern Physics, Ninth edition. Library of Congress Control Number: 2012947242 ISBN-13: 978-1-133-95405-7 ISBN-10: 1-133-95405-7
11. Kurbanov M., Kurbanov X. Texnik-muhandislik oliy ta'lim muassasalarida fizika faniga oid kompetensiyalarni rivojlantirish metodikasi. Educational Research in Universal Sciences, Impact Factor-5.564, Vol 2 No,10. 2023. -Pp. 210-217.
12. Sodikova Sh.M. Method of developing and lecturing special courses in physics // Eastern European Scientific Journal. -Germany, №1, 2018.- P.170-176.