© 2026 International Conference on Multidisciplinary Sciences and Innovations . All Rights Reserved.

ELEKTROLIZ MAVZUSINI INTEGRATSIYALASHGAN STEM-LABORATORIYA VA ZAMONAVIY PEDAGOGIK YONDASHUVLAR ASOSIDA O‘QITISH METODIKASI

Normatova Nargiza Yusufjonovna
Jizzax shaxar 19-sonli umumta’lim maktab o’qituvchisi
normatovan25@gmail.com

Annotatsiya. Tezisda elektroliz mavzusini integratsiyalashgan STEM-laboratoriya asosida o‘qitishning konseptual o‘zgarish, kognitiv yuklama nazariyalari, Jonstoun uchburchagi va 5E o‘quv sikliga tayangan metodik modeli bayon etiladi. Faradey qonunlari, tok bo‘yicha unum va qoplama qalinligi formulalariga asoslangan muhandislik vazifasi, Faradey doimiysini tajribada baholash hamda natijadorlikni normallashtirilgan o‘sish koeffitsiyenti orqali o‘lchash taklif qilinadi.

Kalit so‘zlar: elektroliz, integratsiyalashgan STEM, konseptual o‘zgarish, Jonstoun uchburchagi, 5E modeli, POE, CER, Faradey qonunlari, tok bo‘yicha unum, formativ baholash.

Zamonaviy tabiiy fanlar ta’limi tayyor axborotni takrorlashdan hodisalarni ilmiy tushuntirish, dalillar bilan ishlash va bilimni yangi vaziyatlarga ko‘chirishga o‘tmoqda. PISA tadqiqotining tabiiy-ilmiy savodxonlik konsepsiyasi [8] va NGSS standartlaridagi «uch o‘lchamli o‘qitish» g‘oyasi [7] ham shu yo‘nalishni ifodalaydi. Elektroliz mavzusi elektr toki, ionlar harakati, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari va elektrotexnologik jarayonlarni birlashtirgani uchun bunga qulay didaktik maydondir. Biroq o‘quvchilar elektrod yuzasidagi ko‘rinadigan o‘zgarishni ion va elektron almashinuvi bilan bog‘lashda qiynaladi: «anod har doim manfiy», «eritmada elektronlar harakatlanadi», «suvli eritmada katodda har doim metall ajraladi» kabi noto‘g‘ri tasavvurlar barqaror saqlanadi [3]. Bosqichlari tayyor berilgan an’anaviy laboratoriya ishlari esa asbobni boshqarish bilan cheklanib, tushunchani chuqur qurishga yetarli imkon bermaydi [1].

Maqsad — elektroliz mavzusini zamonaviy pedagogik nazariyalarga tayangan va miqdoriy (formulali) apparat bilan ta’minlangan integratsiyalashgan STEM-laboratoriya asosida o‘qitish modelini taklif etish.

Model to‘rt nazariy tayanchga asoslanadi. **Birinchidan**, konstruktivizm va G. Posnerning konseptual o‘zgarish nazariyasi [4]: noto‘g‘ri tasavvur kognitiv ziddiyat orqali «qoniqmaslik» uyg‘otilgandagina yangi, tushunarli va samarali tushuncha bilan almashtiriladi. Masalan, NaCl eritmasi elektrolizida katodda natriy emas, vodorod ajralishini kuzatish shunday ziddiyat yaratadi. **Ikkinchidan**, A. Jonstounning uch darajali reprezentatsiyasi [2]: makroskopik (pufakcha, qoplama), submikroskopik (ion va elektronlar) va simvolik (tenglama, formula) darajalar o‘rtasida izchil ko‘prik quriladi. **Uchinchidan**, J. Svellerning kognitiv yuklama nazariyasi [5] va skaffolding: masalalar «yechilgan namuna → qisman yechilgan namuna → mustaqil masala» ketma-ketligida beriladi. **To‘rtinchidan**, 5E o‘quv sikli, POE (bashorat qil — kuzat — tushuntir) va CER (da’vo — dalil — asoslash) strategiyalari dars arxitekturasini, TPACK modeli [6] esa raqamli vositalarni (virtual laboratoriya, tok datchigi, elektron jadval) mazmun va pedagogika bilan uyg‘unlashtirishni belgilaydi.

Elektrolizda **fan** komponenti ionlar migratsiyasi va elektrod reaksiyalarini, **texnologiya** komponenti past kuchlanishli manba, ampermetr, tok datchigi va virtual laboratoriyani, **muhandislik** komponenti elektroqoplama qurilmasini loyihalash hamda tok zichligi va vaqtni tanlashni, **matematika** komponenti esa proporsionallik, m(Q) grafigi, chiziqli regressiya va xatolik tahlilini qamrab oladi. Natijalarni infografika yoki ilmiy poster ko‘rinishida taqdim etish STEAM yo‘nalishiga kengaytirish imkonini beradi. Integratsiya transdisiplinar darajaga — real muammo atrofida fanlar chegarasi yo‘qoladigan darajaga — elektroqoplama loyihasida ko‘tariladi: o‘quvchi kimyoviy reaksiya, elektr zanjiri parametrlari va iqtisodiy-ekologik omillarni bitta muhandislik qarorida birlashtiradi.

© 2026 International Conference on Multidisciplinary Sciences and Innovations . All Rights Reserved.

Darsda kognitiv ziddiyat yaratish uchun asosiy noto‘g‘ri tasavvurlar oldindan aniqlanadi va ilmiy talqin bilan qiyoslanadi (1-jadval).

1-jadval. Elektroliz bo‘yicha tipik noto‘g‘ri tasavvurlar

Noto‘g‘ri tasavvur	Ilmiy talqin
«Anod har doim manfiy bo‘ladi»	Elektrolizda anod manbaning musbat qutbiga ulanadi; anod — oksidlanish sodir bo‘ladigan elektrod
«Eritmada elektronlar erkin harakatlanadi»	Eritmada tokni ionlar, tashqi zanjirda elektronlar tashiydi; elektron almashinuvi faqat elektrod–eritma chegarasida
«Suvli eritmada katodda har doim metall ajraladi»	Faol metallar (Na, K, Ca) tuzlari eritmasida katodda suv qaytariladi va vodorod ajraladi
«Eriydigan har qanday modda eritmasi tok o‘tkazadi»	Faqat ionlarga dissotsilanadigan moddalar tok o‘tkazadi; qand — noelektrolit

Katodda qaytarilish, anodda oksidlanish sodir bo‘ladi; masalan, mis qoplashda K(−): $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$, eruvchan anodda A(+): $Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^-$. Elektrolitdan o‘tgan zaryad va Faradeyning birlashgan qonuni:

$$Q = It, \quad m = \frac{MIt}{zF} \tag{1}$$

bu yerda M — molyar massa, z — elektronlar soni, F ≈ 96485 C/mol — Faradey doimiysi. Real tajribada zaryadning bir qismi qo‘shimcha jarayonlarga sarflanadi; buni tok bo‘yicha unum ifodalaydi:

$$\eta = \frac{m_{amaliy}}{m_{nazariy}} \cdot 100\% \tag{2}$$

Muhandislik vazifasi uchun qoplama qalinligi va berilgan qalinlikka erishish vaqti (ρ — metall zichligi, S — yuza) quyidagicha topiladi:

$$h = \frac{\eta MIt}{zF\rho S}, \quad t = \frac{zF\rho Sh}{\eta MI} \tag{3}$$

Masalan, I = 1,0 A, t = 1930 s bo‘lganda nazariy massa m ≈ 0,636 g; amalda 0,598 g olinsa, η ≈ 94 %. S = 50 cm^2 buyumga (j = I/S = 2 A/dm^2) 20 mkm qalinlikdagi mis qoplama uchun t ≈ 48 daqiqa talab etiladi.

STEM-integratsiyaning eng samarali nuqtasi — **Faradey doimiysini tajribada baholash**. Guruhlar turli zaryadlarda olgan (Q_i; m_i) nuqtalar bo‘yicha koordinata boshidan o‘tuvchi to‘g‘ri chiziq eng kichik kvadratlar usulida quriladi:

$$k_{eksp} = \frac{\sum_{i=1}^{n} Q_i m_i}{\sum_{i=1}^{n} Q_i^2}, \quad F_{eksp} = \frac{M}{z k_{eksp}} \tag{4}$$

Namunaviy ma’lumotlarda $F_{eksp} \approx 1{,}03 \cdot 10^5$ C/mol, ya’ni ma’lumotnoma qiymatidan ≈ 6 % katta chiqadi. O‘quvchi bu farqni CER ramkasida izohlaydi: ko‘rinma F_{eksp} aslida F/η ga teng. Asbob noaniqligi (≈ 2 %) bu farqni to‘liq tushuntirmasligi o‘quvchini kimyoviy sabablarni izlashga undaydi. Shu tariqa bitta grafikda proporsionallik, regressiya, xatolik tahlili va reaksiya mexanizmi birlashadi. Taklif etilayotgan 80 daqiqalik dars 5E sikli asosida besh bosqichdan iborat (2-jadval).

2-jadval. Elektroliz darsining 5E modeli asosidagi tuzilmasi

Bosqich (vaqt)	5E fazasi	Mazmuni
1. Diagnostika (10 daq.)	Engage	«Nima uchun qand va osh tuzi eritmalari tokni bir xil o‘tkazmaydi?» — javob, asos va ishonch darajasi (CRI) yoziladi

© 2026 International Conference on Multidisciplinary Sciences and Innovations . All Rights Reserved.

Bosqich (vaqt)	5E fazasi	Mazmuni
2. Model va gipoteza (15 daq.)	Explore	Elektrolitik vanna sxemasi, ionlar yo‘nalishi; massa va tok kuchiga oid yozma bashorat; virtual model bilan solishtirish
3. Tajriba va tahlil (25 daq.)	Explain	Past kuchlanishli qurilmada I, t, Δm o‘lchash; m(Q) grafigi; F_{eksp} va η ni hisoblash; CER xulosa
4. Muhandislik vazifasi (20 daq.)	Elaborate	«Buyumni 20 mkm mis bilan qoplash» loyihasi: j, t, h va energiya sarfi hisobi; tabaqalashtirilgan skaffolding
5. Baholash va refleksiya (10 daq.)	Evaluate	20 ballik rubrika; «Avval shunday o‘ylardim — tajriba ko‘rsatdi — endi tushunaman» refleksiyasi

Raqamli vositalarni integratsiyalash darajasi SAMR shkalasi bo‘yicha rejalashtiriladi: almashtirish — qog‘oz jurnal o‘rniga elektron jurnal; kengaytirish — tok datchigi orqali o‘lchovlarni avtomatik qayd etish; modifikatsiya — simulyatsiyada tok kuchi, konsentratsiya va elektrod materialini o‘zgartirib natijani bashorat qilish; qayta aniqlash — guruhlarning umumiy ma’lumotlar to‘plami asosida hamkorlikdagi loyihasi. Simulyatsiya real tajribaning o‘rnini bosmaydi, balki bashorat va izoh uchun kognitiv tayanch bo‘lib xizmat qiladi.

O‘qitishning universal dizayni tamoyillariga ko‘ra masalalar uch darajada beriladi. **A daraja (qo‘llash):** $AgNO_3$ eritmasidan 0,5 A tok 30 daqiqa o‘tkazilganda ajralgan kumush massasi (javob: ≈ 1,01 g). **B daraja (tahlil):** 100 cm^2 yuzaga 2,0 A tok bilan 1 soat davomida η = 90 % unum bilan qoplangan nikel massasi va qalinligi (≈ 1,97 g; ≈ 22 mkm). **C daraja (baholash va yaratish):** 2,2 V kuchlanishli suv elektrolizi qurilmasining energetik foydali ish koeffitsiyentini baholash va uni oshirish bo‘yicha muhandislik takliflarini asoslash. Bunda parchalanish kuchlanishi va energetik f.i.k. quyidagicha topiladi:

$$E_{parch} = \frac{\Delta G}{zF} \approx 1{,}23\ \text{V}, \qquad \eta_W = \frac{E_{parch}}{U} \cdot \eta \approx 56\ \% \tag{5}$$

Baholash 5 mezonli (konseptual aniqlik, tajriba va dalil, hisoblash, muhandislik va xavfsizlik, refleksiya va hamkorlik; har biri 0–4 ball) rubrika hamda ikki pog‘onali diagnostik test asosida olib boriladi. Ishonch indeksi (CRI) bilim yetishmasligini (noto‘g‘ri javob, past ishonch) barqaror noto‘g‘ri tasavvurdan (noto‘g‘ri javob, yuqori ishonch) ajratadi. Dastlabki va yakuniy test natijalari bo‘yicha o‘sish R. Heykning normallashtirilgan koeffitsiyenti [9] bilan, tajriba va nazorat guruhlari farqi esa Koenning effekt kattaligi bilan baholanadi:

$$g = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{max} - S_{pre}}, \qquad d = \frac{\bar{x}_E - \bar{x}_N}{s_p} \tag{6}$$

Masalan, o‘rtacha natija 35 % dan 70 % ga ko‘tarilsa, g ≈ 0,54 (o‘rta darajadagi o‘sish; shartli misol). Manba tadqiqotda faqat bitta guruh qatnashgani va nazorat guruhi bo‘lmagani [1] sababli taklif etilgan modelni kvazieksperimental dizaynda — nazorat guruhi va kechiktirilgan test bilan — sinash tavsiya etiladi.

Elektrolizni samarali o‘qitish uchun makroskopik kuzatuv, ion-elektron mexanizmi, reaksiya tenglamasi, miqdoriy model va muhandislik qo‘llanmasi yagona didaktik tizimda berilishi zarur. Konseptual o‘zgarish va kognitiv yuklama nazariyalariga, 5E, POE va CER strategiyalariga tayangan model laboratoriya ishini retsept bajarishdan haqiqiy muammoni hal qilishga yo‘naltiradi. Faradey doimiysini tajribada baholash va elektroqoplama loyihasi esa kimyo, fizika, matematika va muhandislikni bitta faoliyatda birlashtiradi. Modelning samaradorligini empirik tekshirish keyingi tadqiqot vazifasidir.

© 2026 International Conference on Multidisciplinary Sciences and Innovations . All Rights Reserved.

Adabiyotlar

1. [Manba tadqiqot: elektroliz mavzusida integratsiyalashgan STEM-laboratoriya faoliyati bo‘yicha asl maqola — bibliografik ma’lumotlarini kiriting.]
2. Johnstone A.H. Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem // Journal of Computer Assisted Learning. — 1991. — Vol. 7, No. 2. — P. 75–83.
3. Garnett P.J., Treagust D.F. Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: Electrochemical (galvanic) and electrolytic cells // Journal of Research in Science Teaching. — 1992. — Vol. 29, No. 10. — P. 1079–1099.
4. Posner G.J., Strike K.A., Hewson P.W., Gertzog W.A. Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change // Science Education. — 1982. — Vol. 66, No. 2. — P. 211–227.
5. Sanger M.J., Greenbowe T.J. Common student misconceptions in electrochemistry: Galvanic, electrolytic, and concentration cells // Journal of Research in Science Teaching. — 1997. — Vol. 34, No. 4. — P. 377–398.
6. Sweller J. Cognitive load during problem solving: Effects on learning // Cognitive Science. — 1988. — Vol. 12, No. 2. — P. 257–285.
7. Vygotsky L.S. Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes. — Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.
8. Bybee R.W., Taylor J.A., Gardner A. et al. The BSCS 5E Instructional Model: Origins and Effectiveness. — Colorado Springs: BSCS, 2006.
9. White R., Gunstone R. Probing Understanding. — London: Falmer Press, 1992.