

KIMYO TA'LIMIDA ERITMALAR MAVZUSIGA OID MASALALARNI GRAFIK USULDA YECHISHNING DIDAKTIK IMKONIYATLARI

Norov I.I

Buxoro davlat universiteti

Annotatsiya: Ushbu maqolada kimyo ta'limida eritmalar mavzusiga oid masalalarni grafik usul yordamida yechishning didaktik imkoniyatlari ko'rib chiqiladi. Grafik yondashuv o'quvchilarda abstrakt kimyoviy tushunchalarni vizualizatsiya qilish, analitik fikrlash va ko'p o'zgaruvchili bog'liqliklarni tushunish qobiliyatini rivojlantirishga xizmat qiladi. Maqolada eruvchanglik egrilari, konsentratsiya-temperatura grafiklar, titrlash egrilari va bug' bosimining tarkibga bog'liqligi misolida masalalar yechish metodikasi bayon etiladi. Tadqiqot natijalari ko'rsatadiki, grafik usuldan muntazam foydalanish o'quvchilarning kimyoviy masalalarni yechish samaradorligini 37–42% ga oshiradi va kognitiv yuk ko'rsatkichlarini sezilarli darajada kamaytiradi.

Kalit so'zlar: eritmalar, grafik usul, didaktika, eruvchanglik egrilari, konsentratsiya, titrlash, kognitiv yuk, kimyo ta'limi.

Zamonaviy kimyo ta'limida o'quvchilar faoliyatini intensivlashtirish va bilimlarning puxtaligini ta'minlash masalasi doimo dolzarb bo'lib kelgan. O'qitishning an'anaviy usullari — formulalar yodlash va andozaviy hisob-kitoblar — ko'pincha tushunchalar o'rtasidagi chuqur mantiqiy aloqani anglashni qiyinlashtiradi. Shu munosabat bilan, so'nggi o'n yilliklarda kimyo didaktikasida ko'rgazmali-tahliliy metodlarga, xususan grafik usulga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Eritmalar mavzusi kimyo kursining asosiy bo'limlaridan biri hisoblanib, unda to'g'ri molyarlik (c), massa ulushi (ω), molyallik (C_m), ekvivalent konsentratsiya, eruvchanglik (S), bug' bosimi, qayish va muzlash nuqtalarining o'zgarishi kabi bir-biri bilan chambarchas bog'liq bo'lgan parametrlar o'rganiladi. Bu parametrlarning o'zaro bog'liqligini va ularning harorat hamda tarkibga bog'liq o'zgarishini tushuntirish uchun grafik tasvirlar eng qulay metodologik vosita sifatida ishlaydi.

Grafik usulning didaktik asosi vizual o'quv nazariyasi (Mayer, 2001), ikki kodlash nazariyasi (Paivio, 1986) va kognitiv yuk nazariyasi (Sweller, 1988) bilan mustahkam bog'liqdir. Ushbu nazariyalarga ko'ra, bir vaqtda verbal va vizual ma'lumot berilsa, o'quvchilar yangi bilimni uzoq muddatli xotiraga samaraliroq o'zlashtiradilar.

Kimyo ta'limida eritmalar bo'yicha masalalar o'z xarakteri va yechish algoritmiga ko'ra bir necha asosiy turkumga bo'linadi. Grafik usulni qo'llash imkoniyati va samaradorligi mazkur turkumlar bo'yicha sezilarli farq qiladi.

1-jadval.

Eritmalar mavzusida masalalar tasnifi va grafik usulga mosligi

№	Masala turi	Asosiy parametrlar	Grafik turi	Murakkablik
1	Eruvchanglik bo'yicha masalalar	S (g/100g H_2O), T ($^{\circ}C$)	Eruvchanglik egrilari	O'rta

2	Konsentratsiya hisoblash	ω, c, C_m, T, ρ	$\omega-T$ yoki $c-\rho$ grafigi	O'rta
3	Eritma tayyorlash va suyultirish	$c_1V_1 = c_2V_2$, aralashma qoidasi	Aralashmaning chiziqli diagrammasi	Yuqori
4	Titrlash masalalari	$V(\text{titrant})$, pH	Titrlash egrilari (pH-V)	Yuqori
5	Bug' bosimi va qaynash	p, x (molyar ulush), T	Raoult grafigi, P-T diagrammasi	Yuqori
6	Muzlash nuqtasi pasayishi	$\Delta T_k, C_m, K_b$	ΔT_k-C_m chiziqli grafigi	O'rta
7	Elektrolit eritmaları	α, λ, c	Konduktometrik titrlash egrilari	Yuqori

Jadvaldagi tahlil ko'rsatadiki, eritmalar mavzusidagi masalalarning aksariyat qismi grafik yondashuv uchun qulay. Ayniqsa, ikki yoki undan ortiq o'zgaruvchi o'rtasidagi bog'liqlikni tahlil qilish zarur bo'lgan hollarda grafik usul an'anaviy algebraik usulga nisbatan sezilarli afzallik beradi.

Kimyo ta'limida ko'rgazmalilik tamoyili — Ya.A. Komenskiy tomonidan asoslangan va hozirgi pedagogikada ham o'z dolzarbligini saqlab kelayotgan tamoyil — grafik usulda o'z eng yuqori ifodasini topadi. Eritma parametrlarining koordinata tekisligidagi tasviri o'quvchiga mavhum miqdoriy munosabatlarni bir zumda idrok etish imkonini beradi.

Sohaning yetakchi tadqiqotchisi R. Mayer (2001) multimedia o'qitish haqidagi asarida vizual va verbal ma'lumotning uyg'unlashishi — ikki kanal nazariyasi (dual-channel theory) — o'quv materialning chuqur qayta ishlanishini ta'minlashini eksperimental isbotlagan. Grafik o'qish jarayonida o'quvchining ikkala kognitiv kanali — vizual va og'zaki-fonematik — bir vaqtda faol bo'lib turadi.

J. Swellerning kognitiv yuk nazariyasiga ko'ra, o'quv vazifasini bajarishda ish xotiraga tushadigan yuk uch turga bo'linadi: ichki yuk (material murakkabligidan), o'yinbozlik yuki (samarasiz tashkil etilgan ta'limdan) va samarali yuk (yangi sxemalar shakllanishidan). Grafik usul o'yinbozlik yukini kamaytirish va samarali yukni oshirish vositasi sifatida faoliyat ko'rsatadi.

Masalan, eritma konsentratsiyasining haroratga bog'liqligi jadval shaklida 12 ta sonni tahlil qilishni talab etadi. Xuddi shu ma'lumot grafik shaklida berilganda, o'quvchi bir nechta sekund ichida trendni, ekstremal nuqtalarni va chiziqli bo'lmagan hududlarni aniqlay oladi. Bu kognitiv jihatdan samaraliroq jarayondir.

Grafik usul muammoli ta'lim (M.I. Maxmutov, 1975; V. Okon, 1968) metodologiyasi bilan organik integratsiyalanadi. O'qituvchi to'liqsiz yoki qisman buzilgan grafik taqdim etib, o'quvchidan uni to'ldirish, izohlashtirish yoki xato sohalarni aniqlashni so'rashi mumkin. Bunday muammoli vaziyatlar nafaqat bilim tekshiruvini, balki ijodiy fikrlashni ham rag'batlantiradi.

Grafik usulning asosiy didaktik afzalliklari

Abstrakt miqdoriy bog'liqliklar ko'rgazmali shaklga o'tadi — tushunishni osonlashtiradi.

Bir vaqtda bir nechta o'zgaruvchi o'rtasidagi munosabatni vizual ifodalash mumkin.

Interpolatsiya va ekstrapolyatsiya ko'nikmalari rivojlantiri — matematik tayyorgarlik

mustahkamlanadi.

Grafikdan noma'lum kattalikni aniqlash — analitik va grafikaning natijalarini solishtirish imkonini beradi.

Muammoli vaziyatlar yaratish uchun qulay vosita — ijodiy faollikni oshiradi.

Individual va guruhli loyiha ishlarida qo'llanilishi mumkin — differensiallashtirishni osonlashtiradi.

Eruvchanglik egrilari (solubility curves) — harorat bilan eruvchanglikning o'zgarishini ifodalovchi grafik — eritmalar kimyosida eng ko'p ishlatiladigan grafik vositalardan biridir. Absissalar o'qi bo'yicha harorat T ($^{\circ}\text{C}$), ordinatalar o'qi bo'yicha esa 100 g suvdagi eruvchan modda massasi S (g) qo'yiladi.

Eruvchanglik egrisining asosiy axborot elementlari: berilgan haroratdagi eruvchanglik qiymati ($S = f(T)$); kristallizatsiya sodir bo'ladigan harorat; to'yingan, to'yinmagan va o'ta to'yingan eritma hududlari; ikki tuz uchun egrilar kesishmasidan polimorf o'tish nuqtasi.

Tipik masala va yechim algoritmi

Namunaviy masala №1

Sharti: 20°C da 500 g suv KNO_3 bilan to'yingan eritma tuzilgan. Harorat 60°C ga ko'tarilganda necha gramm KNO_3 qo'shish zarur bo'ladi, agar yangi haroratda ham eritma to'yingan bo'lib qolishi kerak bo'lsa?

Berilgan: $m(\text{H}_2\text{O}) = 500$ g; $T_1 = 20^{\circ}\text{C}$; $T_2 = 60^{\circ}\text{C}$

Topish kerak: $\Delta m(\text{KNO}_3) = ?$

Grafik usulda yechim:

1. KNO_3 uchun eruvchanlik egrisida $T_1 = 20^{\circ}\text{C}$ nuqtadan ordinatalar o'qiga perpendikulyar chiziladi. $S_1 = 31,6$ g/100 g H_2O qiymati o'qiladi.
2. Xuddi shunday $T_2 = 60^{\circ}\text{C}$ uchun: $S_2 = 109,2$ g/100 g H_2O .
3. 500 g suv uchun: $m_1 = 31,6 \times 5 = 158$ g; $m_2 = 109,2 \times 5 = 546$ g.
4. Qo'shilgan KNO_3 : $\Delta m = 546 - 158 = 388$ g.

Grafik yondashuv bu masalada algebraik usul bilan bir xil natijani beradi, ammo o'quvchiga ikkala haroratdagi to'yinganlik holati o'rtasidagi farqni vizual tarzda ko'rsatadi. Egri qiyaligi qanchalik katta bo'lsa, harorat oshganda shunchalik ko'p modda eriydi — bu fizik-kimyoviy qonuniyat grafikdan bevosita ko'rinadi.

2-jadval.

Ba'zi tuzlarning eruvchanligi (g/100 g H_2O) va harorat bog'liqligi

Tuz	0°C	20°C	40°C	60°C	80°C	100°C
KNO_3	13,3	31,6	63,9	109,2	169,0	246,0
NaCl	35,7	35,9	36,6	37,3	38,4	39,8
KCl	28,0	34,7	40,2	45,8	51,3	56,7
$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	14,3	20,7	28,5	40,0	55,0	75,4
$\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$	4,9	19,2	48,4	45,2	43,7	42,5
$\text{Ca}(\text{OH})_2$	0,185	0,165	0,141	0,116	0,094	0,076

Diqqatga sazovor: Na_2SO_4 ning eruvchanligi $32,4^\circ\text{C}$ dan keyin kamayishi (retrograd eruvchanglik) va $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ning harorat ortgani sari erigisi kamayishi — bu anomal hodisalar grafikdan darhol ko'zga tashlanadi, algebraik hisob-kitoblarda esa ko'rinmaydi. Bu grafik usulning o'rgatuvchi kuchi sifatida alohida ahamiyatini isbotlaydi.

Eritmalar kimyosidagi eng muhim amaliy ko'nikma — turli konsentratsiya ko'rinishlarini bir-biriga aylantirish. Molyarlik (c , mol/L) va massa ulushi (ω , %) o'rtasidagi bog'liqlik quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$c = (\omega \cdot \rho \cdot 1000) / M,$$

bu yerda ρ — eritma zichligi (g/mL), M — eruvchan moddaning molyar massasi (g/mol).

Ushbu formula to'g'ridan-to'g'ri munosabat ifodalasa-da, amaliyotda ρ ning ω bilan chiziqsiz bog'liqligi tufayli c – ω grafigi egri chiziq ko'rinishini oladi. Eritmaning zichligi ω ortishi bilan odatda monoton ravishda ortadi (kislotalar, tuzlar uchun), lekin ba'zi holatlarda (H_2SO_4 ning konsentrlangan eritmaları) ekstremal nuqtalar kuzatiladi.

Ikki eritmani aralashtirish masalasi — misol uchun, ω_1 va ω_2 konsentratsiyali eritmaları m_1 va m_2 massalarda aralashtirilganda hosil bo'ladigan aralashmaning konsentratsiyasini aniqlash — grafik usulda juda intuitiv ravishda hal etiladi.

Konsentratsiyalar o'qi (absissalar) ustiga ω_1 va ω_2 nuqtalari belgilanadi. Hosil bo'ladigan eritma konsentratsiyasi ω bu ikki nuqta orasida joylashadi va to'g'ri chiziq bo'yicha massalarga teskari proporsional holda bo'linadi (lever qoidasi). Bu grafik ko'rinish o'quvchiga massa balansi tenglamasini algebrabek echimdan ko'ra ancha intuitiv tarzda tushunishga yordam beradi.

Namunaviy masala №2 — Aralashma qoidasi

Sharti: 30% li H_2SO_4 eritmasidan 200 g va 70% li H_2SO_4 eritmasidan qancha gram aralashtirilsa, 45% li eritma hosil bo'ladi?

Grafik yechim: 30 va 70 ni absissalar o'qiga qo'ying. 45 nuqtasi: 70 ga masofasi = $70 - 45 = 25$, 30 ga masofasi = $45 - 30 = 15$.

Lever qoidasiga ko'ra: $m(30\%) / m(70\%) = 25/15 = 5/3$

$m(30\%) = 200 \text{ g} \Rightarrow m(70\%) = 200 \times 3/5 = 120 \text{ g}$

Javob: 120 g 70%li H_2SO_4 eritmasini qo'shish kerak.

Titrlash egrilari — titr hajmiga (V , mL) nisbatan pH ning o'zgarishini ko'rsatuvchi grafiklar — kuchli kislota va kuchli ishqor, kuchli kislota va kuchsiz ishqor, kuchsiz kislota va kuchli ishqor juftliklari uchun turlicha shaklga ega bo'ladi. Ekvivalentlik nuqtasida pH ning keskin o'zgarishi, bufer hudud va ekvivalentlik nuqtasiga yaqin infleksiya nuqtasi — bularning barchasi grafikdan vizual ravishda aniqlanadi.

3-jadval.

Ekvivalentlik nuqtasidagi pH qiymatlari: turli kislota-asos juftliklari

Titrant	Titrlanadigan eritma	pH (ekv. nuqta)	Indikator
NaOH (kuchli)	HCl (kuchli)	pH = 7,0	Fenolftalein / Metilto'q

NaOH (kuchli)	CH ₃ COOH (kuchsiz)	pH > 7 (8–9)	Fenolftalein
NH ₃ (kuchsiz)	HCl (kuchli)	pH < 7 (5–6)	Metilto'q
NH ₃ (kuchsiz)	CH ₃ COOH (kuchsiz)	pH ≈ 7	Universal indikator
Na ₂ CO ₃	HCl (kuchli)	pH = 8,3; 4	Fenolftalein, Metilto'q

Titrlash egrisini tahlil qilish orqali o'quvchilar quyidagi kimyoviy tushunchalarni chuqurroq o'zlashtirishadi: bufer eritmalar va bufer quvvati; kislota va asoslarning kuchi (K_a, K_b); pH hisoblash kuchsiz kislota gidroli8 zonasida; indikator tanlash asoslari; ekvivalentlik nuqtasi va ekvivalentlilik nuqtasining farqi (titrimetriyadagi amaliy jihat).

Grafik usulning bu kuchli jihati shundaki, o'quvchi bir vaqtda kimyoviy reaksiya, termodinamik tenglik va amaliy titrimetrik tahlil o'rtasidagi bog'liqlikni ko'rish imkoniga ega bo'ladi.

Bu integrativ bilim shakli — zamonaviy STEM ta'limining asosiy maqsadlaridan biridir.

Grafik usulni o'qitishda bosqichlilik zarur: birinchi bosqichda o'quvchilar tayyor grafikdan ma'lumot o'qiydi; ikkinchi bosqichda jadvalga tayyanib grafik quradilar; uchinchi bosqichda grafikdan noma'lum parametрни aniqlaydilar; to'rtinchi bosqichda real eksperimental ma'lumotlar asosida grafik qurish va tahlil qilishadi.

Zamonaviy ta'limda Excel, GeoGebra, Desmos va Python (matplotlib) kabi raqamli vositalar grafik usulni yangi sifatii darajaga olib chiqadi. Dinamik grafik — parametr o'zgarganda real vaqtda o'zgarib turadigan grafik — o'quvchida tizimli tafakkurni rivojlantiradi.

Masalan, Desmos muhitida eruvchanglik egrisining parametrik modeli qurilsa, o'quvchi "harorat 5°C ga ohsa nima bo'ladi?" savoliga bir zumda vizual javob oladi.

Grafik usul turli bilim darajasidagi o'quvchilar uchun bir xil mavzu bo'yicha turli xil vazifalar tuzishga imkon beradi. Kuchsiz o'quvchi grafikdan berilgan nuqtadagi qiymatni o'qisa, o'rtacha darajadagi o'quvchi grafikdan tendentsiyani tushuntirsa, yuqori darajadagi o'quvchi ikkita grafik ma'lumotini sintez qilib yangi xulosaga kelishi talab etiladi.

Bu didaktik differensiatsiyaning grafik vosita yordamida amalga oshirilishi hisoblanadi.

4-jadval.

Grafik va algebraik usullarning didaktik samaradorligi taqqoslanishi

Ko'rsatkich	Algebraik usul	Grafik usul
Tushunish chuqurligi	O'rtacha (formula bog'liqligi)	Yuqori (vizual bog'liqlik)
Xato tanlashi imkoni	Kam (formuladan ko'ra)	O'rtacha (interpolatsiya xatosi)
Bir vaqtda tahlil	Bitta parametr	Ko'p parametr
O'quvchi faolligi	Past (tayyor algoritmi)	Yuqori (tahlil va sintez)
Differensiatsiya	Qiyin	Oson
Raqamli vositalar	Cheklangan	Keng imkoniyat
Kognitiv yuk	Yuqori (formulalar ko'p)	Past (vizual qabul)

Tadqiqot 2025–2026 o'quv yilida G'ijduvon tumani 58-umumta'lim maktabining hamda "Math Academy" xususiy maktabning X-XI sinf kimyo guruhlarida o'tkazildi.

Nazorat guruhi ($n = 28$) an'anaviy algebraik usulda, tajriba guruhi ($n = 30$) grafik usulni keng qo'llagan holda o'qitildi.

Davr oxirida o'tkazilgan baholash (pretest va posttest tizimi bo'yicha) quyidagi natijalarni ko'rsatdi:

— Masalalar to'g'ri yechish ko'rsatkichi: nazorat guruh — 61,4%, tajriba guruh — 84,7% (farq: +23,3 p.p.)

— Tushunish testi ball: nazorat — 68,2/100, tajriba — 82,6/100

— Kognitiv yuk so'rovnomasi (NASA-TLX asosida): nazorat — 64,1/100, tajriba — 47,3/100

— Motivatsion faollik (5 ballik shkalada): nazorat — 3,2, tajriba — 4,1

Natijalar grafik usulning akademik ko'rsatkichlarni sezilarli darajada oshirishini, shu bilan birga kognitiv yukni kamaytirishini tasdiqlaydi.

Ushbu kombinatsiya — sifat ko'tarilishi bilan bir vaqtda stressning kamayishi — zamonaviy pedagogikada eng istiqbolli ta'lim yondashuvi sifatida baholanmoqda.

Olib borilgan tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, kimyo ta'limida, xususan, eritmalar mavzusiga oid masalalarni grafik usulda yechish o'quvchilarning mavzuni chuqurroq tushunishi, nazariy bilimlarni amaliy holatlar bilan bog'lay olishi hamda hisoblash masalalarini ongli ravishda tahlil qilishiga samarali ta'sir ko'rsatadi.

Grafik usul eruvchanlik, konsentratsiya va titrlash kabi murakkab mavzularni vizual tarzda izohlash imkonini berib, o'quvchilarning xotirada saqlash, mantiqiy fikrlash va mustaqil yechim topish ko'nikmalarini rivojlantiradi.

Shuningdek, GeoGebra, Desmos va Excel kabi raqamli dasturlardan foydalanish dars jarayonining interaktivligini oshirib, grafik yondashuvning didaktik imkoniyatlarini kengaytiradi.

Eksperimental natijalarda masala yechish samaradorligining 23,3 foizga, motivatsion faollikning esa 28 foizga oshgani grafik usulning kimyo ta'limida samarali metodik vosita ekanligini tasdiqlaydi.

ADABIYOTLAR:

1. Atkins P.W., de Paula J. Physical Chemistry. 11th ed. — Oxford: Oxford University Press, 2022. — 1027 p.

2. Mayer R.E. Multimedia Learning. — Cambridge: Cambridge University Press, 2001. — 184 p.

3. Sweller J. Cognitive load theory, learning difficulty, and instructional design // Learning and Instruction. — 1994. — Vol. 4. — P. 295–312.

4. Paivio A. Mental representations: A dual coding approach. — Oxford: Oxford University Press, 1986. — 322 p.

5. Maxmutov M.I. Muammoli ta'lim nazariyasi asoslari. — Toshkent: O'qituvchi, 1975. — 268 b.

6. Glinka N.L. Umumiy kimyo. 30-nashr. — Sankt-Peterburg: Integral-Press, 2020. — 728 b.

7. Nurullayev A.N., Toshmatov Z.A. Kimyodan masala va mashqlar to'plami (oliy ta'lim uchun). — Toshkent: TDTU nashriyoti, 2019. — 312 b.
8. Chang R., Goldsby K.A. Chemistry. 12th ed. — New York: McGraw-Hill Education, 2016. — 1114 p.
9. O'zbekiston Respublikasi Xalq ta'limi vazirligi. Kimyo fanining o'qyb dasturi (10–11-sinflar). — Toshkent: Respublika ta'lim markazi, 2022. — 48 b.
10. Okon V. Muammoli ta'lim asoslari. — Moskva: Prosveshcheniye, 1968. — 208 b.
11. Taber K.S. Visualization and learning in science education // Chemistry Education Research and Practice. — 2017. — Vol. 18. — P. 1–9.
12. Johnstone A.H. Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem // Journal of Computer Assisted Learning. — 1991. — Vol. 7. — P. 75–83.