

**KISLORODNING OKSIDLANISH-QAYTARILISH REAKSIYALARIDAGI
ISHTIROKI***Jizzax shahar 30-maktabning oliy toifali**kimyo fani o'qituvchisi**Botirov Abdumutallib**Forish tumani 38-maktabning oliy toifali**kimyo fani o'qituvchisi**Sharifov G'ofur*

Annotatsiya. Mazkur maqolada kislorodning oksidlanish-qaytarilish reaksiyalaridagi ishtiroki kimyoviy va metodik jihatdan tahlil qilinadi. Kislorodning birikmalardagi oksidlanish darajalari (-2 , -1 , $-\frac{1}{2}$, 0 , $+1$, $+2$), uning kuchli oksidlovchi sifatidagi xossalari hamda peroksidlar, kislorod fluoridlari va termik parchalanish reaksiyalarida qaytaruvchi yoki disproporsiyalanuvchi zarracha sifatidagi roli ko'rib chiqilgan. Yonish, korroziya va nafas olish jarayonlari misolida elektron balans usulida tenglama tuzish, demonstratsion tajribalar o'tkazish va PISA talablariga mos kontekstli topshiriqlardan foydalanish bo'yicha metodik tavsiyalar berilgan. Shuningdek, 8-sinf uchun 5E modeli (jalb qilish, tadqiq etish, tushuntirish, mustahkamlash, baholash) asosida ishlab chiqilgan dars tuzilmasi va didaktik o'yinlar tavsiflangan.

Kalit so'zlar: kislorod, oksidlanish darajasi, oksidlovchi, qaytaruvchi, elektron balans, peroksid, ozon, yonish, korroziya, 5E modeli, didaktik o'yin.

Abstract. This article analyzes the participation of oxygen in oxidation-reduction reactions from chemical and methodological perspectives. The oxidation states of oxygen in its compounds (-2 , -1 , $-\frac{1}{2}$, 0 , $+1$, $+2$), its properties as a strong oxidizing agent, and its role as a reducing or disproportionating species in peroxides, oxygen fluorides and thermal decomposition reactions are considered. Using



combustion, corrosion and respiration as examples, methodological recommendations are given on balancing equations by the electron balance method, conducting demonstration experiments and applying context-based tasks aligned with PISA requirements. A lesson structure for the 8th grade based on the 5E model (engage, explore, explain, elaborate, evaluate) and a set of didactic games are also described.

Keywords: oxygen, oxidation state, oxidizing agent, reducing agent, electron balance, peroxide, ozone, combustion, corrosion, 5E model, didactic game.

Kirish

Kislorod Yer po'stida eng ko'p tarqalgan element bo'lib, uning massasining qariyb yarmini, havoning esa hajm jihatdan taxminan 21 foizini tashkil etadi (Greenwood & Earnshaw, 1997). Tirik organizmlarning nafas olishi, yoqilg'ining yonishi, metallarning korroziyasi va ko'plab sanoat jarayonlari kislorod ishtirokidagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalariga asoslanadi. "Oksidlanish" atamasining o'zi ham tarixan aynan moddaning kislorod bilan birikishi ma'nosida paydo bo'lgan.

Kislorodning kashf etilishi oksidlanish tushunchasining shakllanishi bilan uzviy bog'liq. Uni XVIII asrning 70-yillarida shved kimyogari K. Sheele ("olov havosi" deb atagan) va ingliz olimi J. Priestli (simob (II) oksidini qizdirib) bir-biridan mustaqil ravishda olgan. Fransuz kimyogari A. Lavuazye esa yonish moddaning kislorod bilan birikishi ekanini isbotlab, elementga hozirgi nomini bergan (Greenwood & Earnshaw, 1997). Bu tarixiy ma'lumotlar o'quvchilarga ilmiy bilim tajriba va dalil asosida qanday shakllanishini ko'rsatadi.

Kislorod elektromanfiylik bo'yicha ftordan keyin ikkinchi o'rinda turadi: Poling shkalasida uning qiymati 3,44 ga (Housecroft & Sharpe, 2018), 8-sinf darsligidagi nisbiy elektrmanfiylik jadvalida esa 3,50 ga teng, ftorniki 4,10 (Asqarov va boshq., 2014). Shu sababli u deyarli barcha birikmalarida manfiy oksidlanish



darajasini namoyon qiladi va reaksiyalarda asosan oksidlovchi vazifasini bajaradi. Biroq maktab amaliyotida bu qoida ko‘pincha mutlaqlashtirilib, o‘quvchilarda “kislorod har doim -2 ” degan qat’iy tasavvur shakllanadi. Natijada peroksidlar, ozon yoki kislorod floridlari ishtirokidagi reaksiyalarni tahlil qilishda xatoliklarga yo‘l qo‘yiladi.

Tadqiqotlar oksidlanish-qaytarilish mavzusi o‘quvchilar uchun eng qiyin mavzulardan biri ekanini ko‘rsatadi: ular oksidlovchi va qaytaruvchini, oksidlanish va qaytarilish jarayonlarini chalkashtiradi, elektronlar harakatini tasavvur qilishda qiynaladi (De Jong et al., 1995). A. Johnstone (1991) ta’kidlaganidek, kimyoni o‘rganishdagi asosiy qiyinchilik makroskopik (kuzatiladigan), submikroskopik (atom-molekulyar) va ramziy (formula, tenglama) darajalarni bir vaqtda bog‘lash zaruratidan kelib chiqadi. Mazkur maqolaning maqsadi — kislorodning oksidlanish-qaytarilish reaksiyalaridagi ishtirokini ana shu uch daraja birligida o‘qitish metodikasini asoslashdan iborat.

Umumta’lim maktablarida o‘quvchilar kislorod, havo tarkibi, yonish va oksidlar bilan dastlab 7-sinfda tanishadi (Asqarov va boshq., 2017). Bu bosqichda oksidlanish moddaga kislorod qo‘shilishi, qaytarilish esa moddadan kislorod ajralib chiqishi sifatida ta’riflanadi. 8-sinf darsligi esa 7-sinf mavzularini, jumladan oksidlar va peroksidlarni takrorlashdan boshlanib, davriy qonun, atom tuzilishi, elektrmanfiylik va kimyoviy bog‘lanish mavzularini o‘z ichiga oladi (Asqarov va boshq., 2014). Aynan shu bilimlar asosida o‘quvchilar oksidlanish-qaytarilishning elektron nazariyasiga (oksidlanish — elektron berish, qaytarilish — elektron qabul qilish) o‘tadi. Ikki ta’rif o‘rtasidagi bog‘liqlikni ko‘rsatib berish o‘qituvchidan alohida metodik mahorat talab qiladi, chunki aynan shu o‘tishda o‘quvchilarning ko‘p xatolari paydo bo‘ladi.

Metodlar

Tadqiqotda kimyoviy va pedagogik adabiyotlarni nazariy tahlil qilish, amaldagi darsliklardagi mavzu bayonini qiyosiy o‘rganish, dars kuzatuvi,



o'quvchilarning yozma ishlaridagi tipik xatoliklarni tahlil qilish hamda 8–9-sinflarda pedagogik tajriba-sinov usullaridan foydalanildi. Mavzuni o'qitish quyidagi to'rt bosqich asosida tashkil etildi.

1-bosqich. Kislorodning oksidlanish darajalarini tizimlashtirish.

O'quvchilarga “kislorod doim -2 ” qoidasi o'rniga uning barcha oksidlanish darajalarini jamlagan jadval taqdim etiladi (1-jadval). Bunda 8-sinf darsligidagi ma'lumotga tayaniladi: peroksidlarda (Na_2O_2 , H_2O_2 , BaO_2) kislorodning oksidlanish darajasi -1 ga, valentligi esa ikkiga teng (Asqarov va boshq., 2014). Oksidlanish darajasi va valentlikni farqlash o'quvchilar uchun muhim tushuncha hisoblanadi. Qoidaning istisnolari bilan birga o'rganilishi o'quvchilarda tanqidiy fikrlashni rivojlantiradi va keyingi bosqichlarda xatolarning oldini oladi.

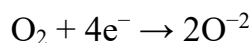
1-jadval. Kislorodning birikmalardagi oksidlanish darajalari

Oksidlanish darajasi	Birikma turi	Misollar
-2	Oksidlar, asoslar, kislorodli kislotalar va tuzlar	H_2O , CO_2 , NaOH , H_2SO_4
-1	Peroksidlar	H_2O_2 , Na_2O_2 , BaO_2
$-\frac{1}{2}$	Superoksidlar	KO_2
0	Oddiy moddalar	O_2 , O_3
$+1$	Dikislorod diftorid	O_2F_2
$+2$	Kislorod diftorid	OF_2

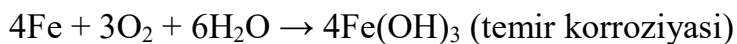
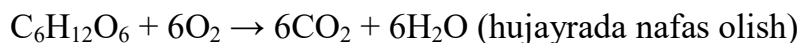
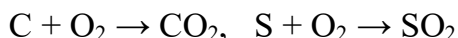
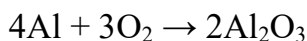
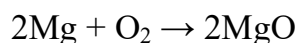
2-bosqich. Kislorod — oksidlovchi. Bu xossani atom tuzilishi orqali tushuntirish maqsadga muvofiq. Kislorod atomining elektron formulasi $1s^2 2s^2 2p^4$ bo'lib, tashqi qavatida oltita elektron bor. Qavatni sakkiz elektronga to'ldirish uchun unga ikkita elektron yetishmaydi, shu sababli kislorod elektron qabul qilishga moyil. O_2 molekulasida atomlar ikkita umumiy elektron juft bilan bog'langan ($\text{O}=\text{O}$)



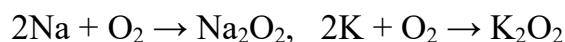
(Asqarov va boshq., 2014). Oddiy modda holidagi kislorod reaksiyalarda elektron qabul qilib, qaytariladi. Bunda o'quvchilar e'tiborini bir molekula ikki atomdan iboratligi sababli to'rtta elektron qabul qilishiga qaratish muhim:



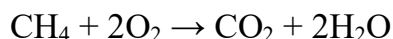
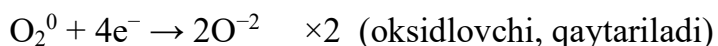
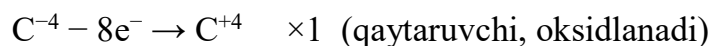
Bu xossani metallar, metallmaslar va murakkab moddalar bilan reaksiyalarda ko'rsatish maqsadga muvofiq:



Ishqoriy metallarning kislorod bilan reaksiyasi alohida e'tiborga loyiq: natriy va kaliy kislorodda yonganda oksid emas, peroksid hosil qiladi (Asqarov va boshq., 2014). Bu misolda kislorod 0 dan -2 gacha emas, balki -1 gacha qaytariladi va o'quvchilar oksidlanish darajasi -1 bo'lgan holat bilan amalda tanishadi:



Metanning yonishi misolida elektron balans quyidagicha tuziladi:

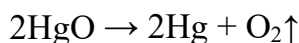
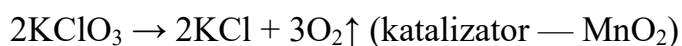


Kislorodning oksidlovchilik kuchini standart elektrod potentsiali orqali ham baholash mumkin: $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ uchun $E^\circ = +1,23 \text{ V}$ (Atkins et al., 2016).



Yuqori sinflarda bu qiymatni boshqa oksidlovchilar bilan taqqoslash o'quvchilarga reaksiya yo'nalishini asosli bashorat qilishga yordam beradi.

3-bosqich. Kislorod — qaytaruvchi. -2 oksidlanish darajasidagi kislorod ayrim reaksiyalarda elektron berib, oksidlanadi. Bunga kislorod olishning laboratoriya usullari yaqqol misol bo'ladi:

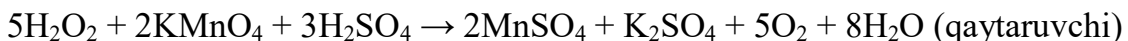


Bu reaksiyalar ichki molekulyar oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari hisoblanadi: bitta modda tarkibidagi Mn^{+7} , Cl^{+5} yoki Hg^{+2} oksidlovchi, O^{-2} esa qaytaruvchi vazifasini bajaradi. O'quvchilar ko'pincha faqat metall atomining o'zgarishiga e'tibor berib, kislorodning oksidlanishini ko'rmay qoladi, shuning uchun har bir atom oksidlanish darajasini alohida belgilash talab etiladi. Kislorod musbat oksidlanish darajasiga faqat o'zidan elektromanfiyroq bo'lgan fluor bilan reaksiyada o'tadi:



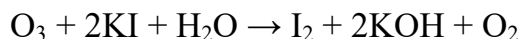
Bu yerda kislorod -2 dan $+2$ gacha oksidlanadi, fluor esa 0 dan -1 gacha qaytariladi.

4-bosqich. Peroksidlar va ozon. Vodorod peroksiddagi -1 oksidlanish darajasi oraliq bo'lgani uchun u sharoitga qarab oksidlovchi ham, qaytaruvchi ham bo'la oladi, shuningdek disproporsiyalanadi:

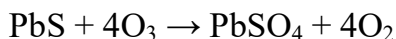
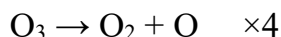
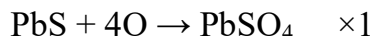




Ozon kislorodga nisbatan ancha kuchli oksidlovchi: $O_3 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow O_2 + H_2O$ uchun $E^\circ = +2,07 \text{ V}$ (Atkins et al., 2016). Uning kaliy yodid bilan reaksiyasi ozonni aniqlashda qo'llaniladi:



Ozon ishtirokidagi reaksiyalarni tenglashtirishda o'quvchilar uchun tushunarli bo'lgan "kislorod atomlari usuli" dan ham foydalanish mumkin. Masalan, qo'rg'oshin (II) sulfidning ozon bilan oksidlanishida har bir ozon molekulasida bitta kislorod atomini beradi, sulfidni sulfatga aylantirish uchun esa to'rtta kislorod atomi kerak:



Elektron balans nuqtai nazaridan bu reaksiyada S^{-2} sakkiz elektron berib S^{+6} ga oksidlanadi, har bir ozon molekulasidagi bitta kislorod atomi esa ikki elektron qabul qilib O^{-2} ga qaytariladi. Ikki usulni taqqoslash o'quvchilarga "kislorod qo'shilishi" va "elektron berish" ta'riflari bir hodisaning ikki tomoni ekanini ko'rsatadi. Ta'kidlash joizki, 1–3-bosqichlar 8-sinf dasturiga to'liq mos keladi, 4-bosqichdagi peroksid, ozon va elektrod potentsiallariga oid material esa yuqori sinflarda yoki chuqurlashtirilgan mashg'ulotlarda qo'llanadi.

Demonstratsion tajribalar. Nazariy materialni makroskopik darajada mustahkamlash uchun quyidagi tajribalar tavsiya etiladi: 3 foizli vodorod peroksidga ozgina MnO_2 qo'shib, ajralgan gazni cho'g'langan cho'p bilan aniqlash; kaliy permanganatni probirkada qizdirib kislorod olish; kislorod to'ldirilgan idishda ko'mir yoki ingichka temir simni yondirish; vodorod peroksidni kraxmal va kaliy yodid eritmasi bilan aniqlash. Tajribalar himoya ko'zoynagida, oz miqdordagi moddalar bilan va o'qituvchi nazoratida o'tkaziladi.



5E modeli asosidagi dars tuzilmasi. 8-sinfda “Kislorodning oksidlanish-qaytarilish reaksiyalaridagi ishtiroki” mavzusidagi 45 daqiqalik dars 5E modeli (Bybee et al., 2006) asosida besh bosqichda tashkil etildi (2-jadval).

2-jadval. 5E modeli asosidagi dars tuzilmasi (8-sinf)

Bosqich	Vaqt	O‘qituvchi va o‘quvchilar faoliyati
Engage — jalb qilish	5 daq.	“Sham nega o‘chadi?” tajribasi: yonib turgan sham ustiga stakan yopiladi. Savol-topishmoqlar: havoda miqdori bo‘yicha ikkinchi gaz qaysi? “Olov havosi”ni kim kashf etgan? QR-kod orqali “Oksidlovchilar” va “Qaytaruvchilar” guruhlariga ajratish.
Explore — tadqiq etish	10 daq.	Yangi va zanglagan mix, yangi kesilgan va yarim soat turgan olmani kuzatib taqqoslash, farq sababini taxmin qilish. “Pufakchalar” o‘yini orqali “Havo va uning tarkibi” mavzusini takrorlash.
Explain — tushuntirish	15 daq.	Kislorodning fizik va kimyoviy xossalari; oksidlanish, qaytarilish, oksidlovchi, qaytaruvchi tushunchalari; metallar, metallmaslar va murakkab moddalarning yonish tenglamalari; “So‘z tuzish — KISLOROD” o‘yini.
Elaborate — mustahkamlash	10 daq.	Bilimni sanoat, tibbiyot, qishloq xo‘jaligi va kundalik hayotga tatbiq etish; guruhlarda oksidlovchi va qaytaruvchini aniqlash; “Moslashtirish” tarqatma materiali.
Evaluate — baholash	5 daq.	Besh savoldan iborat tezkor test-so‘rov, xulosa va uyga vazifa.

Engage bosqichi. Sham tajribasida o‘quvchilarga javob darhol aytilmaydi: stakan ichida kislorod tugagani sababli yonish to‘xtashi Explore va Explain bosqichlarida o‘quvchilarning o‘zi tomonidan aniqlanadi. Bu muammoli vaziyat dars oxirigacha qiziqishni saqlab turadi. Kislorod kashfiyoti haqidagi savollar esa tarixiy ma’lumotni jonli tarzda eslatadi.



Explore bosqichi. Guruhlar “kuzat, taqqosla, taxmin qil” topshirig‘ini bajaradi. Yaltiroq metall yuzali yangi mix bilan qizg‘ish-jigarrang qatlam bilan qoplangan zanglagan mix, shuningdek yangi kesilgan olma bilan havoda qorayib qolgan olma taqqoslanadi. O‘quvchilar ikki holat o‘rtasidagi farqning sababini javobni hali bilmasa ham o‘zicha taxmin qiladi. Bu taxminlar keyinroq ilmiy tushuntirish bilan solishtiriladi.

Explain bosqichi. Kislorodning xossalari jadval ko‘rinishida umumlashtiriladi: rangsiz va hidsiz gaz, havoning taxminan 21 foizini tashkil etadi, molekulasi ikki atomdan iborat (O_2), havodan biroz og‘ir, suvda kam eriydi (baliqlar suvda erigan kislorod bilan nafas oladi), ko‘pchilik moddalar bilan faol reaksiyaga kirishuvchi kuchli oksidlovchi. So‘ngra oksidlanish-qaytarilishga oid to‘rt asosiy tushuncha ikki ta‘rif bilan birga beriladi va metallar (Mg, Al, Fe), metallmaslar (C, S) hamda murakkab moddalar (metan, glyukoza) yonishi misolida barcha reaksiyalarda kislorod oksidlovchi ekani ko‘rsatiladi.

Didaktik o‘yinlar. “Pufakchalar” o‘yinida har bir raqamlangan pufakchada havo tarkibiga oid bitta savol yashiringan bo‘lib, to‘g‘ri javob guruhga ball keltiradi. “So‘z tuzish” lug‘at boyitish o‘yinida KISLOROD so‘zining har bir harfiga kimyoviy tushuncha topiladi: katalizator, ion, sublimatsiya, Lavuazye, oksid, reaksiya tenglamasi, oksidlovchi, davriy jadval. O‘yinlar faqat qiziqarlilik uchun emas, balki atamalarni mustahkamlash va guruhda hamkorlikni rivojlantirish uchun xizmat qiladi (Ishmuhamedov va boshq., 2010).

Elaborate bosqichi. O‘quvchilar kislorod ishtirokidagi reaksiyalarning hayotdagi o‘rnini muhokama qiladi: sanoatda metallurgiya va atsetilen-kislorod alangasida payvandlash, tibbiyotda vodorod peroksid va kislorod terapiyasi, qishloq xo‘jaligida mahsulotlarning oksidlanishi va saqlanishi, kundalik hayotda batareyalar va metallarning zanglashi. Guruh topshirig‘ida 1-guruh oksidlovchilarni, 2-guruh qaytaruvchilarni topadi. So‘ngra “Moslashtirish” tarqatma materialida o‘quvchilar “oksidlanish”, “qaytarilish”, “oksidlovchi”, “qaytaruvchi” tushunchalarini ularning



ta'riflari bilan chiziq orqali bog'laydi. PISA talablariga mos kontekstli savollar ham beriladi (OECD, 2019): “Nega vodorod peroksid qorong'i idishda saqlanadi?”, “Nima uchun temir ko'priklar bo'yaladi, oltin buyumlar esa zanglamaydi?”

Evaluate bosqichi. Tezkor test-so'rov besh savoldan iborat: kislorod reaksiyalarda qanday vazifani bajaradi; $4\text{Fe} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3$ reaksiyasida temir qanday vazifani bajaradi; moddaning kislorod bilan birikishi nima deb ataladi; nafas olishda qaytaruvchi vazifasini nima bajaradi; temirning zanglashi qaysi jarayonga misol bo'ladi. Uyga vazifa sifatida o'quvchilar kundalik hayotdan kislorod ishtirokidagi oksidlanish jarayonlariga oid uchta misol topib, reaksiya tenglamasini tuzadi va har birida oksidlovchi hamda qaytaruvchini ko'rsatadi.

Muhokama va natija

Adabiyotlar tahlili va o'qituvchilik tajribasi shuni ko'rsatadiki, o'quvchilar ushbu mavzuda quyidagi tipik xatolarga yo'l qo'yadi: vodorod peroksiddagi kislorodni -2 deb olib, vodorodga $+2$ oksidlanish darajasini yozish; kaliy permanganat parchalanishida kislorodning qaytaruvchi ekanini e'tiborsiz qoldirish; oksidlovchini “elektron beruvchi” deb adashtirish; kislorod molekulasini ikki emas, to'rt elektron qabul qilishini hisobga olmaslik. Taklif etilgan to'rt bosqichli mazmuniy yondashuv ana shu xatolarning har birini alohida bosqichda bartaraf etishga qaratilgan, 5E modeli esa o'quvchini tayyor bilimni qabul qiluvchidan uni o'zi kashf etuvchiga aylantiradi.

Xulosa

Kislorod oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida asosan kuchli oksidlovchi sifatida ishtirok etadi, ammo peroksidlar, ozon, floridlar va termik parchalanish reaksiyalarida u qaytaruvchi yoki disproporsiyalanuvchi zarracha vazifasini ham bajaradi. Mavzuni “kislorod doim -2 ” degan soddalashtirilgan qoida asosida emas, balki uning barcha oksidlanish darajalarini tizimli ko'rib chiqish, elektron balans usulini bosqichma-bosqich qo'llash, demonstratsion tajribalar va real hayotiy



vaziyatlarga oid topshiriqlar orqali o'qitish o'quvchilarda chuqur kimyoviy savodxonlikni shakllantiradi. 8-sinfda darsni 5E modeli asosida tashkil etish, tajriba, kuzatuv va didaktik o'yinlarni uyg'unlashtirish o'quvchilarning faolligi va mavzuga qiziqishini oshiradi. Tavsiya etilgan metodikani umumta'lim maktablarining 8–9-sinflarida hamda akademik litseylarda qo'llash mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati:

1. Atkins, P., Jones, L., & Laverman, L. (2016). *Chemical principles: The quest for insight* (7th ed.). W. H. Freeman.
2. Asqarov, I. R., To'xtaboyev, N. X., & G'opirov, K. G. (2014). *Kimyo: Umumiy o'rta ta'lim maktablarining 8-sinfi uchun darslik* (3-nashr). Toshkent: YangiYo'l poligraf servis.
3. Asqarov, I. R., To'xtaboyev, N. X., & G'opirov, K. G. (2017). *Kimyo: Umumiy o'rta ta'lim maktablarining 7-sinfi uchun darslik* (5-nashr). Toshkent: Sharq.
4. Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness*. BSCS.
5. De Jong, O., Acampo, J., & Verdonk, A. (1995). Problems in teaching the topic of redox reactions: Actions and conceptions of chemistry teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(10), 1097–1110.
6. Greenwood, N. N., & Earnshaw, A. (1997). *Chemistry of the elements* (2nd ed.). Butterworth-Heinemann.
7. Housecroft, C. E., & Sharpe, A. G. (2018). *Inorganic chemistry* (5th ed.). Pearson.
8. Ishmuhamedov, R. J., Abduqodirov, A., & Pardayev, A. (2010). *Tarbiyada innovatsion texnologiyalar*. Toshkent: Iste'dod.
9. Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75–83.
10. OECD. (2019). *PISA 2018 assessment and analytical framework*. OECD Publishing.