

**OLIV TA'LIMDA "FIZIK VA KOLLOID KIMYO" FANIDAN
LABORATORIYA MASHG'ULOTLARINI RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR
ASOSIDA O'QITISH**

**ОБУЧЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ФИЗИЧЕСКАЯ И КОЛЛОИДНАЯ ХИМИЯ» В ВЫСШЕМ
ОБРАЗОВАНИИ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**TEACHING LABORATORY CLASSES IN "PHYSICAL AND COLLOID
CHEMISTRY" IN HIGHER EDUCATION BASED ON DIGITAL
TECHNOLOGIES**

Xolmurodova Laziza Erkinovna

Qarshi davlat universiteti, p.f.f.d. (PhD), v.b. dotsenti

xolmurodovazl86@gmail.com

Annotatsiya: Mazkur maqolada oliy ta'lim muassasalarida "Fizik va kolloid kimyo" fanidan laboratoriya mashg'ulotlarini raqamli texnologiyalar asosida tashkil etish va o'qitishning metodik imkoniyatlari yoritilgan. Fizik-kimyoviy jarayonlarni o'rganishda virtual laboratoriyalar, raqamli simulyatsiyalar, interaktiv ta'lim platformalari, videolaboratoriyalar hamda raqamli o'lchov vositalaridan foydalanishning didaktik ahamiyati tahlil qilingan. Raqamli texnologiyalar asosida tashkil etilgan laboratoriya mashg'ulotlarining talabalarda nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan integratsiyalash, tajriba natijalarini tahlil qilish, ilmiy-tadqiqotchilik, muammoli vaziyatlarni hal etish va raqamli kompetensiyalarni rivojlantirishdagi imkoniyatlari asoslangan. Shuningdek, laboratoriya mashg'ulotlarini raqamlashtirishning ta'lim samaradorligini oshirish, tajribalarni xavfsiz va takroriy bajarish hamda o'quv jarayonida individual yondashuvni ta'minlashdagi afzalliklari ko'rsatib berilgan.

Kalit so'zlar: *raqamli transformatsiya, fizik-kimyoviy jarayonlar, virtual eksperiment, kompyuter simulyatsiyasi, interaktiv laboratoriya, adsorbsiya jarayoni, eksperimental ta'lim, kimyoviy ta'lim.*

Аннотация: В статье рассматриваются методические возможности организации и проведения лабораторных занятий по дисциплине «Физическая и коллоидная химия» в высших образовательных учреждениях на основе цифровых технологий. Анализируется дидактическое значение использования виртуальных лабораторий, цифровых симуляций, интерактивных образовательных платформ, видеолaborаторий и цифровых измерительных средств при изучении физико-химических процессов. Обоснованы возможности цифровых лабораторных занятий в интеграции теоретических знаний с практической деятельностью студентов, развитии навыков анализа

экспериментальных результатов, исследовательских компетенций, способности решать проблемные ситуации и цифровой грамотности. Особое внимание уделено преимуществам цифровизации лабораторных занятий, обеспечивающим повышение эффективности обучения, безопасное и многократное проведение экспериментов, а также реализацию индивидуального подхода к обучению.

Ключевые слова: *Цифровая трансформация, физико-химические процессы, виртуальный эксперимент, компьютерное моделирование, интерактивная лаборатория, процесс адсорбции, экспериментальное обучение, химическое образование.*

Annotation: This article examines the methodological possibilities of organizing and conducting laboratory classes in “Physical and Colloid Chemistry” in higher education institutions based on digital technologies. The study analyzes the didactic potential of virtual laboratories, digital simulations, interactive learning platforms, video-based laboratory activities, and digital measurement tools in studying physicochemical processes. The article substantiates the potential of digitally supported laboratory classes to integrate students’ theoretical knowledge with practical activities, develop experimental data analysis skills, research competencies, problem-solving abilities, and digital competence. Particular attention is paid to the advantages of digitalizing laboratory instruction, including improving learning effectiveness, enabling safe and repeatable experiments, providing visualization of complex physicochemical processes, and supporting individualized learning. The integration of digital technologies into laboratory instruction is considered as an important methodological condition for modernizing practical chemistry education in higher education.

Key words: *digital transformation, physicochemical processes, virtual experiment, computer simulation, interactive laboratory, adsorption process, experimental learning, chemistry education.*

Oliy ta’lim tizimida kimyo fanlarini o’qitishning zamonaviy tendensiyalari nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan uzviy bog’lash, talabalarning eksperimental ko’nikmalarini rivojlantirish hamda raqamli kompetensiyalarini shakllantirishga yo’naltirilmoqda.

Ayniqsa, “Fizik va kolloid kimyo” kabi murakkab nazariy tushunchalar, fizik-kimyoviy qonuniyatlar va mikroskopik jarayonlarni o’z ichiga olgan fanlarni o’qitishda laboratoriya mashg’ulotlari alohida didaktik ahamiyat kasb etadi. Laboratoriya tajribalari orqali talabalar nazariy bilimlarni real jarayonlar bilan bog’laydi, kuzatish, o’lchash, tajriba natijalarini qayd etish, tahlil qilish va ilmiy xulosa chiqarish ko’nikmalarini egallaydi. Zamonaviy tadqiqotlarda ham kimyo laboratoriya

mashg'ulotlari talabalarning nazariy bilimlarini amaliy tajriba bilan bog'lashda muhim vosita ekani ta'kidlangan.

“Fizik va kolloid kimyo” fanining o'ziga xosligi shundaki, unda ko'plab jarayonlarni bevosita kuzatish imkoniyati cheklangan. Masalan, kimyoviy muvozanatning siljishi, elektrod potensialining o'zgarishi, adsorbsiya jarayonlari, kolloid sistemalarning barqarorligi, sirt hodisalari, diffuziya, osmos, elektrokinetik hodisalar hamda fazalararo jarayonlarning mexanizmlarini talabalarga faqat an'anaviy laboratoriya tajribasi orqali to'liq va vizual tarzda tushuntirish har doim ham oson emas. Shu sababli laboratoriya mashg'ulotlarida tajriba natijalarini raqamli qayd etish, jarayonlarni modellashtirish, simulyatsiya qilish va vizualizatsiyalash imkonini beruvchi texnologiyalardan foydalanish muhim metodik ehtiyojga aylanmoqda.

Shu nuqtayi nazardan, raqamli texnologiyalarni laboratoriya mashg'ulotlariga integratsiya qilish an'anaviy laboratoriyani to'liq almashtirish emas, balki uning didaktik imkoniyatlarini kengaytiruvchi vosita sifatida qaralishi lozim. Virtual laboratoriyalar, raqamli simulyatsiyalar, interaktiv modellar, videolaboratoriyalar, elektron ma'lumotlarni qayd etish va tahlil qilish vositalari talabalarga tajribani oldindan modellashtirish, jarayon parametrlarini o'zgartirish, natijalarni kuzatish va turli sharoitlarda tajribani qayta bajarish imkonini beradi. Kimyo ta'limidagi virtual laboratoriyalar bo'yicha tizimli tadqiqotlar ularning passiv ta'lim vositalariga nisbatan kognitiv o'quv natijalarini yaxshilashi, ayrim holatlarda real laboratoriya mashg'ulotlariga teng yoki undan yuqori natijalar berishi mumkinligini ko'rsatgan. Shu bilan birga, virtual laboratoriyalarni real tajribalar bilan integratsiyalash eng maqbul yondashuvlardan biri sifatida qayd etiladi.

Raqamli texnologiyalarni laboratoriya mashg'ulotlariga joriy etishda asosiy maqsad talabaning haqiqiy tajribadan voz kechishi emas, balki uning eksperimental-tadqiqotchilik faoliyatini kuchaytirishdan iborat bo'lishi kerak. Ayniqsa, fizik va kolloid kimyo fanida virtual simulyatsiyani real tajribadan oldingi tayyorgarlik bosqichi, tajribadan keyingi natijalarni tahlil qilish vositasi yoki murakkab jarayonlarni modellashtirish mexanizmi sifatida qo'llash yuqori metodik samaradorlikka ega bo'lishi mumkin.

Tadqiqotimizning asosiy muammosi oliy ta'limda “Fizik va kolloid kimyo” fanidan laboratoriya mashg'ulotlarini raqamli texnologiyalar bilan shunchaki jihozlash emas, balki raqamli vositalarni laboratoriya faoliyatining mazmuni va didaktik maqsadlari bilan tizimli integratsiyalash orqali talabalarning bilim, amaliy-eksperimental va tadqiqotchilik kompetensiyalarini rivojlantirish metodikasini ishlab chiqishdan iborat.

Tajriba mashg'ulotlarida fizik va kolloid kimyoning quyidagi mazmuniy yo'nalishlaridan foydalanish mumkin:

1. Kimyoviy muvozanat va muvozanat konstantasini aniqlash;

2. Eritmalarning fizik-kimyoviy xossalarini o'rganish;
3. Elektrolit eritmalarining elektr o'tkazuvchanligini aniqlash;
4. Elektrod potentsiallarini o'lchash;
5. Elektromotor kuchni aniqlash;
6. Adsorbsiya jarayonlarini o'rganish;
7. Kolloid eritmalarining xossalarini aniqlash;
8. Sirt tarangligi va sirt hodisalarini o'rganish;
9. Dispers sistemalarning barqarorligini tadqiq qilish;

Kinetik jarayonlarning harorat va konsentratsiyaga bog'liqligini aniqlash.

Namuna sifatida adsorbsiya jarayonini modellashtirish uchun virtual tajribani keltirib o'tamiz. Mavzu: Faollashtirilgan ko'mir yordamida eritmada moddaning adsorbsiyalanishini o'rganish.

Virtual tajriba ssenariysi: Talaba virtual laboratoriya muhitida faollashtirilgan ko'mir + bo'yoq eritmasi tizimini tanlaydi.

1-OYNA. Tajribaga tayyorgarlik

ADSORBSIYA JARAYONINI O'RGANISH

Maqsad: Faollashtirilgan ko'mir yordamida eritmada bo'yoq moddasining adsorbsiyalanishini o'rganish.

Virtual jihozlar:

- Stakan
- Magnit aralashtirgich
- Eritma
- Faollashtirilgan ko'mir
- Elektron tartib
- Konsentratsiya o'lchagich
- Taymer

Tajribani boshlash

2-OYNA. Adsorbent va adsorbatni tanlash

Adsorbent: Faollashtirilgan ko'mir

Adsorbat: Bo'yoq moddasi eritmasi

Boshlang'ich konsentratsiya (C_0), mg/L: 100

Eritma hajmi (V), mL: 100

Adsorbent massasi (m), g: 1,0

Kontakt vaqti, min: 30

Parametrlarni tasdiqlash

3-OYNA. Adsorbsiya jarayonini modellashtirish

Vaqt: 20 min

Vaqt (min)	Konsentratsiya (mg/L)
0	100
5	78
10	63
20	51
30	48

Aralashtirishni boshlash

To'xtatish

4-OYNA. Tajriba natijalarini olish va hisoblash

Boshlang'ich konsentratsiya (C_0)	100 mg/L
Muvozarat konsentratsiyasi (C_e)	48 mg/L
Eritma hajmi (V)	0,1 L
Adsorbent massasi (m)	1,0 g

Adsorbsiya miqdori (q_e) formulasi:

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e) \times V}{m}$$

Hisoblash:

$$q_e = \frac{(100 - 48) \times 0,1}{1,0} = 5,2 \text{ mg/g}$$

Natija: $q_e = 5,2 \text{ mg/g}$

5-OYNA. Parametrlarni o'zgartirish va qayta tajriba

O'zgartirilgan parametrlar tizimi:

Adsorbent massasi (g):

Qiyasni tartib (g):

☐ 0,5

☒ 1,0

☐ 1,5

☐ 2,0

Yangi tajribani boshlash

Natijalar (30 min kontakt vaqtida)

Adsorbent massasi (g)	C_e (mg/L)	q_e (mg/g)
0,5	58	8,4
1,0	48	5,2
1,5	42	3,9
2,0	38	3,1

Adsorbent massasi oshishi bilan muvozanat konsentratsiyasi kamayadi, lekin adsorbsiya miqdori (q_e) 1 g adsorbentga nisbatan kamayadi.

6-OYNA. Grafik tahlili va xulosa

Adsorbsiya miqdori – adsorbent massasi

Adsorbsiya miqdori – kontakt vaqti

Xulosa savollari:

1. Adsorbsiya jarayoni davlati nima sababdan tez kechadi?
2. Muvozanat holati qachon yuzaga keladi?
3. Adsorbent massasining oshishi qanday natija berdi?
4. Kontakt vaqtining oshishi adsorbsiya miqdoriga qanday ta'sir qildi?
5. Tajriba natijalaridan qanday qisqiruvchi xulosa chiqarish mumkin?

Virtual laboratoriya jarayonining ketma-ketligi

Virtual laboratoriyaning afzalliklari

- ✓ Xavfsiz va iqtisodiy
- ✓ Ko'p marta takrorlash imkoniyati
- ✓ Parametrlarni erkin o'zgartirish
- ✓ Natijalarni tekshirish
- ✓ Tadqiqotchilik ko'nikmalarini rivojlantirish

1-rasm. Fizik va kolloid kimyo fanida adsorbsiya jarayonini raqamli modellashtirishga asoslangan virtual laboratoriya modeli

Talabalarda adsorbsiya jarayonining mohiyati, adsorbent va adsorbat tushunchalari, adsorbsiya miqdorining konsentratsiya va boshqa omillarga bog'liqligi haqida amaliy tasavvur hosil qilish hamda eksperimental ma'lumotlarni raqamli qayta ishlash ko'nikmalarini shakllantirish.

Virtual muhitda quyidagi parametrlarni mustaqil o'zgartirish imkoniyati beriladi: eritmaning boshlang'ich konsentratsiyasi; faollashtirilgan ko'mir massasi; eritma hajmi; kontakt vaqti; harorat.

Talaba tajribani bajarishdan oldin quyidagi gipotezani ilgari suradi: "Adsorbent miqdori ortishi bilan eritmadan adsorbsiyalangan modda miqdori ortadi."

So'ngra virtual tajribada turli miqdordagi faollashtirilgan ko'mirni tanlab, eritmadagi moddaning muvozanatdagi konsentratsiyasini kuzatadi.

Talaba oladigan virtual natijalar

Tajrib a	Adsorbent massasi, g	Boshlang'ich konsentratsiya, mg/L	Muvozanat konsentratsiyasi, mg/L	Adsorbsiyalangan miqdor, mg/g
1	0,5	100	72	hisoblanadi
2	1,0	100	51	hisoblanadi
3	1,5	100	38	hisoblanadi
4	2,0	100	29	hisoblanadi

Adsorbsiya miqdori quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e)V}{m}$$

bu yerda:

q_e — muvozanat holatidagi adsorbsiya miqdori, mg/g;

C_0 — eritmadagi moddaning boshlang'ich konsentratsiyasi, mg/L;

C_e — eritmadagi moddaning muvozanat konsentratsiyasi, mg/L;

V — eritma hajmi, L;

m — adsorbent massasi, g.

Virtual laboratoriyaning eng qiziqarli qismi

Talabaga "Agar..." shaklidagi topshiriqlar beriladi:

1-topshiriq. Adsorbent massasini 0,5 g dan 2,0 g gacha oshiring. Eritmadagi muvozanat konsentratsiyasi qanday o'zgardi?

2-topshiriq. Boshlang'ich konsentratsiyani o'zgartiring. Adsorbsiya miqdori qanday o'zgarishini aniqlang?

3-topshiriq. Kontakt vaqtini oshiring va adsorbsiya jarayonining vaqtga bog'liqligini grafikda ifodalang?

4-topshiriq. Olingan ma'lumotlar asosida grafigini tuzing.

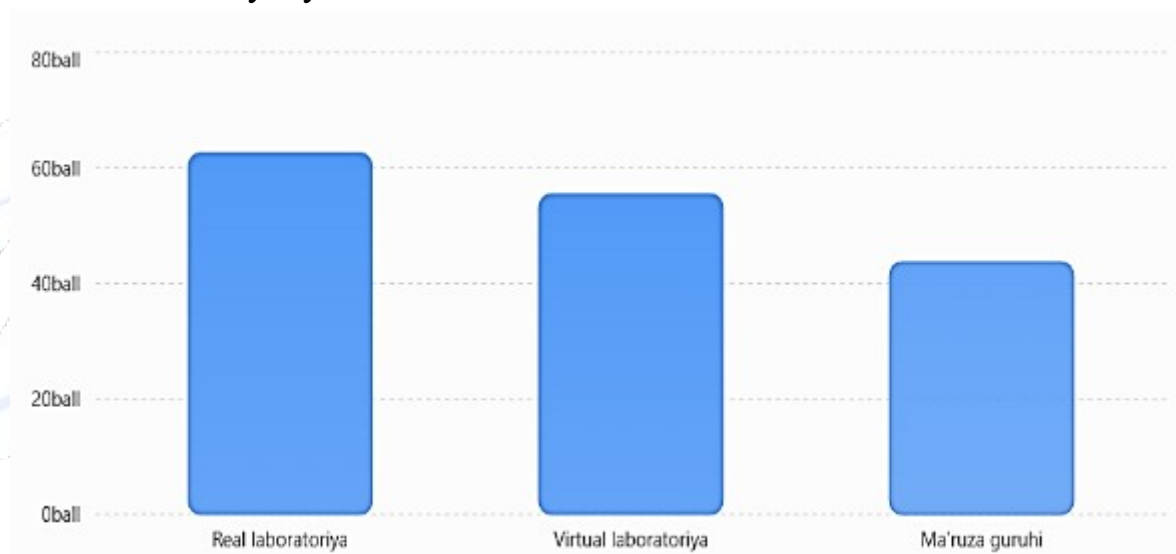
5-topshiriq. Olingan natijalarni Langmuir yoki Freundlich adsorbsiya izotermasi bilan izohlang?

“Fizik va kolloid kimyo” fanining o‘ziga xos mazmuni shudaki, ko‘plab jarayonlar tajriba orqali kuzatilsa-da, ularning molekulyar mexanizmini bevosita ko‘rish imkoniyati mavjud emas. Masalan, adsorbsiya, diffuziya, sirt tarangligi, elektrokinetik hodisalar, kolloid zarrachalarning harakati, kimyoviy muvozanat, elektrokimyoviy jarayonlar va fazaviy o‘zgarishlarni raqamli modellashtirish orqali talaba tajriba natijalarining ichki mexanizmini chuqurroq anglash imkoniyatiga ega bo‘ladi.

Virtual laboratoriyalarning samaradorligi bo‘yicha o‘tkazilgan tadqiqotlar orqali quyidagi xulosalar olindi. 2025-yilda Kimyo ta’lim yo‘nalishi bakalavriat talabalari ishtirokida o‘tkazilgan tadqiqotda real laboratoriya, virtual laboratoriya va faqat ma’ruza asosida ta’lim olgan guruhlar taqqoslandi.

Natijada real laboratoriya guruhining o‘rtacha natijasi 62,6 ball, virtual laboratoriya guruhiniki 55,5 ball, ma’ruza guruhiniki esa 43,7 ballni tashkil qilgan. Statistik tahlil natijalari virtual laboratoriya guruhining ma’ruza guruhiga nisbatan sezilarli yuqori natijaga erishganini ko‘rsatgan. Shu bilan birga, real va virtual laboratoriya guruhlar o‘rtasidagi farq statistik jihatdan sezilarli bo‘lmagan. Bu natija raqamli laboratoriyalarni real laboratoriyaning mutlaq o‘rnini bosuvchi vosita sifatida emas, balki laboratoriya ta’limining imkoniyatlarini kengaytiruvchi metodik vosita sifatida ko‘rish zarurligini ko‘rsatadi.

Oliy ta’limda “Fizik va kolloid kimyo” fanidan laboratoriya mashg‘ulotlarini raqamli texnologiyalar asosida tashkil etish talabalarning nazariy bilimlarini amaliy faoliyat bilan integratsiyalash, eksperimental va tadqiqotchilik kompetensiyalarini rivojlantirish hamda ta’lim jarayonining samaradorligini oshirish uchun muhim metodik imkoniyat yaratadi.



2-rasm. Real, virtual laboratoriya va ma’ruza asosida ta’lim olgan guruhlarining o‘rtacha natijalarini qiyosiy tahlili

Diagrammadan ko‘rinadiki, real laboratoriya guruhi 62,6 ball bilan eng yuqori natijani, virtual laboratoriya guruhi 55,5 ball, ma’ruza guruhi esa 43,7 ball natijani

qayd etgan. Virtual laboratoriya guruhi ma'ruza guruhidan 11,8 ball yuqori natija ko'rsatgan.

Tadqiqot davomida taklif etilgan, adsorbsiya jarayonlarini o'rganishga mo'ljallangan virtual laboratoriya modeli orqali talabalar tajriba parametrlarini mustaqil o'zgartirish, natijalarni kuzatish, matematik hisoblash, grafik tahlil qilish va olingan ma'lumotlar asosida ilmiy xulosa chiqarish imkoniyatiga ega bo'ladi.

Tadqiqotda ko'rib chiqilgan natijalar ham raqamli laboratoriya vositalarining ta'lim jarayonidagi ahamiyatini tasdiqlaydi. Xususan, virtual laboratoriya asosida ta'lim olgan guruhning o'rtacha natijasi 55,5 ballni tashkil etib, an'anaviy ma'ruza asosidagi guruh natijasidan (43,7 ball) 11,8 ballga yuqori ekanligini ko'rsatdi. Mazkur natija raqamli laboratoriya texnologiyalaridan foydalanish talabalarning o'quv faolligi va bilim natijalarini yaxshilashga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Makransky, G., Mayer, R. E. (2022). Benefits of taking a virtual laboratory course in chemistry: A systematic review of the literature. *Computers & Education*, 182, 104463.
2. Faizi, R., Chiheb, R. (2023). Virtual laboratories in chemistry education: A systematic review of recent research. *Education and Information Technologies*, 28, 1–24.
3. Tatli, Z., Ayas, A. (2013). Effect of a virtual chemistry laboratory on students' achievement. *Educational Technology & Society*, 16(1), 159–170.
4. Dalgarno, B., Bishop, A. G., Adlong, W., Bedgood, D. R. (2009). Effectiveness of a virtual laboratory as a preparatory resource for distance education chemistry students. *Computers & Education*, 53(3), 853–865.
5. Herga, N. R., Čagran, B., Dinevski, D. (2016). Virtual laboratory in the role of dynamic visualisation for better understanding of chemistry in primary school. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 12(3), 593–608.
6. de Jong, T., Linn, M. C., Zacharia, Z. C. (2013). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. *Science*, 340(6130), 305–308.
7. Brinson, J. R. (2015). Learning outcome achievement in non-traditional laboratory experiences: A systematic review of the empirical research. *Computers & Education*, 87, 218–237.
8. Olympiou, G., Zacharia, Z. C. (2012). Blending physical and virtual manipulatives: An effort to improve students' conceptual understanding through science laboratory experimentation. *Science Education*, 96(1), 21–47.

9. Zacharia, Z. C., Olympiou, G. (2011). Physical versus virtual manipulative experimentation in physics learning. *Learning and Instruction*, 21(3), 317–331.
10. Wu, H.-K., Krajcik, J. S., Soloway, E. (2001). Promoting conceptual understanding of chemical representations: Students' use of a visualization tool in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 821–842.
11. Taber, K. S. (2013). Revisiting the chemistry triplet: Drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning. *Chemistry Education Research and Practice*, 14, 156–168.
12. Hofstein, A., Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century. *Science Education*, 88(1), 28–54.

