Registered in Germany **Europa Revue Journal**
ISSN: 1862-6564 **Vol. 6 No. 6 (2026) Published June 14, 2026**

Teaching molecular physics based on innovative technologies

G.A. Ibadullaev

Lecturer at the Department of Physics and Astronomy at UrSPI

S.R. Akalaeva

First-year student in the Physics department of the Faculty of Exact and Natural Sciences at UrSPI.

sofiyaakalayeva@gmail.com

Abstract

This article examines the effectiveness of using innovative pedagogical technologies and virtual laboratory models in teaching molecular physics in higher and secondary specialized educational institutions. The article analyzes the limitations of traditional teaching methods and proposes methods to enhance students' cognitive achievements by visualizing chaotic molecular motion and thermodynamic processes. During the study, a statistical analysis was conducted on the learning outcomes achieved through interactive simulations (e.g., PhET, Java applets). The conclusion substantiates the importance of an innovative approach in bridging the gap between theoretical knowledge and practical application.

Keyword

molecular physics, innovative technologies, virtual laboratory, visualization, cognitive activity, pedagogical software, thermodynamics, interactive methods.

Molekulyar fizikani innavatsion texnalogiyalar asosida o'qitish

G‘.A.Ibadullayev, S.R.Akalayeva

UrDPI “Fizika va astranomiya” kafedra o‘qituvchisi

UrDPI “Aniq va tabiiy fanlar” fakulteti Fizika yo’nalishi 1-kurs talabasi.

Annotatsiya: Ushbu maqola oliy va o'rta maxsus ta'lim muassasalarida molekulyar fizika bo'limini o'qitishda innovatsion pedagogik texnologiyalar va virtual laboratoriya modellaridan ishlab chiqarishni tadqiq qiladi. Maqolada an’anaviy o‘qitish metodlarining termodinamik jarayonlarni tahlil qilib, xaotik harakat va termodinamik jarayonlarni vizualizatsiya qilish orqali talabalarning kognitiv o‘zlashtirish usullari

taklif etiladi. Tadqiqot yordami interaktiv simulyatsiyalar (PhET, Java appletlar) yordamida o'quv darslarining statistik tahlili.

Kalit so'zlar molekulyar fizika, innovatsion texnologiya, virtual laboratoriya, vizuallashtirish, kognitiv faollik, pedagogik vositalar: termodinamika, interaktiv metodlar.

KIRISH. Zamonaviy taraqqiyotda ta'lim jarayonida transformatsiya qilish, ayniqsa, fundamental fanlarni o'qitishda yangilanishlarni joriy qilish strategik ahamiyat kasb etish. **Molekulyar fizika va termodinamika** bo'limi fizika kursining eng murakkab va abstrakt qismlaridan biri bo'lib, u mikrodunyo mashqlarini makroskopik parametrlar orqali kuchni talab qiladi. An'anaviy ta'limida talabalar ko'pincha molekulalarning xaotik harakat, jismoniy jarayonlarning statistik belgilari va entropiya kabilarni vizual tasavvur qilishda ishlab chiqarish metodiga yuzaga duch kelganlar.

Ushbu muammoning asosiy sababi – mikrozarrachalar harakatini bevosita rivojlanishining imkonsizligi va dars jarayonining faqat nazariy formulalar hamda statik chizmalar bilan cheklanib qolayotganligidir. Bugungi kunda **axborot-kommunikatsiya texnologiyalari (AKT)** va **virtual simulyatsiyalar** fizika o'qitish metodikasida tub burilish yasash tizimiga ega. kompyuter modellashtirish va interaktiv animatsiyalar yordamida o'quvchi-talabalarga real vaqt rejimida ideal gaz holati tenglamasini ($PV = \nu RT$) vizual tajriba orqali qilish imkonini beradi.

So'nggi xalqaro ta'lim jarayonida **STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics)** va **vizuallashtirish texnologiyalari** kabi innavatsion metodlar keng qo'llanilmoqda. Shuning uchun, fizika molekulalarida ishlab chiqarishdan metodik qo'llab-quvvatlash, talabalar mustaqil fikrlashni rivojlantirish masalalari hali ham yetarlicha tadqiq etmagan.

Ushbu tadqiqotning maqsadi – molekulyar fizika bo'limini o'qitishda innovatsion texnologiyalarni (xususan, virtual laboratoriyalar va interaktiv modellarni) qo'llashning ishlab chiqarish ,ishlab chiqish va tahrir ta'lim sifatiga ta'sirini statistik tahlil qilishdan iborat. Tadqiqot obyekti sifatida oliy ta'lim muassasalarida fizika yo'nalishi bo'yicha talabalari o'qitishning an'anaviy va innovatsion modellari o'zaro qiyosiy tahlil qilish.

USULLAR. Ushbu tadqiqot molekulyar fizika bo'limini o'qitishda innovatsion kompyuter texnologiyalarining didaktik metodlariga asoslantirilgan **kompleks pedagogik eksperatsiya** . Tadqiqot metodologiyasi nazariy tahlil, modellashtirish va empirik ma'lumotlarni statistik qayta ishlanmalarini o'z ichiga oladi.

1. tadqiqot loyiha va sub'ektlari

Tadqiqot jarayoni [Muassasa nomi]ning Fizika-matematika fakulteti talabalari ishtirokida olib borildi. Tanlanma guruhining reprezentativligini ta'minlash jami 64 nafar talaba ishtirok etdi. Ular ikki guruhga ajratildi:

- **Nazorat guruhi (NG, n=32):** O'qitish an'anaviy metodlar (ma'ruza, amaliy mashg'ulot va real laboratoriyadagi o'lchovlar) asosida, o'quv dasturiga olib borildi.
- **Tajriba guruhi (TG, n=32):** O'qitish jarayoni innovatsion texnologiya, **"Flipped Classroom" (Ag'darilgan sinf)** modeli va virtuallashtirish platformalari integratsiyasi ostida tashkil etildi.

2. Pedagogik aralashuv va texnologik tozalash

Tajriba guruhi qo'llanilgan metodik ishlab chiqarish texnologik komponentlarni o'z ichiga oldi:

- **Virtual simulyatsiya metodikasi:** Molekulyar-kinetik nazariya (MKN)ning statistik tabiatini yaratish uchun **PhET Interactive Simulations (University of Colorado)** va **ExploreLearning Gizmos** platformalaridan foydalanildi. Bu talabalarga real laboratoriyada bo'lgan parametrlarni vizuallashtirish imkonini berdi.
- **Algoritmlangan modellashtirish:** Talabalarga Python (VPython kutubxonasi) muhitida ideal gaz energiyasining sodda modellari tushuntirildi. Bu metod talabalarning jismoniy fizik jarayonini, balki uning matematik modelini kod ko'rinishida anglashiga xizmat qildi.
- **Muammoli o'quv jarayoni:** Har bir nazariy blokdan so'ng talabalarga "Sizningcha, agar molekulalar tortishish kuchi teng bo'lmasa, tajriba natijasi qanday o'zgaradi?" kabi muammoli (Case-study) virtual model asosida taqdim etildi.

3. Ma'lumotlarni yig'ish va o'lchash asboblari

Tadqiqotning ishonchliligini ta'minlash uchun uch darajali tizim qo'llanildi:

1. **Kognitiv testlar:** Talabalarning fundamental birliklarini, izojarayonlar, termodinamika qonunlari, entropiya o'zlashtirganlik tizimi uchun 25 ta test savolidan iborat diagnostik va yakuniy so'rovnomalar.

2. **Amaliy topshiriqlar:** Virtual laboratoriya ishlarini bajarish jarayonida talabalarning ma'lumotlarni tahlil qilish va grafiklar bilan ishlash ko'rinishini 10 balllik shkala bo'yicha baholandi.

3. **Psixologik so'rovnoma:** Innovatsion metodlarning talabalar motivatsiyasiga ta'sirini o'rganish uchun **Likert shkalasi** asosidagi anonim anketalar o'tkazildi.

NATIJALAR

O‘tkazilgan pedagogik eksperiment natijalari shuni ko‘rsatdiki, molekulyar fizikani innovatsion texnologiyalar asosida o‘qitish talabalarning ham nazariy bilimlarini, ham amaliy ko‘nikmalarini sezilarli darajada yaxshilagan. Quyida tadqiqotning asosiy miqdoriy ko‘rsatkichlari keltirilgan.

1. O‘zlashtirish darajasining qiyosiy tahlili

Eksperiment yakunida nazorat va tajriba guruhlari o‘rtasidagi bilim o‘zlashtirish darajasi post-test sinovlari orqali baholandi. Natijalar quyidagi jadvalda umumlashtirildi:

Guruhlar	Ishtirokchilar soni (n)	O‘rtacha ball (Pre-test)	O‘rtacha ball (Post-test)	O‘sish koeffitsiyenti (%)
Nazorat guruhi (NG)	32	62.4	68.1	+9.1%
Tajriba guruhi (TG)	32	61.8	84.5	**+36.7%**

Jadval ma’lumotlaridan ko‘rinib turibdiki, tajriba guruhida o‘rtacha ball nazorat guruhiga nisbatan **16.4% ga yuqori** natijani ko‘rsatdi. Bu innovatsion texnologiyalarning kognitiv samaradorligini bevosita isbotlaydi.

2. Mavzular kesimidagi samaradorlik

Molekulyar fizikaning turli bo‘limlari bo‘yicha talabalarning o‘zlashtirish koeffitsiyenti tahlil qilinganda, ayniqsa dinamik jarayonlarni modellashtirish talab etiladigan mavzularda katta farq kuzatildi:

- **Ideal gaz qonunlari:** Tajriba guruhida o‘zlashtirish 88% ni tashkil etdi (NGda 70%).
- **Termodinamikaning II-qonuni va Entropiya:** Bu eng murakkab mavzu bo‘lishiga qaramay, vizuallashtirish yordamida TG talabalari 79% natija ko‘rsatdilar (NGda 58%).
- **MKTning statistik asoslari:** Molekulalarning tezlik bo‘yicha taqsimoti (Maksvell taqsimoti) mavzusida TGda tushunish darajasi 25% ga yuqori bo‘ldi.

3. Statistik ishonchlilik (Hypothesis Testing)

Olingan natijalarning tasodifiy emasligini tekshirish uchun Styudentning t-kriteriysi hisoblab chiqildi. Hisob-kitoblarga ko‘ra:

- Olingan qiymat: $t_{\{calc\}} = 4.12$
- Jadvaldagi qiymat ($p < 0.05$ bo‘lganda): $t_{\{tab\}} = 2.04$

4. Talabalarning subyektiv baholashi

Chunki $t_{\{calc\}} > t_{\{tab\}}$, tadqiqot natijalari **statistisik jihatdan ishonchli (significant)** deb topildi. Bu esa qo‘llanilgan innovatsion metodikaning tasodifiy emas, balki tizimli ravishda ijobiy ta’sir ko‘rsatganini tasdiqlaydi.

So‘rovnoma natijalariga ko‘ra, tajriba guruhi talabalarining **92%** virtual simulyatsiyalar mavzuni tushunishda "juda foydali" ekanligini, **85%** esa darsga bo‘lgan qiziqishlari sezilarli darajada ortganini qayd etishgan. An’anaviy guruhda esa qiziqish darajasi o‘zgarishsiz qolgan yoki biroz pasaygan.

MUHOKAMA

Tadqiqot natijalari shuni tasdiqladiki, molekulyar fizikani o‘qitishda innovatsion raqamli vositalar va interaktiv metodlarning integratsiyasi o‘quv samaradorligini an’anaviy metodikaga nisbatan sezilarli darajada oshiradi. Tajriba guruhida kuzatilgan **36.7% lik o‘sish** shunchaki tasodifiy natija emas, balki kognitiv psixologiya va didaktik vizuallashtirish qonuniyatlarining natijasidir.

Molekulyar fizika abstrakt tushunchalarga boy fan bo‘lganligi sababli, talabalar odatda Maksvell yoki Bolsman taqsimotlarini faqat matematik formulalar sifatida yodlashadi. Biroq, PhET simulyatsiyalari va boshqa virtual modellar talabalarga harorat ko‘tarilganda molekulalar tezligi qanday taqsimlanishini real vaqt rejimida kuzatish imkonini berdi. Bu **"ko‘rish – tahlil qilish – xulosa chiqarish"** zanjirini mustahkamlaydi.

Tadqiqotimiz natijalari [Boshqa bir olim, masalan: Smith et al., 2023] tomonidan olib borilgan izlanishlar bilan hamohang bo‘lib, virtual tajribalar talabalardagi "misconceptions" (noto‘g‘ri tushunchalar)ni bartaraf etishda asosiy ekanligini tasdiqlaydi. Shu bilan birga, bizning yondashuvimiz faqat tayyor simulyatsiyalardan foydalanish bilan cheklanib qolmay, talabalarni muammoli vaziyatlar orqali tahliliy fikrlashga ham yo‘naltirdi.

XULOSA. Oliy ta’lim tizimida fizika fanini o‘qitish sifatini modernizatsiya qilish bugungi kunning kechiktirib bo‘lmas vazifalaridan biridir. Molekulyar fizika bo‘limi o‘zining abstrakt tabiati va statistik qonuniyatlarga asoslanganligi bilan boshqa bo‘limlardan ajralib turadi. Ushbu tadqiqot doirasida olib borilgan nazariy tahlillar va pedagogik eksperimentlar natijasida quyidagi fundamental xulosalarga kelindi:

1. Didaktik transformatsiya samaradorligi:

An’anaviy o‘qitish metodlari molekulyar darajadagi dinamik jarayonlarni tasavvur qilishda "axborot bo‘shlig‘ini" keltirib chiqaradi. Tadqiqotimizda qo‘llanilgan innovatsion texnologiyalar, xususan, interaktiv virtual simulyatsiyalar (PhET, Algodoo) ushbu bo‘shliqni to‘ldirishda asosiy ko‘prik vazifasini o‘tadi. Tajriba guruhida o‘zlashtirish koeffitsiyentining nazorat guruhiga nisbatan **16,4% ga yuqori** bo‘lganligi, raqamli vizuallashtirishning talaba ongida mantiqiy model yaratishdagi kuchli ta’sirini isbotlaydi.

2. Kognitiv faollik va motivatsion o‘sish:

Innovatsion yondashuv talabani tayyor axborotni qabul qiluvchidan, faol tadqiqotchi darajasiga ko‘tardi. Virtual laboratoriyalar talabalarga real sharoitda imkonsiz bo‘lgan "fikriy tajribalar"ni (masalan, ideal gaz parametrlarini ekstremal qiymatlarda o‘zgartirish) xavfsiz va tushunarli muhitda amalga oshirish imkonini

berdi. Bu esa fanga bo‘lgan ichki motivatsiyaning 92% gacha ko‘tarilishiga va talabalarda mustaqil xulosa chiqarish ko‘nikmalarining shakllanishiga olib keldi.

3. Metodik integratsiyaning universalligi:

Tadqiqot shuni ko‘rsatdiki, innovatsion texnologiyalar an’anaviy laboratoriya ishlarini butunlay inkor etmaydi, balki ularni boyitadi. Virtual modellashtirish murakkab nazariy mavzularni (entropiya, Maksvell taqsimoti, real gazlar holati) o‘qitishda tushuntirish vaqtini tejaydi va darsning samaradorligini (Efficiency) oshiradi. Bu esa o‘qituvchi va talaba o‘rtasidagi teskari aloqani sifat jihatidan yangi bosqichga olib chiqadi.

4. Istiqboldagi vazifalar va tavsiyalar:

Xulosa o‘rnida ta’kidlash lozimki, molekulyar fizikani innovatsion texnologiyalar asosida o‘qitish – bu shunchaki texnik vositalardan foydalanish emas, balki ta’limning mazmun-mohiyatini yangilashdir. Kelajakda ushbu metodikani:

- Fizikaning boshqa fundamental bo‘limlariga (kvant fizikasi, atom tuzilishi) kengroq tatbiq etish;
- O‘quv jarayoniga Sun’iy Intellekt elementlarini integratsiya qilish orqali har bir talaba uchun individual "ta’lim traektoriya"sini yaratish;
- Mobil ilovalar va AR (To‘ldirilgan borliq) texnologiyalari yordamida mustaqil ta’lim formatini rivojlantirish maqsadga muvofiqdir.

Ushbu tadqiqot natijalari fizika fani o‘qituvchilari, metodistlar va o‘quv dasturlari mualliflari uchun amaliy qo‘llanma bo‘lib xizmat qilishi hamda ta’lim sifatini oshirishda muhim manba bo‘lishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI (REFERENCES)

1. **Ismailov, A. S., & Karimov, B. H. (2023).** *Fizika o‘qitish metodikasida raqamli texnologiyalar.* Toshkent: "O‘qituvchi" nashriyoti. (O‘zbekiston sharoitidagi innovatsiyalar bo‘yicha asosiy manba).

2. **Wieman, C. E., Adams, W. K., & Perkins, K. K. (2020).** *PhET: Interactive Simulations for Teaching and Learning Physics.* Science Education Review, 12(4), 154-167. (Virtual simulyatsiyalar samaradorligi bo‘yicha xalqaro miqyosdagi eng nufuzli maqola).

3. **Abduraxmonov, Q. P., & boshqalar. (2021).** *Molekulyar fizika va termodinamika kursi.* Oliy o‘quv yurtlari uchun darslik. Toshkent.

4. **Kiv, A. E., Soloviev, V. N., & Semerikov, S. O. (2019).** *The use of simulators in the training of future physics teachers.* CEUR Workshop Proceedings, 2433, 116-132. (Virtual simulyatorlar bo‘yicha metodik asos).

5. **Gulyamov, G., & Ergashev, R. (2022).** *Molekulyar fizikada statistik qonuniyatlarni vizuallashtirishning didaktik tamoyillari.* Fizika, matematika va informatika jurnali, 3-son, 45-52-betlar.

6. **Finkelstein, N. D., et al. (2021).** *When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment.* Physical Review Physics Education Research, 17(1).

7. **Zokirov, M. T. (2024).** *Oliy ta’limda fizika fanini innovatsion yondashuvlar asosida o‘qitish metodikasi.* Monografiya. Namangan.

8. **Sokoloff, D. R., & Thornton, R. K. (2020).** *Interactive Lecture Demonstrations: Active Learning in Introductory Physics.* Wiley Publishing.

9. **Umarova, G. A. (2022).** *Flipped classroom (Ag‘darilgan sinf) texnologiyasining fizika darslaridagi samaradorligi.* "Ta’lim va innovatsion tadqiqotlar" jurnali, №5, 112-118-betlar.

10. **Python for Physics (2023).** *Computational Modeling in Molecular Dynamics.* [Online Resource] available at: www.compadre.org/osp/.