

Д.М. Игенбердинова, Д.А. Биримжанова

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана, Қазақстан
(E-mail: igenberdinova17@icloud.com, dinarko@inbox.ru)

Бейорганикалық химияның теориялық негіздері курсына кинетика тарауын оқытуда виртуалды зертхананы пайдалану

Аңдатпа. Бұл мақалада виртуалды зертхананың студенттердің оқу үлгеріміне, іс-тәжірибелік дағдыларының артуына әсерін талдау, сонымен қатар виртуалды зертхананы қолдану әдістемесі сипатталады. Виртуалды зертхана студенттерге тәжірибені жақсартуға көмектесетін интеграцияланған виртуалды ортаны ұсынып оларды шынайы зертханаға дайындайды. Виртуалды ортаның көмегімен студент нақты зертханалық ортаны және онымен байланысты процестерді бағдарлайды, елестетеді және модельдейді. Осы мақалада виртуалды зертхананың мүмкіндіктері сонымен қатар дәстүрлі зертханамен салыстырғандағы артықшылықтары сипатталады. Виртуалды зертхананы бейорганикалық химияның теориялық негіздері курсына химиялық реакция жылдамдығы тарауында қолдану қарастырылып, алынған нәтижелер талданатын болады. Шет елдерде қолданылып жатқан виртуалды зертханалық интерфейсті қолдану арқылы студенттердің іс-тәжірибелік дағдыларына әсерін сынадық. Бағалау нәтижелері бойынша студенттердің қанағаттануына оң әсерін тигізді. Сәйкесінше виртуалды ортаның нақты зертханаға кірер алдында қолдануға болатын алдын-ала жаттығу құралы деп есептеуге болады. Сонымен қатар виртуалды зертхана, шынайы зертханамен бірігіп қолданған сәтте тиімділігі жоғарылайтындығын байқатады.

Түйін сөздер: виртуалды зертхана, виртуалды орта, химиялық реакцияның жылдамдығы, интерфейс, эксперимент, компьютерлік бағдарламалар, екі өлшемді компьютерлік кескін.

DOI: <https://doi.org/10.32523/2616-6895-2023-144-3-100-108>

Кіріспе

Бұл мақалада бейорганикалық химияны оқыту барысында виртуалды зертхананы қолдануға шолу жасалады, сондай-ақ виртуалды ортаның пәнді оқыту сапасына әсері туралы ақпарат ұсынылады. «Қазіргі әлемде бәсекеге қабілеттіліктің басты факторларының бірі терең цифрландыру болып табылады. Қазақстан үшін заманауи цифрлық технологиялар трансферті маңызды. Бұл ретте виртуалды зертханаларды қолданып білім алушылардың іс-тәжірибелік қабілеттіліктерін сонымен қатар нақты зертханаға алдын ала дайындау мүмкіндігі орынды деп есептейміз.

Виртуалды зертхана (VL) – нақты химиялық заттарды, зертханалық қондырғылар мен аспаптарды тікелей қолданбай тәжірибелерді имитациялауға, оны орындау шарттары мен параметрлерін өзгертуге және нәтиже алуға мүмкіндік беретін компьютерлік бағдарламалар. Бұл орта физикалық құрылғыларды қолдана отырып эксперименттер жүргізуге, есептеу қосымшасын қолдана отырып модельдеуге және бір тақырыпта жұмыс істейтін пайдаланушылар арасында байланыс орнатуға мүмкіндік беруі керек. Әдеттегі зертханалық жұмыстарға ұқсас ғылымның белгілі бір саласына байланысты зерттеу

құралдары мен әдістері, виртуалды зертханалар қашықтықтан оқыту сияқты жағдайларда өте тиімді құрал ретінде, сонымен қатар зертханада реактивтер жетіспеушілігі кезеңінде баламалы зертхана рөлін атқарады. Виртуалды зертханалар білім алушыларға шынайы зертханаға дейінгі дайындық, себебі виртуалды тәжірибе және маңызды ұғымдарды, принциптер мен процестерді ұсынады. Виртуалды зертханалардың көмегімен студенттер кез-келген қате экспериментті қайталауға немесе болжамды тәжірибені тереңдетуге мүмкіндік алады. Сонымен қатар, мұндай оқыту әдістерінің интерактивті сипаты түсінікті және жағымды оқу ортасын қамтамасыз етеді.

Қазіргі уақытта білім беруде тереңнен педагогикалық тәжірибеге терең енген виртуалды зертханалар 30 жыл бұрын енгізіліп қолданыла бастаған. Виртуалды зертханаларға алғашқы көзқарас 1984 жылы виртуалды аспап тұжырымдамасы мен оның сипаттамалары бағдарламалау негіздеріне сәйкес анықталған кезде пайда болды [1]. 1992 жылы виртуалды зертханалар зертханалық модельдеуді жобалау кезінде объектіге бағытталған бағдарламалауды сипаттады [2]. 1994 жылы АҚШ-тағы Вандербильт университетінің зерттеуі ұсынылды, онда зертхананың қызметкерлері дәстүрлі тәжірибені қолдау үшін модельдеу негізінде виртуалды зертхана әзірлеген. I. Қазіргі уақытта білім беруде тереңнен педагогикалық тәжірибеге терең енген виртуалды зертханалар 30 жыл бұрын енгізіліп қолданыла бастаған. Виртуалды зертханаларға алғашқы көзқарас 1984 жылы виртуалды аспап тұжырымдамасы мен оның сипаттамалары бағдарламалау негіздеріне сәйкес анықталған кезде пайда болды [1]. 1992 жылы виртуалды зертханалар зертханалық модельдеуді жобалау кезінде объектіге бағытталған бағдарламалауды сипаттады [2]. 1994 жылы АҚШ-тағы Вандербильт университетінің зерттеуі ұсынылды, онда зертхананың қызметкерлері дәстүрлі тәжірибені қолдау үшін модельдеу негізінде виртуалды зертхана әзірлеген.

Виртуалды өнеркәсіптік Химия зертханасын Техас технологиялық университетінің Химиялық инженерия кафедрасы әзірлеген. [8]. Бұл жүйе екі құбырлы жылу алмастырғыш интерфейсің, салқындатқыш мұнара интерфейсің және жаңа химиялық инженерлер өнеркәсіптегі осы жабдыққа қатысты қауіпсіздік мәселелерін зерттеу үшін ойлап табылған [8].

Австралиядағы Чарльз Стурт университетіндегі виртуалды химия зертханасы [9] қашықтықтан оқыту студенттеріне ыңғайлы болуға мүмкіндік беру үшін жасалған. Бұл виртуалды орта студенттерге нақты зертханадағы заттарды тануға және табуға үйрету үшін ғана пайдалы.

Америка Құрама Штаттарындағы Бригам Янг университетінде виртуалды химия зертханасы жасалды [10]. Virtual ChemLab-та химия саласындағы іргелі эксперименттерге арналған нақты зертханалық модельдеу жиынтығы бейне түрінде суреттелген.

Үндістанда орта және жоғары білім беру үшін виртуалды зертханаларды жүргізуге арналған танымал жүйелердің бірі – OLABS [12]. OLABS теориямен, процедуралармен, анимациялармен, бейнелермен, бағалаулармен және анықтамалық материалдармен интерактивті модельдеуді қолданады.

Осыған байланысты жоғарыда келтірілген жұмыстардың көпшілігі интеграцияланған виртуалды оқу ортасын қамтитын көптеген жұмыстар жоқ екенін көрсетеді, сонымен қатар пайдаланушыға экспериментті таңдау арқылы өзара әрекеттесу мүмкіндігін беруден бастап, оның алған білімін электронды емтихан арқылы тексеруге дейін мүмкіндіктер әлі толық зерттелмеген. Дегенмен, қосымша зерттеулер жүргізілуде және оларға қызығушылық артып келеді. Мақалада қолданылған виртуалды зертхана туралы толық ақпарат ұсынылады және нәтижелер талданады.

Зерттеу әдістері

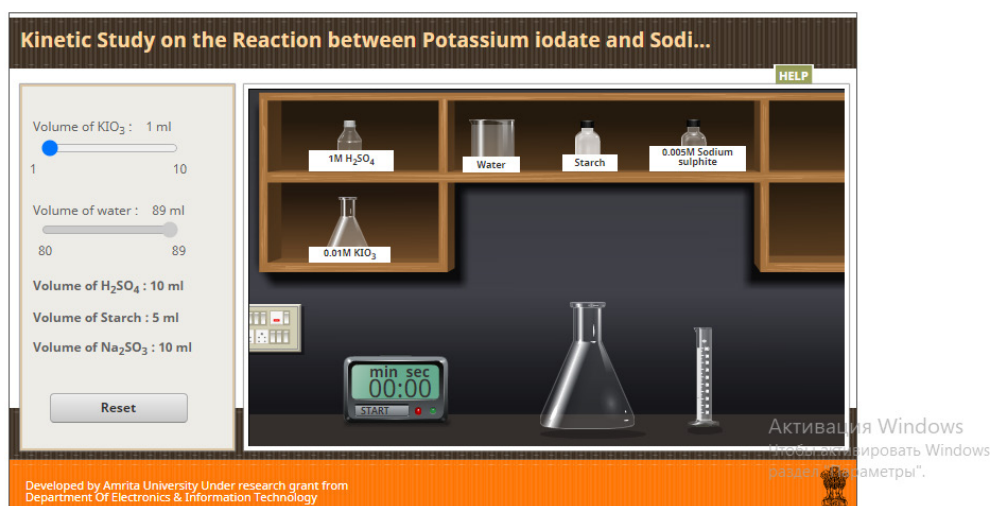
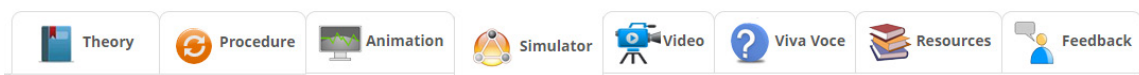
OLABS виртуалды зертханасы, Google тест платформасы.

Негізгі бөлім

Біздің зерттеу жұмысымыздың негізгі мақсаты – бейорганикалық химияның теориялық негіздері курсына шет елдік виртуалды зертханаларды қолдану. Сонымен қатар, нақты зертханаға дейінгі дайындық ретінде білім алушылардың танымдық және іс-тәжірибелік қасиеттерін дамыту. Виртуалды зертханаларды мынадай мақсаттар үшін пайдалануға болады: зертханалық жұмыстарды орындау арқылы оқушыларды нақты процестерге дайындау; тиісті материалдар, реактивтер мен жабдықтар болмаған жағдайда сабақтарда қолдану; қашықтықтан оқыту; өзін-өзі оқыту; эксперименттік зерттеулер мен ғылыми жұмыстар жүргізу. Біз виртуалды зертхананы нақты зертханаға дайындау мақсатында қолдандық.

Кинетика тарауы бойынша Olabs виртуалды зертханасы қолданылды. Сурет-1 ұсынылған зертхананың жалпы ішкі сценарийі көрсетілген. Студент ұсынылатын қызметтерге қол жеткізе алады, өйткені мұнда ашық қол жетімділік бар.

Kinetics Study on the Reaction between Potassium iodate and Sodium Sulphite



Сурет 1. Зертхананың ішкі сценарийі

Негізгі интерфейспен өзара әрекеттесу арқылы пайдаланушы Сурет-1 көрсетілгендей теориялық бөлім, зертханалық жұмысты орындау тәртібі, видео көрсетілім т.б қажетті бөлімдерді қамтамасыз ететін бөліктерін таңдай алады.

Эксперименттерді модельдеу біз қолданатын виртуалды зертханадағы ең маңызды интерактивті бөліктердің бірі болып саналады. Мұнда біз экспериментті шындыққа жаңасқандығын байқаймыз. Сурет-1 пайдаланушы сөре тәжірибесіне сәйкес қажетті химиялық заттарды таңдау және оны эксперименттік үстелге жеткізу үшін виртуалды ортада оңай батырманың көмегімен қозғала алады. Эксперимент барысында екі тәжірибе талданады.

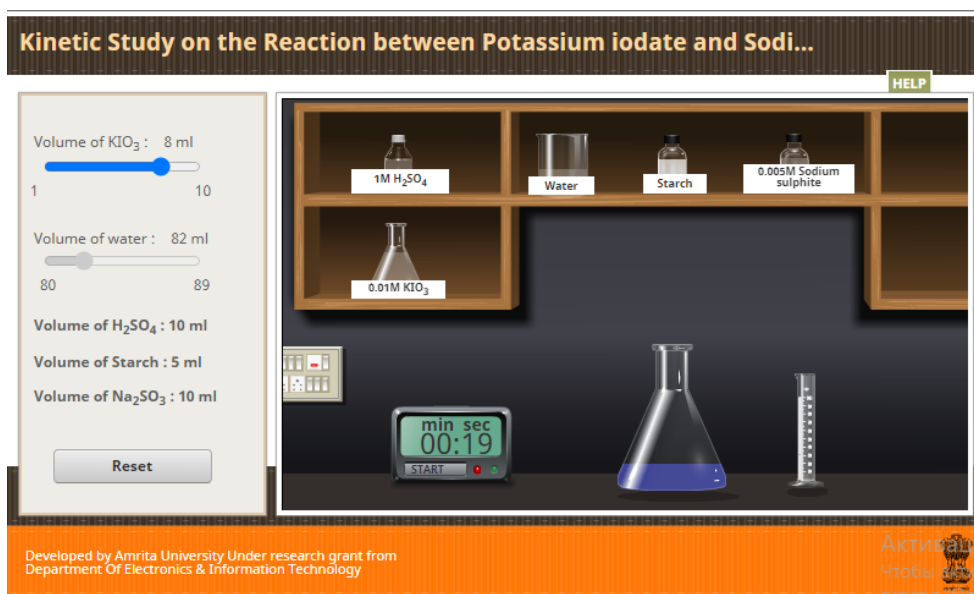
Тәжірибе 1

Тақырыбы: Калий йодатының күкірт қышқылы ортасында натрий сульфитімен өзара әрекеттесуі.

Жұмыстың мақсаты: крахмал клейстерін индикатор ретінде пайдаланып, калий йодаты (KIO_3) мен натрий сульфиті (Na_2SO_3) арасындағы реакция жылдамдығын зерттеу.

Алдымен сіз калий йодатының көлемін (мл) таңдап, концентрацияны реттеуіңіз керек, содан кейін батырманың көмегімен апарып, өлшеуіш цилиндрге құйыңыз және өлшеуіш цилиндрден колбаға ауыстырыңыз (Сурет-2). Қалған реактивтер автоматты түрде реттеледі алдымен цилиндрге, содан кейін колбаға рет-ретімен құюға болады.

Студенттер калий йодатының әртүрлі концентрациядағы ерітінділерін белгілей отыра оның натрий сульфитімен әрекеттесіп, жаңа дайындалған крахмал ерітіндісі көмегімен бос күйінде йодтың түзілу жылдамдығын секундомер көмегімен анықтайды. Түзілген йод бірден сульфит иондарымен әрекеттесіп, йодид иондарын түзеді.



Сурет 2. Виртуалды ортадағы эксперименттік үстел

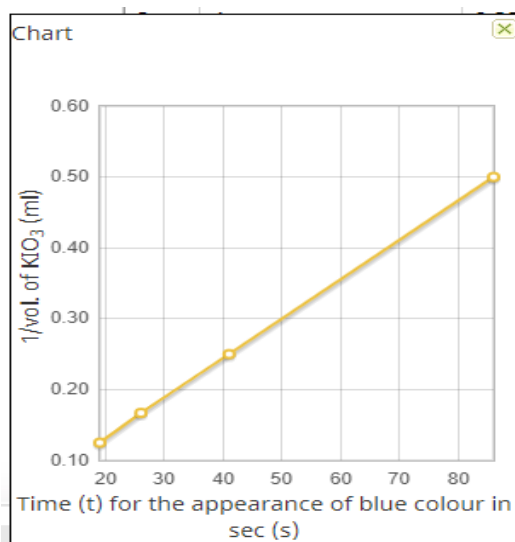
Сульфит иондары толығымен жұмсалған кезде, босатылған йод крахмал ерітіндісімен әрекеттесіп, көк түс береді. Осылайша, бұл реакцияны натрий сульфиті мен крахмал ерітіндісінің белгілі, бірақ шектеулі мөлшерін қосу арқылы басқаруға болады. Бұл реакция жылдамдығы көк түстің пайда болуына кететін уақыт бойынша бағаланады. Реакция неғұрлым тез болса, көк түстің пайда болуына соғұрлым аз уақыт кетеді. Сұйылтылған калий йодатының ерітіндісін қосу концентрацияны төмендетеді, бұл реакция жылдамдығын төмендетеді. Керісінше, реактив концентрациясының жоғарылауы реакция жылдамдығын арттырады.

Реакцияны 2,4,6 және 8 мл 0,01 М калий йодатының ерітіндісін қолдану арқылы 4 рет жүргізді. Реакция нәтижесін өңдеу мақсатында виртуалды зертхананың төменгі бөлігінде алынған нәтижелерді енгізу үшін кесте қойылған (Сурет-3). Сурет-3 көрсетілгендей білім алушылар кестеге нәтижелерді енгізіп, автоматты түрде график құрастырылды.

S.no	Vol. of KIO_3 (ml)	1/vol. of KIO_3 (ml)	Time (t) for the appearance of blue colour in se
1	2	0.500	86
2	4	0.250	41
3	6	0.167	26
4	8	0.125	19
		Infinity	
		Infinity	
		Infinity	
		Infinity	

Сурет 3. Тәжірибе нәтижелерін енгізуге арналған кесте

Кестенің төменгі бөлігінде график бейнесінде тұрған батырманы басқан сәтте Сурет-4 көрсетілгендей алынған нәтижелерге сәйкес график тұрғызылды.



Сурет 4. Алынған нәтижеге сәйкес график

Виртуалды зертхананы қолдану нәтижелері

Студенттер калий йодаты мен натрий сульфиті арасындағы реакцияның жылдамдығының концентрацияға әсерін түсінді.

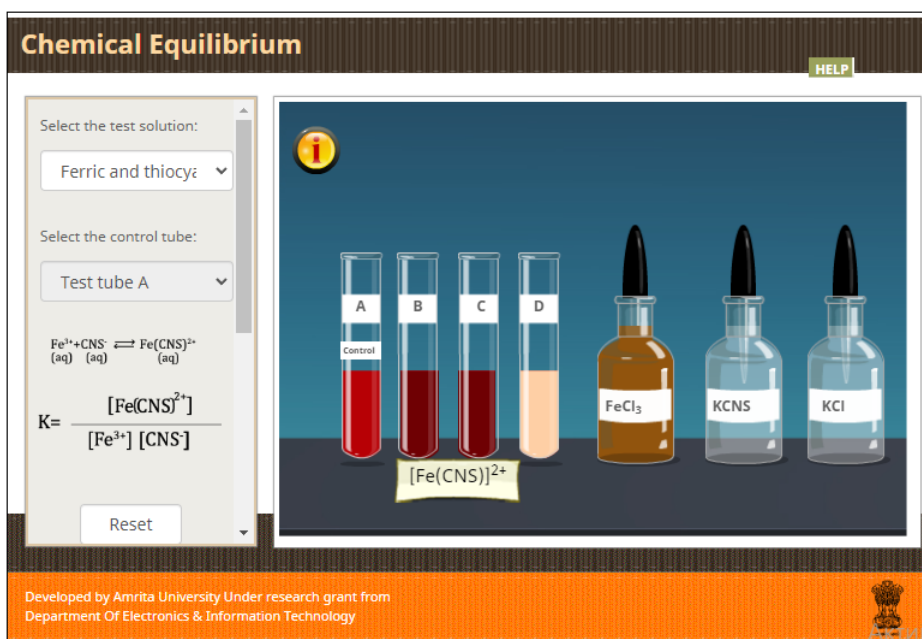
Студенттер реакцияның жүру бағытын түсінгеннен кейін нақты зертханада эксперимент жүргізу дағдыларын үйренеді.

Тәжірибе 2

Тақырыбы: Реакциялаушы заттар концентрациясы өзгергенде химиялық тепе-теңдіктің ығысуы.

Жұмыстың мақсаты: реакциялаушы заттар концентрациясын арттыру арқылы темір иондары мен тиоцианат иондары арасындағы тепе-теңдіктің өзгеруін зерттеу.

Зертханалық тәжірибені жүргізу үшін Сурет-5 көрсетілген реагентті құю үшін реагент тамызғышты түтіктердің кез келгеніне қарай тартыңыз. Химиялық реакция мен тепе-теңдік константасын бүйірлік мәзірден көруге болады. «Reset» түймесін басу арқылы экспериментті қайталауға болады.



Сурет 5. Виртуалды ортадағы эксперименттік үстел

Тәжірибе алдын-ала дайындалған темір тиоционатына реакциялаушы заттарды қосып концентрацияларын өзгерту барысында химиялық тепе-теңдіктің ығысуын байқауға арналған. Реакция нәтижелерін Кесте-1 бойынша студенттер өңдеді.

Кесте 1

Нәтижелерді өңдеуге арналған кесте

Сынауықтар	Тепе-теңдік кезінде қосылатын заттар	Түсінің өзгерісі	Концентрацияға әсері $[Fe(SCN)(H_2O)_5]^{2+}$	Тепе-Теңдік бағыты
A	5 мл су	Анықтамалық түс	-	-
B	5 мл 0,1M $FeCl_3$ ерітіндісі	Түсі қанығырақ	артады	Оңға
C	5 мл 0,1 M $KSCN$ ерітіндісі	Түсі қанығырақ	артады	Оңға
D	5 мл 0,1 M KCl ерітіндісі	Түсі ашық болды	кемиді	Солға

Білім алушылар тәжірибені орындағаннан кейін келесідей қорытындыға келді:

Қызыл түстің қарқындылығы темір тиоционатының концентрациясына сәйкес келеді, ал егер бұл ионның концентрациясы жоғарыласа, түс қарқындылығы да артады.

Реактивтердің кез келгенінің (Fe^{3+} иондары немесе SCN^- иондары) концентрациясының жоғарылауы тепе-теңдікті алға (оңға) жылжытады.

Реактивтердің кез-келген концентрациясының төмендеуі тепе-теңдікті кері бағытта (солға) ауыстырады.

Зерттеу нәтижелері

Біз бакалавриат студенттерін екі тобын алып, 35 қатысушымен эксперименттер жүргіздік. Бірінші үлгі 17 білім алушыдан тұрды эксперименттік топ, ал екінші үлгі 18 білім алушыдан тұратын бақылау тобы. Эксперименттік топ виртуалды зертханамен өзара әрекеттесу ұсынылды, өйткені олар виртуалды зертхана ортасымен нақты зертхана ортасын қатар алып жүрді. Эксперименттік топ ең алдымен зертханалық жұмысты виртуалды зертхананың көмегімен, содан кейін шынайы зертханада жүргізді. Қатысушылар виртуалды зертхана нысандарын оңай басқара білді. Виртуалды зертхананы қолданғаннан кейін әр қатысушы арнайы жасалған сауалнамадан өтіп, өздерінің эксперименттік нәтижелерін бағалады. Сонымен қатар Кесте-2 ден білім алушылардың химиялық кинетика тарауын аяқтағаннан кейін, Google тест платформасының көмегімен тест тапсырған нәтижелері көрсетілген.

Кесте 2

Білім алушылардың «Кинетика» тарауы бойынша тест нәтижелері

Топтың атауы	Төмен деңгей 0-50%	Орташа деңгей 51-89%	Жоғары деңгей 90-100%
Эксперименттік топ (17 студент)	1	7	9
Бақылау топ (18 студент)	2	13	3

Студенттердің зерттеу нәтижелеріне сәйкес виртуалды зертхананы нақты зертханамен бірге қолданған эксперименттік топтың студенттерінің көрсеткіші жоғары болды. Себебі олардың іс-тәжірибелік дағдылары артып, нақыт зертханадағыдай топтық форматта ғана емес сонымен қатар жеке түрде жұмысты жасағаннан кейін тәжірибені түсіну сонымен қатар есте сақтау дағдысы артты.

Қорытынды

Бұл мақалада «Бейорганикалық қосылыстардың теориялық негізгі « курсында виртуалды оқу ортасын қолдануды ұсындық. Виртуалды зертхана шынайы зертханада нақты тәжірибе жасамас бұрын алдын ала тәжірибе құралы бола алатындығына көз жеткіздік. Жалпы бағалау ұсынылған сауалнама нәтижесінде әрбір қатысушының виртуалды зертхананы қолдады. Сонымен қатар білім алушылардың оқу үлгерімінің нәтижесіне сәйкес виртуалды зертхана дәстүрлі зертхананы алмастыра алатын тиімді баламалы құрал бола алатындығына көз жеткіздік. Білім алушылар аз уақыт ішінде, арнайы реактивтер мен құрал жабдықтарды қолданбай тақырыпқа сәйкес тәжірибелерді виртуалды ортада орындауға болатындығына тиімді деп есептеді. Дәстүрлі зертханада студенттер бірнеше топқа бөлінеді, студенттердің кейбірі зертханалық жұмысты орындауға жауапты, кейбіреулері жазып алады, үшіншілері ыдыстарды жуады, ал кейбіреулері ештеңе істемейді. Сондықтан топ ішіндегі әрбір студент зертханалық жұмысты мұқият жүргізбейді. Бұл кезде виртуалды зертхана студенттерге процестің мәнін сезініп, жеке жұмыс жүргізуге мүмкіндік береді.

Әдебиеттер тізімі

1. Nathan. M.J., Walkington C. Exploring differences in student learning and behavior between Real-life and virtual reality chemistry laboratories. *Journal of Science Education and Technology*. – 2021. – Vol. 30. – P. 862-876.
2. Bailey J.O., Bailenson J.N., Casasanto. D. When does virtual embodiment change our minds Presence: Teleoperators & Virtual Environments. – 2016. – Vol. 25(2). – P. 222-234.
3. Akuma F.V., Callaghan.R. A systematic review characterizing and clarifying intrinsic teaching challenges linked to inquiry-based practical work. *Journal of Research in Science Teaching*. – 2019. – Vol. 56. – P. 619-648.
4. Weisberg S.M., & Newcombe.N.S. Embodied cognition and STEM learning: overview of a topical collection in CR:PI. *Cognitive Research: Principles and Implications*. – 2017. – Vol. 2(38). – P. 24-28.
5. Vinod V.K., Deborah C., Christian B., Martin P.A. Virtual reality in chemical and biochemical engineering education and training // *Education for Chemical Engineers*. – 2021. – Vol. 36, – P. 143-153.
6. Bortnik B., Stozhko N., Pervukhina I. Effect of virtual analytical chemistry laboratory on enhancing student research skills and practices // *Research in Learning Technology*. – 2017. – Vol. 25. – P. 3-5.
7. Tatli Z., Ayas A. Effect of a Virtual Chemistry Laboratory on Students' Achievement // *Journal of Educational Technology & Society // Innovative Technologies for the Seamless Integration of Formal and Informal Learning*. – 2013. – Vol. 16(1). – P. 159-170.
8. Nature B.V. Exploring Differences in Student Learning and Behavior Between Real-life and Virtual Reality Chemistry Laboratories // *Journal of Science Education and Technology*. – 2021. – Vol. 30. – P. 862-876.
9. Wolski R. Assessment of Application Technology of Natural User Interfaces in the Creation of a Virtual Chemical Laborator // *Journal Science Education Technology*. – 2015. – Vol. 24. – P. 16-28.

Д.М. Игенбердинова, Д.А. Биримжанова

Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан

Использование виртуальной лаборатории в преподавании раздела кинетика в курсе теоретических основ неорганической химии

Аннотация. В данной статье описывается анализ влияния виртуальной лаборатории на успеваемость студентов, повышение практических навыков, а также методика применения виртуальной лаборатории. Виртуальная лаборатория готовит студентов к реальной лаборатории, предлагая интегрированную виртуальную среду, которая помогает им улучшить опыт. С помощью виртуальной среды студент ориентируется, визуализирует и моделирует реальную лабораторную среду и связанные с ней процессы. Также в этой статье описываются возможности виртуальной лаборатории, а также преимущества по сравнению с традиционной лабораторией. Будут рассмотрены применение виртуальной лаборатории в курсе теоретических основ неорганической химии в главе скорость химической реакции и проанализированы полученные результаты. Мы протестировали влияние на практические навыки студентов с помощью виртуального лабораторного интерфейса, используемого в зарубежных странах. Результаты оценки положительно сказались на удовлетворенности студентов. Соответственно, можно предположить, что виртуальная среда - это инструмент предварительного обучения, который можно использовать перед входом в настоящую лабораторию. Кроме того, виртуальная лаборатория в сочетании с реальной лабораторией показывает повышенную эффективность использования.

Ключевые слова: виртуальная лаборатория, виртуальная среда, скорость химической реакции, интерфейс, эксперимент, компьютерные программы, двумерное компьютерное изображение.

D.M. Igenberdinova, D.A. Birimzhanova

L.N. Gumilyov Eurasian National University, Astana, Kazakhstan

Use of a virtual laboratory in teaching kinetics section in the course of theoretical foundations of inorganic chemistry

Abstract. This article describes the analysis of the impact of a virtual laboratory on students' academic performance, improving practical skills, as well as the methodology of using a virtual laboratory. Virtual Lab prepares students for the real lab by offering an integrated virtual environment that helps them improve the experience. With the help of a virtual environment, the student navigates, visualizes and simulates a real laboratory environment and related processes. This article also describes the capabilities of a virtual laboratory, as well as advantages over a traditional laboratory. The use of a virtual laboratory in the course of the theoretical foundations of inorganic chemistry will be considered in the chapter the rate of chemical reaction and the analyzed results obtained. We tested the impact on students' practical skills using a virtual laboratory interface used in foreign countries. According to the evaluation results, they had a positive effect on student satisfaction. Accordingly, it can be assumed that the virtual environment is a pre-learning tool that can be used before entering a real laboratory. In addition, a virtual laboratory in combination with a real laboratory shows increased efficiency of use.

Keywords: virtual laboratory, virtual environment, chemical reaction rate, interface, experiment, computer programs, two-dimensional computer image.

Авторлар туралы мәлімет:

Игенбердинова Д.М – байланыс үшін автор, 2 курс магистранты, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қ. Сатпаев көш., 2, Астана, Қазақстан.

Биримжанова Д.А. – PhD, химия кафедрасының м.а. доценті, Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қ. Сатпаев көш., 2, Астана, Қазақстан.

Igenberdinova D.M. – **Corresponding author**, master student, L.N.Gumilyov Eurasian National University, 2 Satpayev str., Astana, Kazakhstan.

Birimzhanova D.A. – PhD, acting Associate Professor of the Department of Chemistry, L.N. Gumilyov Eurasian National University, 2 Satpayev str., Astana, Kazakhstan.