ХИМИЯ, БИОЛОГИЯ, ГЕОГРАФИЯ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІ
МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ ХИМИИ, БИОЛОГИИ, ГЕОГРАФИИ И ЭКОЛОГИИ
METHODS OF TEACHING CHEMISTRY, BIOLOGY, GEOGRAPHY AND ECOLOGY

ӘОЖ 545.004.77
МРНТИ 31.01.45 https://doi.org/10.51889/1728-8975.2022.73.3.001

Атабекова Б.С.[1], Жаксибаева Ж.М.[1]
Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан

ХИМИЯНЫ ОҚЫТУ ӘДІСТЕМЕСІН ЖЕТІЛДІРУ ҮШІН КОМПЬЮТЕРЛІК ТЕХНОЛОГИЯЛАРДЫ ҚОЛДАНУ

Аңдатпа

Қазіргі уақытта химиялық білім беру сапасын арттыру, студенттердің жеке дамуы мақсатында жаңа құндылықтарды анықтауға байланысты мәселелерді, сондай-ақ олардың химия ғылымдарына деген қызығушылығы мен адалдығын ынталандыратын оқытудың стратегиялық мәселелерін шешеді. Сол себепті, осы мақалада, интерактивті оқытуға компьютерлік технологияны қолдана отырып, пәнді практикада пайдалануға баса назар аударылады. Сондықтан біздің мақсатымыз - интерактивті, компьютерлік технологиялармен байланысты білім беру сипаттамаларына және пәннің қызықты баяндауына негізделген бакалавр студенттеріне арналған интерактивті химия курсын құру және еңгізу.

Мақалада компьютерлік технологияны қолдануға негізделген теориялық негіздерді құру мақсатында зерттеулерді талдаудан тұрады. Әрі қарай, интерактивті әдістерді қолдану мүмкіндігін көрсететін кейбір әзірленген әдіснамалық нұсқалар ұсынылған. Дайындалған материалдар тексеріліп, сайып келгенде химияны оқытуда қолдану үшін түпкілікті пішінге бейімделді.

Түйін сөздер: химия бойынша оқу бағдарламасы, химиялық қоғам, химияны оқыту, ақпараттық-коммуникациялық технологиялар, оқытудың зертханалық моделі.

Атабекова Б.С.[1], Жаксибаева Ж.М.[1]
[1]Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Алматы, Казахстан

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ ХИМИИ

Аннотация

В настоящее время химическое образование решает вопросы, связанные с определением новых ценностей в целях повышения качества образования, личностного развития учащихся, а также стратегические задачи обучения, стимулирующие интерес и лояльность учащихся к естественным наукам. Основное внимание уделяется интерактивному обучению, использованию предмета на практике с использованием компьютерных технологий. Поэтому наша цель состоит в том, чтобы создать и проверить интерактивный курс химии для студентов бакалавриата, основанный на образовательных характеристиках, связанных с интерактивными компьютерными технологиями и интересным изложением предмета.

Статья состоит из анализа исследований с целью создания теоретических основ, основанных на использовании компьютерных технологий. Далее предложены некоторые разработанные методологические варианты, показывающие возможность применения

интерактивных методов. Подготовленные материалы были проверены и в конечном итоге могут быть адаптированы к окончательной форме для использования в обучении химии.

Ключевые слова: учебная программа по химии, химическое общество, преподавание химии, информационно-коммуникационные технологии, лабораторная модель обучения.

B.S. Atabekova[1], Zh.M. Zhaksibayeva[1]
Abai Kazakh national pedagogical university, Almaty, Kazakhstan

USE OF COMPUTER TECHNOLOGIES TO IMPROVE THE METHODOLOGY OF TEACHING CHEMISTRY

Abstract

Currently, Chemical Education solves problems related to the definition of new values in order to improve the quality of Education, personal development of students, as well as strategic issues of learning that stimulate students ' interest and commitment to the Natural Sciences. The emphasis is placed on interactive learning, the use of computer technology in practice of the discipline. Therefore, our goal is to create and test an interactive chemistry course for Primary School students based on interactive, computer - related educational characteristics and an interesting narrative of the subject.

The article consists of an analysis of research in order to build theoretical foundations based on the use of computer technology. Further, some developed methodological options are proposed, which demonstrate the possibility of using interactive methods. The prepared materials were tested and eventually adapted to the final form for use in teaching chemistry.

Keywords: chemistry curriculum, chemical society, teaching chemistry, information and communication technologies, laboratory model of teaching.

Кіріспе. Дәстүрлі білім беру ортасында баспа материалдарын, атап айтқанда, оқулықтарды қолдана отырып, студенттерге білім беретін кезде, көптеген мұғалімдер компьютерлік технологияларды қолдана бермейді және студенттермен бірлесіп жұмыс жасамайтыны айқын. Атап айтатын болсақ, компьютерлік технологияға негізделген оқыту – бұл аудиториядағы мультимедиялық құралдар арқылы жүзеге асырылатын білім беру түрі. Оқыту ортасының бұл түрі – бірлескен оқу, ізденіп оқыту немесе қызығушылықпен оқыту мүмкіндіктерін ілгерілетеді деп мәлімделген [1]. Мысалы, студенттер ақпаратты іздеу және жинау үшін бүкіл әлем бойынша ақпараттық саяхатқа шыға алады. Мәліметтер базасына қол жеткізумен қатар, желілік байланыс студенттерге басқа студенттермен, мұғалімдермен және барлық жерде адамдармен қарым-қатынас пен ынтымақтастыққа қатысуға мүмкіндік береді.

КТ негізінде оқыту белгілі бір сыныпта ғана емес, студенттер мен мұғалімдер арасында бірлескен оқуға деген тенденцияның артуына әкеледі. Бұл әрекеттестік түрі дәстүрлі оқыту ортасынан айырмашылығы бар. КТ-ның жылдам өсуі «оқудағы революцияларға» әкелді, өйткені білім берудегі әрбір жаңа технологиялық инновация дөңгелекті қайта ойлап табуға және оқыту тәжірибесінде жаңа әдістерді қолдануға талап етті.

КТ – ақпаратты сақтау, өңдеу және электронды түрде бірқатар ақпарат құралдары арқылы ұсыну құралы. Компьютерлер мен микроэлектрондық құрылғылар күнделікті тұрмыстық заттардың алуан түріне салынған. Дегенмен, білім беру контекстіне енгізілген технологиялар түрлері формальды оқыту процестерін қолдау үшін мазмұн мен ақпаратты жеткізуге бағытталған. Радио мен теледидарды, сондай-ақ компьютерлер мен интернет сияқты жаңа сандық технологияларды қамтитын КТ білім берудегі өзгерістер мен реформалар үшін потенциалды қуатты мүмкіндік беретін құралдар ретінде қарастыруға болады [2].

КТ тәсілі – ЖОО-да қолданылатын заманауи әдіс және ол мұғалімдер мен студенттердің біліктілігін кеңейте алады және оқыту мен оқу үдерістерін мұғалімнің басымдылығынан студентке бағыттанады. Бұл түрлендіру, студенттердің оқу жетістіктерін арттыруға,

студенттердің шығармашылық қабілеттерін, мәселені шешу қабілеттерін, ақпараттық пайымдау дағдыларын, коммуникация дағдыларын және басқа да жоғары деңгейдегі ойлау дағдыларын дамытуға әкеледі. Соңғы бірнеше онжылдықта күрделі бағдарламалық қамтамасыз етудің қолжетімділігі тұрақты түрде өсті. Бүкіл әлемде дербес компьютерлер мен интернет балалық және жасөспірімдік шақтың бір бөлігіне айналды. Аппараттық технологияның қарқынды дамуы бағдарламалық қамтамасыз ету мүмкіндіктерін кеңейтті.

Компьютермен байланысты дағдылар еліміздегі технологиялық қоғамда маңызды рөл атқарады, олар ақпаратқа тез және оңай қол жеткізуге тәуелді. Кәсіби және жеке контексте компьютерлер ақпаратты құруда және таратуда, сондай-ақ байланыс мақсатында маңызды рөл атқарады. Сондықтан, компьютерлермен мақсатты түрде жұмыс істеу, компьютерді қолданудың әртүрлі аспектілерінің мүмкіндіктері мен қауіптері туралы ойлау және белгілі бір мәселені шешу үшін қай бағдарламалық жасақтаманы таңдауға болатындығын білу кәсіби және әлеуметтік даму үшін өте маңызды. Осы қабілеттердің барлығын игеруді қамтитын және жалпы медиа құзыреттілікті қамтитын компьютерлік оқыту компьютерлік сауаттылықтың ажырамас бөлігі болып табылады [3].

Зерттеу мақсаты: студенттерге болашақта белсенді және нәтижелі рөл атқара алатындай компьютерлік сауаттылық бойынша тиісті білім беру қажет. Сондықтан компьютерлік сауаттылықты жалпы білімнің ажырамас бөлігі ретінде қарастырған жөн. Мектептерде оқытылатын компьютерлік сауаттылық болашақта студенттер өздерінің ерекше қабілеттерін дамыта алатын негіз болуы керек. Бұл дегеніміз, мектепте және ЖОО-да оқытылатын барлық пәндер компьютерлік сауаттылықты белсенді түрде үйрететін компонент болуы керек. Жаратылыстану ғылымдарын, әсіресе химиялық білім беруді оқыту деректерді тіркеу және деректерді өңдеу, визуализациямен жұмыс жасау немесе химиялық сызбалар жасау сияқты аспектілерді қамтуы мүмкін. Визуализацияның әртүрлі түрлерін қолдану мүмкіндігі (мысалы, статикалық, динамикалық және интерактивті) химияға ғана тән және оны күнделікті оқуға қосу керек. Әрине, дұрыс химиялық білім студенттерге химия ұғымдарын және оларды күнделікті өмірде қолдануды үйренуге көмектесетін практикалық жұмыс сияқты басқа элементтерді де қамтуы керек [4].

Химияны оқыту әдістемесін жетілдіру үшін компьютерлік технологияларды қолдану тәсілдерін зерттеу.

Компьютерлер практикалық жұмысты қолдай және байыта алады, өйткені зерттеулерден химияны компьютерлік оқыту зертханалық жағдайда химиялық ұғымдарды түсінуге ықпал ететіні белгілі. Сондықтан компьютерлер, тәжірибелер сияқты, қазіргі химиялық білімнің тіректерінің бірі болуы керек.

Зерттеу материалдары мен әдістері. Бұл зерттеуде біз әртүрлі химиялық жағдайларды түсіндіру үшін есептеу технологиясын қолданамыз. Мысал ретінде біз алдымен оны алмастыру реакцияларының кинетикасын сипаттау үшін қолданамыз, содан кейін оны студенттерге күн қорғанысының маңыздылығы мен тиімділігін түсіндіру үшін қолданамыз. Соңында есептеу химиясын жоғарыда аталған әдістермен ғана шектелмей, химияның басқа аспектілерінде қалай қолдануға болатындығын сипатталады [5]. Осы тактиканы қолдана отырып, студенттер тез арада мәліметтер жинай алады және оқулықты оқып жатқанда өз тұжырымдарын жасай алады. Мұнда қолданылатын тәсіл-негізгі жиынтықтарды, функционалдылықты, техниканы және бағдарламалық жасақтаманы үйренудің керемет процесін жеңілдету үшін WebMO, Spartan немесе GaussView сияқты қазіргі графикалық пайдаланушы интерфейсін пайдалану арқылы талқыланады. Осылайша студенттер нұсқаулар мен түзетулерге емес, химия мен тұжырымдамаларды үйренуге назар аудара алады [6]. Уақытты үнемдеу үшін PM3 және ZINDO сияқты жартылай эмпирикалық әдістер қолданылды. Бұл зерттеуде пайдаланылған бағдарламалық құрал – GaussView және Gaussian 09. Әзірленген модульдердегі қосылым геометриясы Pople's6-31G* базалық жиынтығымен B3LYP функционалдық сәйкес оңтайландырылған [7].

Зерттеу нәтижелері. Химия пәні мұғалімінің жалпы міндеттерінің бірі – химия пәні қиын және қызықсыз деген түсініктен арылуды қамтамасыз ету. Бұл қабылдау 1920 жылдар

шамасында химия мен физиканың бастапқы кезеңінде, іргелі жаңалықтар теориялық принциптерді қалыптастыруға көмектескен кезде дамыды. Бұл ашылулар химияның қатал және аналитикалық болуына мүмкіндік берді, сонымен бірге бұл саланы дәстүрге терең енгізді. Осылайша, жалпы химияда қамтылатын материал жылдар өткен сайын кеңейе түсті. Ең жаманы, жаңа материалдар жай ғана толықтырылды және олардың ескі принциптермен байланысын бағаламай қосылды. 1992 жылы Дж. У. Ллойдтың шолуында жалпы химияның типтік оқулығы 5x8 дюймді құрайтын кішкентай кітаптан орташа салмағы 6 фунт болатын 8x10 дюйм болатын 1000 беттен асатын энциклопедияға айналғанын атап өтті.

Біздің жаңа буын студенттерге химияны оқытуды модернизациялау қажеттілігі бар екені анық. MIT OpenCourseWare, Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL), Peer-led Team Learning (PLTL) сияқты студенттердің оқуына көмектесетін күш-жігер жұмсалған көптеген жарияланған күш-жігер мен зерттеулер және контекстке негізделген тәсілдер (CLA) бар. Олардың атаулары айтып тұрғандай, бұл тәсілдердің барлығы студенттерді проблемалық немесе нақты өмірлік сценарий негізіндегі өзіндік оқыту мен өзін-өзі оқытуға белсенді түрде қолдана алады. Тәсіл жақсы жоспарланып, жүзеге асырылса, нәтиже біршама табысты болар еді.

Бұл зерттеудегі біздің көзқарасымыз да студентке бағытталған әрекетті қабылдағанымен, біз студенттердің оқуын жеңілдету құралы ретінде есептеу химиясы мен молекулалық модельдеуді қолдандық. Компьютерлік технологиялар мен бағдарламалық жасақтаманы әзірлеу химияны зерттеудің заңды және практикалық құралы ретінде эксперименттік әдістермен тең дәрежеде модельдеу құралдарын пайдалануға мүмкіндік берді. Молекулярлық модельдеу зертханалық жағдайда синтезделуі қиын қосылысты зерттеу сияқты барлау құралы ретінде үлкен артықшылықтар ұсына алады. Бұл қосындыны экранда жасау құны - бұл бағдарламалық жасақтаманың өзі және жасаушының қиялының бағасы. Сондықтан «дұрыс» химияны оқытуда тәжірибелі қолданушы мен нұсқаушының нұсқауы өте маңызды.

Нәтижелерін талқылау. Синтез, тазарту және сипаттау шығындарымен салыстырғанда модельдеу құралдары геометрия, үш өлшемді сурет, көлем, байланыс алаңдары, симметрия, реакция механизмдері және энергия профильдері, сондай-ақ, кинетикаға активтендіру энергиясы және энтальпия, энтропия және Гиббс бос энергиясы сияқты термодинамикалық параметрлер туралы маңызды ақпарат береді.

Соқтығысу және өтпелі күй теориясына сәйкес реактивтер молекулалары өнімді түзмес бұрын реактивтер өтпелі күйге енуі үшін тиімді (геометриялық және энергетикалық) соқтығысуы керек. Бұл соқтығысу тиімділігі суретте көрсетілгендей активтендіру энергиясының кілті болып табылады ΔE_a (1 сурет), бұл реакция пайда болу үшін соқтығысу кезінде алынатын минималды энергия болып табылады. Реактивтер мен өнімдер арасындағы энергия айырмашылығы реакцияның эндотермиялық немесе экзотермиялық энергиясын анықтайды (2 сурет). Студенттерге өтпелі жағдайлар мен соқтығысуды елестету қиын. Тұжырымдамаларды суреттеу үшін бромидті хлорлы метилмен бір сатылы нуклеофильді алмастыру реакциясы (SN2) сияқты мұқият жасалған реакцияны қолдануға болады. Іске асыру қадамдары:

1) CH_3Br+Cl реактивтерін және CH_3Cl өнімдерін дайындаңыз;

2) C-Br байланысын жазып, C-Cl арасындағы байланыс қашықтығын 1,7-ден 4,0 А-ға дейін сканерлеңіз;

3) Br-Cl орнын ауыстырыңыз, содан кейін C-Cl байланыс қашықтығын жоғарыдағы сканерлеудегі ең төменгі қуат нүктесіне дейін бекітіңіз, c-Br байланыс қашықтығын 1,7-ден 4,0 А-ға дейін сканерлеңіз;

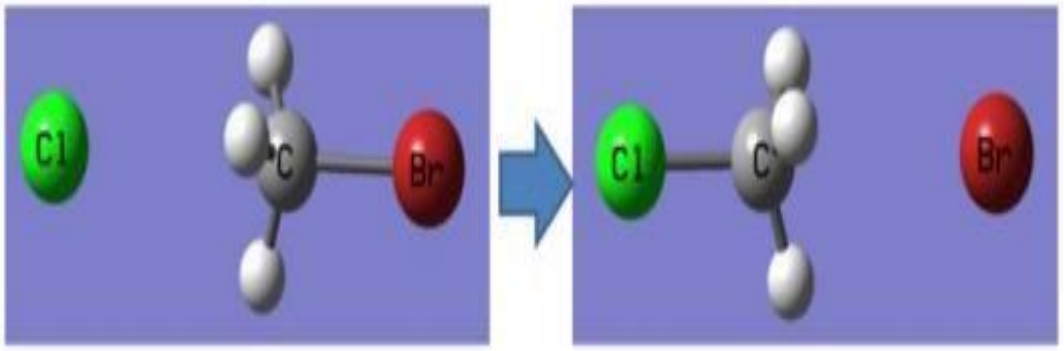
4) Жоғарыда көрсетілген қадамдар негізінде өтпелі күйдің мүмкін геометриясын шығарыңыз;

5) C-Cl және C-Br қашықтықты автоматты түрде 2-D сканерлеуді орнату және жоғарыда

аталған қадамдардың нәтижелерімен салыстыру үшін өтпелі күй геометриясын құру үшін Гаусс сканерлеу функциясын қолданыңыз;

6) CH_3Br + Cl реагенттерінің салыстырмалы энергия кестесін құрыңыз.

Бұл процесті іс жүзінде оқытудың мынадай мақсаттарында қолдануға болады: біріншіден, реагенттердің, өнімдердің және әсіресе өтпелі күйдің қозғалысының геометриясын визуализациялауды қамтамасыз ету. Мысалы, өтпелі күйдің жиілігі топтан шығудың және топқа кірудің тұрақты қозғалысына әкелуі мүмкін, мұндай қозғалыс TS көрсету үшін өте маңызды.



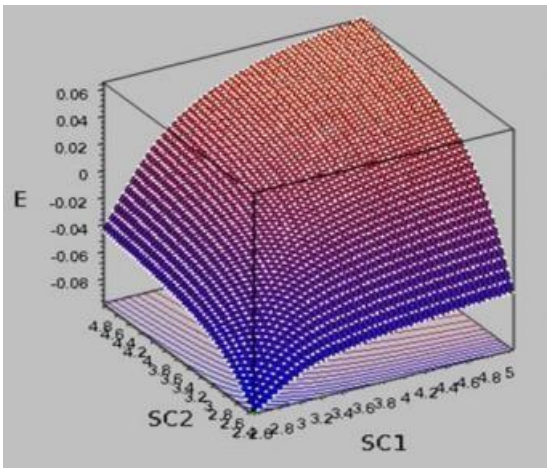
Сурет 1. Реагенттер мен өнімдерді визуализациялау

Екіншіден, Льюис нүктелерінің құрылымы, Br және Cl электрөткізгіштігі, геометрия және диполь моменттері арасындағы байланысты түсінуді қамтамасыз ету. Төменде 1-кестеде көрсетілгендей, есептелген геометриялық параметрлер көміртек-галогендік байланыстар (Å), диполь моменті және зарядты және популяцияны талдауға арналған атомдық полярлық тензорлар (e -) арасындағы қашықтық болып табылады. Студенттер осы есептелген параметрлер арасында реактивтер мен өнімдердің электрөткізгіштігі мен геометриясымен оңай байланыс жасай алады. Көптеген оқулықтардағы түсініктеме оңай қол жетімді болғанымен, бұл процесс студенттерге сапалы мәліметтер алуға, өз тұжырымдарын тұжырымдауға және қорытындылауға мүмкіндік береді.

Кесте 1 – Реагент пен өнімнің есептік параметрлері

	Электр өткізгіштік	**Диполь**	**C-X байланыс**	**X бойынша зарядтау**
CH_3Br	2.96	2.132	2.011Å	-0.232
CH_3Cl	3.16	2.477	1.877 Å	-0.068

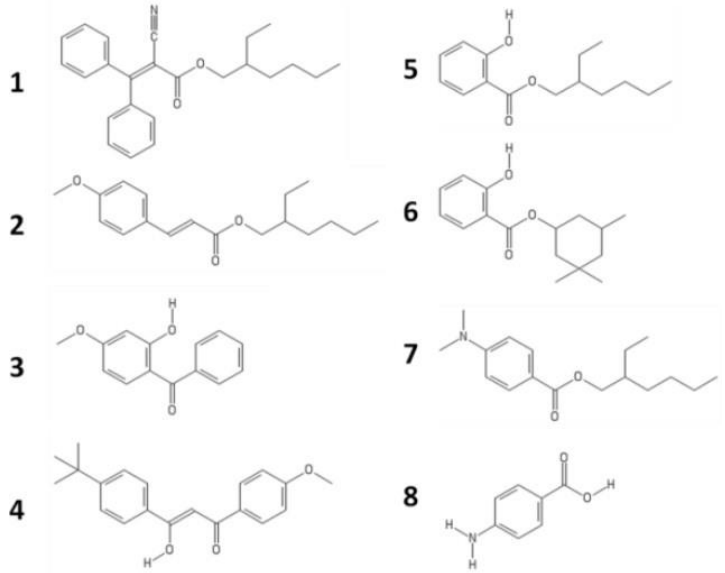
Үшіншіден, студенттер 2 және 3-қадамдарды қолдана отырып, TS геометриясын іздей және шығара алады, ал бағдарламалық жасақтама 5-қадамдағы реакция жолдарының потенциалдық энергия (PES) бетінде TS жасайды және дәл анықтайды. C-Br және C-Cl байланыстарының бағыты бойынша PES сканерлеу студенттерге шамамен орналасқан жерді ұсынады (2 сурет). Бұл процесс студенттерге өтпелі күйді іздейтін бағдарламалық жасақтаманың принципі мен негіздерін, сондай-ақ бағдарламалық жасақтаманың реакция кинетикасын қалай анықтайтынын және бағалайтынын көруге мүмкіндік береді.



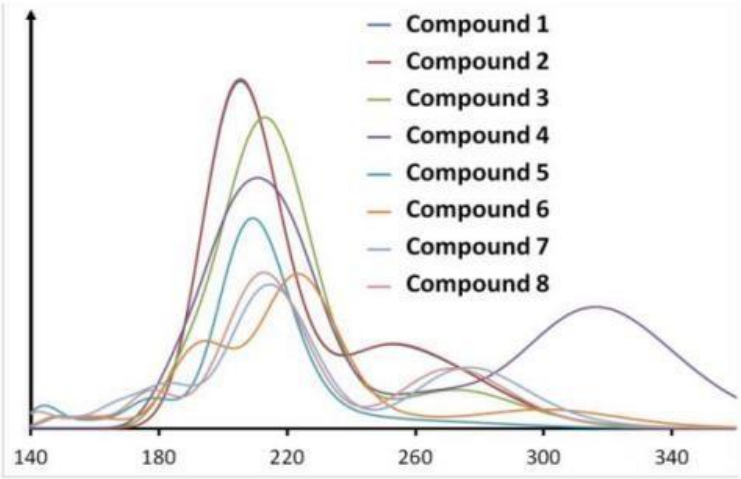
Сурет 2. C-Br және C-Cl қашықтықтары бойымен потенциалдық энергияның бетін (PES) сканерлеу

Есептеу химиясы жоғарыда көрсетілгендей күрделі ұғымдарды шешіп қана қоймай, сонымен қатар күн қорғанысының тиімділігі сияқты тиісті жағдайларды зерттей алады.

Жаттығудың бұл түрлері химия принциптерін түсіну үшін нақты өмірлік сценарийлерді қолданатын контекстке негізделген тәсілдерге ұқсас. Мысалы, күннен қорғайтын кремнің мақсаты-UVA (320-400 нм), UVB (290-320 нм) және UVC (100-290 нм) сияқты зиянды ультракүлгін (УК) сәулелерді бұғаттау. Күннен қорғайтын химиялық заттар әдетте ақ түсті беретін мырыш оксиді және титан диоксиді сияқты физикалық блокаторларды және ультракүлгін сәулені сіңіру (немесе блоктау) үшін π-жүйенің жұптасқан молекулаларын пайдаланады [8]. Атмосфералық газдар мен озон ультракүлгін сәулеленудің көп бөлігін сіңіре алатындықтан, күн қорғанысының негізгі функциясы ультракүлгін және ультракүлгін сәулелерді сіңіру болып табылады. Егер студенттерден күн қорғанысының жаңа желісі үшін жаңа күн қорғанысын жасауды сұрасаңыз, бұл зерттеу рөлдік ойын бола алады.



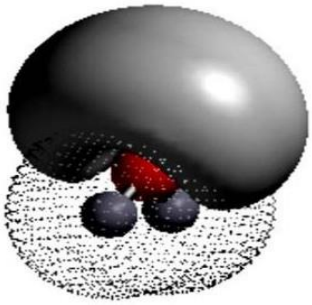
Сурет 3. Біріктірілген π-жүйемен қосылыстар suncreen жобасы аясында зерттеу



Сурет 4. ZINDO әдістерін қолдана отырып, жоғарыда аталған сегіз қосылыстың болжамды ультрафиолетті спектрлері

Інжірдегі химиялық қосылыстар сияқты конъюгативті жүйелердің түрі ультракүлгін спектрофотометрмен өлшенген UV-Vis спектрлерін модельдеу үшін қолданылуы мүмкін. Әрине, студенттер кез-келген химиялық каталогтан басқа қосылыстарды қолдана алады. Бұл модельдеуде қолданылатын негізгі әдіс жартылай эмпирикалық кванттық химия болып табылады, ол дәннің дифференциалды қабаттасуы (ZINDO) деп аталады. ZINDO осы қосылыстардың қозған күйлері мен ультракүлгін көрінетін спектрлерін жасай алады. Осы сегіз қосылыстың болжамды ультрафиолет көрінісі 4 суретте көрсетілген. Әр түрлі толқын ұзындығындағы сіңірудің негізгі шыңын зерттей отырып, студенттер күн қорғанысы үшін ең жақсы комбинация екенін анықтай алады [9].

AK Computer im Chemieunterricht (яғни химия сабақтарында компьютерлерді қолдану бойынша жұмыс тобы) 1980 жылдардың соңында құрылды. Ол химия сабақтарының тиісті интерфейстері мен бағдарламалық жасақтамасын жасау үшін жұмыс істейді және оның мүшелері All-Chem-Misst (яғни, барлық химиялық заттарды өлшейтін құрылғы, компьютер мен кез-келген электрод немесе таразы арасындағы интерфейс) жасады. Сонымен қатар, топ деректерді тіркеу және бағалау бағдарламалық жасақтамасын, сондай-ақ оқыту бағдарламалық жасақтамасын жасады. Көптеген ЖОО-да Ak-тің негізгі қатысушыларының бірі Франц Каппенберг жасаған құрылғы мен бағдарламалық жасақтаманы пайдаланады. Жақында АК сонымен қатар Ak Mini Labor (яғни, Ak MiniLab) деп аталатын Android қосымшасын жариялады.



Сурет 5. Еркін электронды жұпты, сондай-ақ Ван-дер-Ваальдарды сутегі атомдарының радиусын көрсететін су молекуласының 3D моделі

Сондай-ақ, химия оқулығында есептеу химиясы мен молекулалық модельдеуге арналған бағдарламалық жасақтама оқулығы сияқты көптеген онлайн-ресурстар бар. Әсіресе бейорганикалық және физикалық химияда оқулықта модельдеуге және салыстыруға болатын көптеген мысалдар бар. 2 кестеде әзірленген модульдердің шамамен тізімі берілген.

Кесте 2 – Әзірленген модульдердің үлгі тізімі

Атауы	**Түсіндірілетін ұғымдар**
Изомер тепе-теңдігін анықтау	Хирургия және R/S белгісі, тепе-теңдік константасы
Бензолды салыстыру және 1,3,5-циклогексатриен	Энтальпия, резонансты тұрақтандыру, білім энтальпиясы, делокализация әсері
Функционалдық топтардың вибрация-лық талдауы	Инфрақызыл спектрлер, электроно-донорлық және электроно акцепторлық топтар
Айналмалы тосқауылды зерттеу	Резонанстық құрылым, π-байланыстың делокализациясы, тиімді кедергі
Молекулалардың полярлығы	Диполь моменттері, Льюистің нүктелік құрылымы, VSEPR моделі, электр энергиясы
Молекулалық геометриямен салыстыр-ғанда ИҚ спектрлері	Топтар теориясы, нүктелік топ, қайтарылмайтын көрініс, инфрақызыл және рамандық спектрлер, жиіліктер
Молекулалық орбитальдар	Молекулалық орбитальдар теориясы, байланыстыратын және байланыстыратын орбитальдар, симметрия
Октет ережесі және 18-ші ереже	Электрондық конфигурация, молекулалық орбитальдар теориясы
Лиганд өрісінің күші	Лигандтың өріс теориясы, ең жоғары молекулалық орбиталь және ең төменгі бос емес молекулалық орбиталь

Қорытынды. Қорытындылай келе, есептеу химиясы және молекулалық модельдеу құралдары мен компьютерлік технологияларды қолдану арқылы студенттерге ақпаратты қол жетімді түрде жеткізуге болады. Есептеу қабілеті сонымен қатар, аппараттық және бағдарламалық жасақтаманы жобалау саласындағы жетістіктердің арқасында күшейтуге болады. Біз, бұл зерттеуде студенттерге өз пікірлері мен тұжырымдарын қалыптастыру үшін қажетті практикалық тәжірибе бере отырып, химиялық білім беру аясында компьютерлік технологияларды қолдану арқылы кездесетін күрделі ұғымдарды суреттеу үшін қолдануға болатын әртүрлі тәсілдерді көрсеттік.

Сонымен, химия мұғалімдеріннің кәсіби дамуы саласындағы басқа да мүдделі тараптарға мұғалімдердің қажеттіліктерін бірнеше деңгейде ескеретін бағдарламалар әзірлеу ұсынылды. Оқытудың барлық деңгейлерін қамтитын зерттеулер мен әзірлемелер мұғалімдер химия сабақтарында компьютерлерді қолдануды ерекше жағдайға айналдыруы мүмкін.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі:

1. *T. Hao, X. Chen, G. Li, J. Yan A bibliometric analysis of text mining in medical research Soft Computing, 22 (23) (2018), pp. 7875-7892*
2. *B. Hernandez, T. Montaner, F.J. Sese, P. Urquizu. The role of social motivations in e-learning: How do they affect usage and success of ICT interactive tools? Computers in Human Behavior, 27 (6) (2011), pp. 2224-2232*

3. M. Hoffman, F.R. Bach, D.M. Blei Online learning for latent dirichlet allocation Advances in neural information processing systems (2010), pp. 856-864

4. B.D. Homer, J.L. Plass, C. Raffaele, T.M. Ober, A. Ali Improving high school students' executive functions through digital game play Computers & Education, 117 (2018), pp. 50-58

5. W.J. Pelgrum Obstacles to the integration of ICT in education: Results from a worldwide educational assessment Computers & Education, 37 (2) (2001), pp. 163-178

6. P.W.C. Prasad, A. Maag, M. Redestowicz, L.S. Hoe Unfamiliar technology: Reaction of international students to blended learning Computers & Education, 122 (2018), pp. 92-103

7. J. Reich, D. Tingley, J. Leder-Luis, M. Roberts, B. Stewart Computer-assisted reading and discovery for student generated text in massive open online courses Journal of Learning Analytics (2015), pp. 156-184

8. M. Shih, J.-C. Liang, C.-C. Tsai Exploring the role of university students' online self-regulated learning in the flipped classroom: A structural equation model Interactive Learning Environments, 27 (8) (2019), pp. 1192-1206

9. R. Vanderlinde, J. van Braak, S. Dexter ICT policy planning in a context of curriculum reform: Disentanglement of ICT policy domains and artifacts Computers & Education, 58 (4) (2012), pp. 1339-1350

References:

1. T. Hao, X. Chen, G. Li, J. Yan A bibliometric analysis of text mining in medical research Soft Computing, 22 (23) (2018), pp. 7875-7892

2. B. Hernandez, T. Montaner, F.J. Sese, P. Urquizu The role of social motivations in e-learning: How do they affect usage and success of ICT interactive tools? Computers in Human Behavior, 27 (6) (2011), pp. 2224-2232

3. M. Hoffman, F.R. Bach, D.M. Blei Online learning for latent dirichlet allocation Advances in neural information processing systems (2010), pp. 856-864

4. B.D. Homer, J.L. Plass, C. Raffaele, T.M. Ober, A. Ali Improving high school students' executive functions through digital game play Computers & Education, 117 (2018), pp. 50-58

5. W.J. Pelgrum Obstacles to the integration of ICT in education: Results from a worldwide educational assessment Computers & Education, 37 (2) (2001), pp. 163-178

6. P.W.C. Prasad, A. Maag, M. Redestowicz, L.S. Hoe Unfamiliar technology: Reaction of international students to blended learning Computers & Education, 122 (2018), pp. 92-103

7. J. Reich, D. Tingley, J. Leder-Luis, M. Roberts, B. Stewart Computer-assisted reading and discovery for student generated text in massive open online courses Journal of Learning Analytics (2015), pp. 156-184

8. M. Shih, J.-C. Liang, C.-C. Tsai Exploring the role of university students' online self-regulated learning in the flipped classroom: A structural equation model Interactive Learning Environments, 27 (8) (2019), pp. 1192-1206

9. R. Vanderlinde, J. van Braak, S. Dexter ICT policy planning in a context of curriculum reform: Disentanglement of ICT policy domains and artifacts Computers & Education, 58 (4) (2012), pp. 1339-1350