

STUDII ȘI CERCETĂRI: DIDACTICI PARTICULARE

DEZVOLTAREA ABILITĂȚILOR DE AUTOFORMARE LA CHIMIE ÎN BAZA UNOR TEHNOLOGII INFORMAȚIONALE

*Eduard COROPCEANU, Andrei RIJA, Ion ARSENE, Maria PUTINĂ**

*Universitatea de Stat din Tiraspol
Liceul „Mihai Eminescu” din or. Hâncești

Posibilitățile de utilizare a tehnologiilor educaționale pentru sporirea calității procesului de instruire la chimie sunt diverse: de la jocuri cu caracter cognitiv până la programe specializate pentru determinarea compoziției și structurii compușilor chimici. Tehnologiile informaționale permit și stimulează valorificarea multilaterală a potențialului intelectual, creează premise pentru dezvoltarea independenței, spiritului de inițiativă și a propriului stil de gândire. Totodată, utilizarea tehnologiilor educaționale nu exclude celelalte metode și strategii didactice, ci vine doar să completeze, să ofere noi posibilități, instrumente.

Cuvinte-cheie: *tehnologii informaționale, chimie, inter- și transdisciplinaritate, calitatea instruirii, metode de instruire.*

DEVELOPMENT OF SELF-FORMING SKILLS IN CHEMISTRY BASED ON SOME INFORMATION TECHNOLOGIES

The possibilities of using educational technologies to enhance the quality of instruction in Chemistry are diverse: from cognitive games to specialized programs for determining the composition and structure of chemical compounds. The information technologies enable the multilateral capitalization of the intellectual potential, contribute to the development of the independence, initiative and own thinking style. However, the use of educational technologies doesn't preclude other methods and teaching strategies, but they come to complete, provide new possibilities, new tools.

Keywords: *information technologies, chemistry, inter- and transdisciplinarity, quality of education, training methods.*

Introducere

Unul dintre factorii decisivi în dezvoltarea societății umane, precum și o componentă importantă a Strategiei „Educația 2020” a Ministerului Educației este implementarea tehnologiilor informaționale atât în sistemul educațional, cât și în alte domenii de activitate socioeconomică. Reieșind din faptul că tehnologiile informaționale devin un atribut incontestabil al activității cotidiene, pedagogia contemporană identifică modalități de îmbinare a metodologiei didactice cu tehnologiile informaționale. Aplicarea tehnologiilor informaționale în procesul de instruire permite lărgirea orizontului cunoștințelor în dependență de capacitățile mintale și servește drept pistă pentru lansarea elevului în procesul complex de autoinstruire. Instruirea asistată de calculator prezintă un șir de avantaje pentru dezvoltarea personalității: creează premise pentru individualizarea instruirii; formează un set de deprinderi prin exersarea lor sistematică; simulează unele fenomene naturale etc. Oportunitatea de a individualiza și diferenția sarcinile creează premise favorabile pentru sporirea calității succesului școlar. Deoarece multe cunoștințe elevul le dobândește singur, apare încrederea în propriile forțe și dorința de a explora necunoscutul, aceasta fiind una dintre forțele motrice care asigură acumularea conștientă și trainică a informației. În prezent se utilizează pe larg diferite soft-uri educaționale, în care se evidențiază tendința de a solicita de la elevi participarea activă în procesul de dobândire a noilor cunoștințe. Învățarea activă este una dintre prioritățile predării asistate de calculator, permițând elevilor să treacă de la rolul de

spectator la cel de participant, iar apoi să atingă nivelul de creator. Tehnologiile informaționale asigură un șir de instrumente și metode, care permit trecerea de la un mediu centrat pe profesor la un mediu colaborativ, interactiv, centrat pe instruire motivată și atractivă. Aceste circumstanțe permit ca elevul și profesorul să colaboreze, să învețe și să descopere deseori în comun unele lucruri noi, proces în care uneori discipolii chiar pot depăși profesorul. Utilizarea tehnologiilor informaționale duce la dezvoltarea competențelor cu caracter inter- și transdisciplinar, ceea ce permite utilizarea rațională și productivă a cunoștințelor, depășirea limitelor disciplinare, însușirea principiilor fundamentale despre unitatea lumii materiale și a cauzelor fenomenelor ce o caracterizează.

Rezultate și discuții

Tehnologiile informaționale pot fi aplicate în cadrul diferitelor forme de instruire, inclusiv în cadrul lucrului individual. Utilizarea tehnologiilor informaționale în predarea chimiei poate să înceapă la etapa gimnazială și să evolueze la nivel de abilități și competențe la celelalte trepte ale sistemului educațional și pe întreg parcursul vieții. Procesul poate fi inițiat cu operații simple, deseori chiar cu jocuri având caracter cognitiv, apoi este necesar de exersat unele deprinderi de a rezolva sarcini care reies din necesități cotidiene (spre exemplu, elaborarea, redactarea textelor, schemelor cu caracter chimic etc.). Ulterior în fața elevilor/studentilor pot fi puse sarcini mai complicate, care necesită implicare creativă, uneori chiar cu caracter inovațional. Astfel, poate fi asigurată trecerea de la însușirea celor mai simple operații la crearea noilor produse, implicarea tehnologiilor informaționale în soluționarea problemelor ce țin de tehnologiile chimice, metodele fizico-chimice, modelarea unor procese, calcularea probabilității decurgerii unor reacții etc. Una dintre cele mai valoroase caracteristici ale instruirii asistate de calculator este oferirea posibilităților largi de autoformare, care permit apariția încrederii în forțele proprii și a independenței – calități decisive în activitatea profesională. Există diverse posibilități de utilizare a calculatorului în procesul de instruire la chimie [1-4]. Unele dintre cele mai importante pot fi sistematizate în următoarele categorii:

1. **Secvențe video** (demonstrarea experiențelor, fenomenelor etc.) – reprezintă demonstrarea video a experiențelor chimice. De asemenea, în timpul lecției pot fi folosite prezentări-slaiduri (create în *Power Point*), care asigură o atmosferă dinamică, intuitivă și un volum considerabil de informație. Pentru pregătirea filmelor-slaiduri se poate apela la programele *ChemDraw*, *ChemLab* etc. Secvențele video pot fi utilizate ca material instructiv înainte de a reproduce experimentul, cu scopul de a pătrunde în detaliile lui, de a însuși algoritmul de desfășurare a operațiilor. Avantajul constă în faptul că poate fi vizionat de mai multe ori și oricând pentru a observa toate fazele procesului. Uneori, în cazul lipsei unor reagenți sau a condițiilor de demonstrare, este unica metodă de familiarizare cu procesul studiat.

2. **Jocuri** – pot fi cu caracter distractiv (exemplu: *Chembridge* – participantul trebuie să deosebească substanțele cu proprietăți de oxidant sau reducător, *Chemroul* – determinarea corectă a gazului ce se elimină în urma reacției etc.) sau dezvoltativ (exemplu: *NonOrganic*, *CompusiOrganici*, *Elements* – au condiția de a determina intrusul; *Tarchim* – trebuie aleasă calea optimală pentru a exclude metalele grele din apă; *Formula* – are sarcina de a pune participantul în situația de a alcătui corect formulele chimice etc.). Avantajul jocurilor electronice constă în atractivitatea lor, ele acordă posibilități suplimentare de acumulare a cunoștințelor și deprinderilor de lucru, uneori inconștient.

3. **Modalități de verificare și evaluare a cunoștințelor** – pot fi realizate prin intermediul testelor, jocurilor etc. Deseori ele dezvoltă capacitățile creative și consolidează încrederea contingentului evaluat printr-o apreciere obiectivă. Evaluarea la calculator este mai obiectivă, transparentă și exclude apariția bănuielilor în relația profesor-elev privind corectitudinea evaluării.

4. **Software (softuri) educaționale pentru calculator**

În prezent, o serie de companii din domeniul tehnologiilor informaționale elaborează softuri educaționale pentru a forma încă din școală competențe trainice în domeniu la elevi. Ca exemplu poate fi adusă compania SIVECO, care a realizat un program de implementare a platformei de softuri AeL începând cu anul 2010 în parteneriat cu Ministerul Educației al Republicii Moldova. Utilizarea acestor softuri facilitează intercalarea reușită a funcției de informare, care vizează implementarea conținuturilor și capacităților fundamentale, prevăzute de curriculum prin mijloace didactice adecvate chimiei, biologiei, fizicii: experimente, imagini, scheme, tabele, desene etc., cu cea de formare, care stimulează operațiile mintale (analiza, compararea, generalizarea, sintetizarea, tragerea concluziilor). Softurile educaționale constituie un instrument real de învățare pentru

elevi, orientându-i spre o profundă asimilare a cunoștințelor, dar totodată asigurându-le câmp de activitate pentru realizarea conexiunii inverse (consolidării) prin îndeplinirea temelor-însărcinări.

Implementarea platformei AeL la orele de chimie contribuie la diversificarea cunoștințelor elevilor, asigurând înțelegerea unor fenomene greu de simulat în realitate sau în laborator. Experimentele virtuale și lucrările practice la chimie sunt foarte atractive, elevul poate să le repete de câte ori dorește, de exemplu: Obținerea acizilor sulfuric, clorhidric; Reacția metalelor cu acizii; Obținerea hidrogenului etc.

Liceul „Mihai Eminescu” din or. Hâncești este unul dintre liceele din cadrul programului-pilot de implementare a softului educațional AeL. Au fost realizate ore la chimie, cu utilizarea softurilor AeL, la teme atât din domeniul chimiei anorganice, cât și organice: Caracteristica generală a acizilor; Oxigenul; Hidrogenul; Baze; Săruri; Acidul clorhidric și acidul sulfuric; Alchine; Arene; Compuși halogenați etc. Lecțiile interactive oferă noi metode de învățare, care îmbunătățesc performanța școlară și contribuie, prin atingerea obiectivelor operaționale propuse, la formarea de aptitudini, abilități și deprinderi. Cele mai palpabile rezultate sunt înregistrate prin: sporirea relevanței educației în baza creșterii progresului școlar al elevilor; realizarea numeroaselor ore publice pentru diseminarea achizițiilor în domeniu; cunoașterea temeinică a conținutului materiei de către elevi; repetabilitatea experimentelor de câte ori este necesar; motivarea elevilor prin utilizarea unui proces interactiv de învățare etc.

Există softuri specializate cu acces gratuit care pot fi utilizate atât pentru procesul de instruire, cât și cu scopul implementării sistemelor de management, spre exemplu – Moodle, în baza căruia pot fi elaborate platforme educaționale cu diferit conținut, unde elevii/studentii pot găsi materialul teoretic la curs, lucrările practice, activitățile interactive etc. Cu ajutorul platformei poate fi realizată testarea instruiților, evidența reușitei etc.

5. Programe specializate:

✓ de redactare a textelor cu simbolică chimică – cea mai simplă modalitate este redactarea în *Word*, după necesitate folosind opțiunea *Symbol* a meniului *Insert* sau redactorul de formule; foarte importante sunt așa programe ca *ChemLab* etc., care permit redactarea formulelor, schemelor și instalațiilor complicate; *Microsoft Excel* poate fi de ajutor la sistematizarea informației sub formă de tabele, precum și la construirea graficelor, diagramelor etc.;

✓ *IsisDraw* [5] este un soft ce poate fi folosit pentru redactarea formulelor chimice. Are și versiune ce poate fi descărcată și utilizată gratuit. Dispune de un meniu ușor de însușit, poate fi folosit atât în procesul științific, cât și în cel didactic. Este simplu de folosit pentru redactarea unor scheme de reacții (Fig.1), poate fi verificată corectitudinea scrierii structurilor.

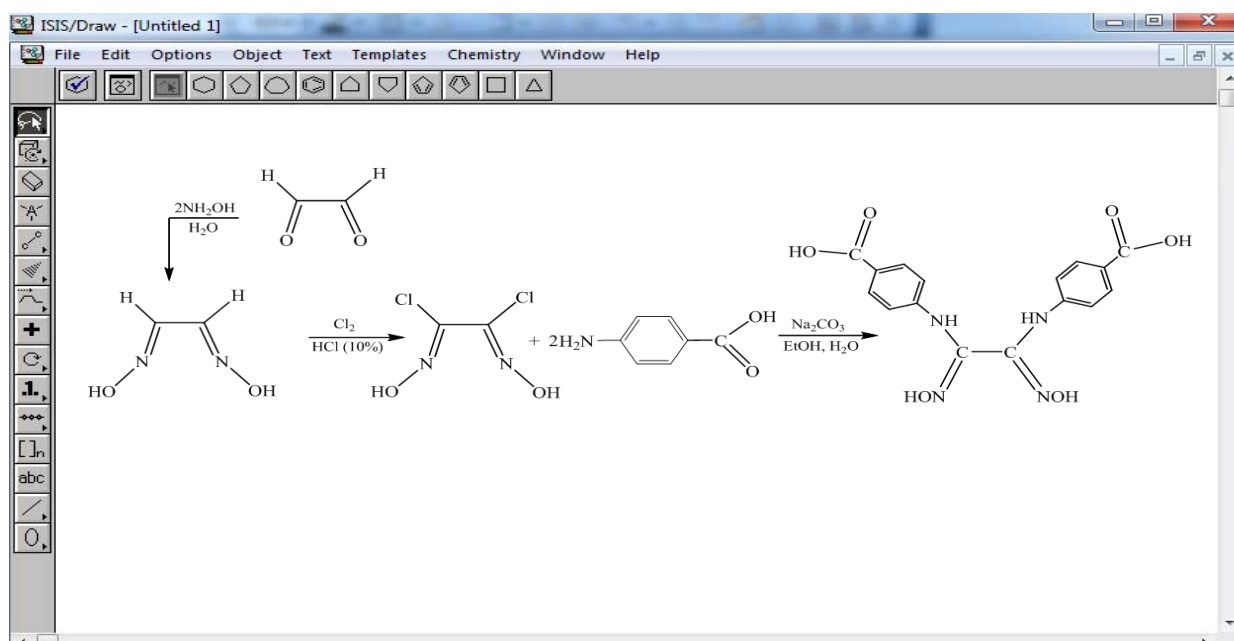


Fig.1. Soft de redactare a formulelor chimice.

Dispune de o bibliotecă de șabloane cu structuri predefinite ce pot fi utilizate. Este recomandat elevilor și studenților pentru scrierea referatelor și a tezelor de licență, iar profesorilor – pentru elaborarea materialelor didactico-științifice;

✓ *MWC (Molecular Weight Calculator* [6]) este un program de calculator ce poate fi descărcat gratuit din Internet și este un soft indispensabil mai ales pentru cercetătorii din domeniu. Cu ajutorul acestui soft doar printr-un singur clic pot fi calculate masele molare și părțile de masă a elementelor dintr-un compus chimic. E suficient să introduceți formula compusului chimic în formă brută sau moleculară. De asemenea, cu ajutorul acestei aplicații pot fi determinate concentrațiile soluțiilor, masa substanței dintr-o soluție și volumul soluției, precum și concentrația soluției finale la amestecarea a două soluții cu concentrații cunoscute (Fig.2). Pentru cercetătorii care operează cu sisteme complexe pot fi înregistrate în memoria aplicației anumite abrevieri pentru substanțele cu compoziție complexă, iar la scrierea compușilor pot fi folosite aceste abrevieri (Fig.2). De asemenea, formulele moleculare pot fi transformate în formule brute. Trecerea de la sistemul manual la cel computerizat pentru aceste calcule poate reduce considerabil timpul destinat prelucrării datelor respective, precum și poate reduce la minimum eroarea factorului uman. Este recomandat studenților și cercetătorilor științifici care activează în domeniu;

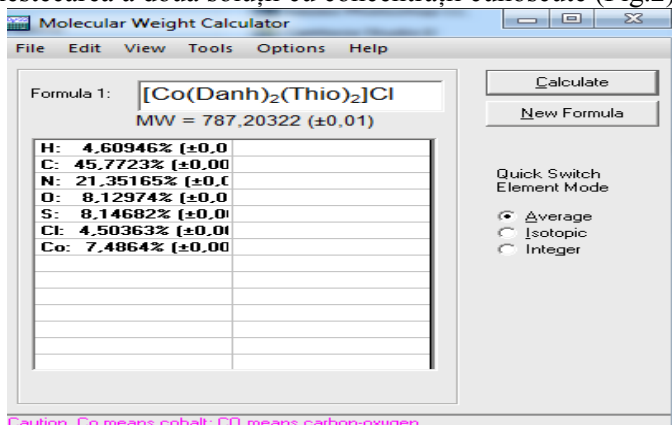


Fig.2. Soft pentru efectuarea unor calcule în baza formulelor chimice.

✓ *ChemBioOffice* [7] este unul din soft-urile actuale cu spectru larg de aplicații în chimie, începând de la editarea formulelor chimice și terminând cu vizualizarea lor în format 3D și cu efectuarea unor calcule cuantice de determinare a energiei sistemului chimic. În acest pachet principalele aplicații sunt ChemBioDraw și ChemBio3D. ChemBioDraw este folosit în special pentru redactarea formulelor chimice. Are un meniu ușor de utilizat și poate fi însușit foarte rapid. Tot în această aplicație pot fi obținute spectrele RMN teoretice ale ^1H și ^{13}C și comparate cu rezultatele experimentale. Odată desenată formula de structură, printr-un singur pas pot fi obținute denumirea compusului după IUPAC, masa moleculară, formula brută și părțile de masă a elementelor. ChemBioDraw vine cu o bibliotecă de șabloane de structuri predefinite și imagini pentru a vă ajuta să lucrați mai rapid, de asemenea conține un laborator virtual de veselă chimică cu ajutorul căruia pot fi simulate diferite instalații de laborator. Obținerea denumirilor compușilor chimici după IUPAC este un beneficiu în plus pentru elevi, studenți de a însuși nomenclatura compușilor organici. Odată desenată, structura poate fi transferată în ChemBio3D pentru a putea fi vizualizată tridimensional. Molecula poate fi rotită pe coordonatele carteziene și pot fi observate mai ușor pozițiile atomilor în spațiu. De asemenea, în această aplicație pot fi calculate pozițiile atomilor pentru care energia sistemului va fi minimă. Rezultatele pot fi salvate în format JPEG și folosite în activitatea didactico-științifică;

✓ Programe de calcul, determinare a structurii și prelucrare a datelor (*SHELX* – prelucrarea datelor obținute la iradierea cu raze X a cristalelor cu determinarea foarte precisă a structurii moleculelor) de prelucrare a spectrelor UV-Vis, IR, RMN (*ACDLabs* [8], *MestReNova* [9]);

✓ Programe pentru modelare a unor structuri și fenomene (*HyperChem*, *Gamess* etc.– crearea și optimizarea formulelor, calcularea energiei lor ș.a.).

6. **Simularea unor fenomene, a unor experiențe și interpretarea lor.** Deseori este necesar de a simula unele procese, de a calcula dacă este posibilă demararea unei reacții chimice în careva condiții etc. În domeniul cercetării și sintezei orientate a noilor compuși chimici, cu scopul de a rezolva sarcini concrete (obținerea catalizatorilor, magneților moleculari, biostimulatorilor, inhibitorilor diferitelor patologii, elaborării preparatelor farmaceutice etc.) o problemă foarte actuală prezintă determinarea corelației dintre compoziția, structura și proprietățile substanțelor. Modelarea computerizată a noilor molecule pentru a crea modele de cercetare a sintezei chimice poate furniza informații privind stabilitatea substanței, toxicitatea, efectul asupra organismului etc., fapt ce scurtează calea spre obținerea noilor preparate. Marile companii farmaceutice utilizează pe larg astfel de tehnici, care reduc substanțial costul obținerii noilor medicamente.

Pentru realizarea acestor operații servesc o serie de programe din domeniu. Spre exemplu, *CHEMCAD* [10] este un mediu puternic și flexibil de simulare a proceselor chimice construit în jurul a trei valori-cheie: inovare, integrare și arhitectură deschisă. Aceste valori creează avantaje importante pentru utilizatori.

Pentru ca persoanele instruite să înțeleagă conștient unele procese din chimie, pot fi utilizate diferite programe de calcul, cu ajutorul cărora pot fi elucidate unele subtilități greu de înțeles pe cale obișnuită. Au fost create pachete de programe, precum *Hyperchem*, *Gamess*, *Gaussian*, *Priroda*, *VM3*, *ChemCraft* etc., cu ajutorul cărora pot fi investigate proprietăți structurale și de reactivitate ale unor compuși chimici sau studiate unele mecanisme de reacție (cum ar fi starea de tranziție a unei reacții chimice). Utilizarea calculatoarelor pentru obținerea acestor rezultate necesită în primul rând introducerea în sistemul investigat a unor date cunoscute, care se referă la structura acestuia (simetrie moleculară), distanțe dintre atomi, unghiuri. În funcție de programul utilizat, pot fi introduse în sistem coordonatele carteziene ale atomilor moleculei sau așa-numitele coordonate interne ale acesteia (distanțele, unghiurile și unghiurile diedrale).

Ca exemplu, vom analiza două aspecte teoretice legate de calcule în chimia computațională:

1. Structura și parametrii geometrici ai unui sistem chimic;
2. Mecanismele de reacție a unui proces chimic.

Să analizăm cazul moleculei de amoniac (cazul 1) în spațiu (Fig.3).

Au fost obținute 12 coordonate care trebuie aflate. Prin plasarea atomului de azot în centrul de coordonate și a unui atom de hidrogen în planul xz numărul coordonatelor ce trebuie aflate se reduce la opt. Acestea devin: Azot (0, 0, 0), Hidrogen a (xa, 0, za), Hidrogen b (xb, yb, zb) și Hidrogen c (xc, yc, zc).

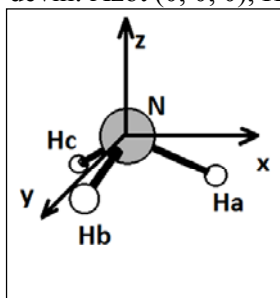


Fig.3. Amplasarea moleculei de amoniac în coordonate carteziene.

Pentru moleculele simetrice, cum este și cazul moleculei de amoniac, elementele de simetrie constituie un avantaj pentru simplificarea sau reducerea numărului de coordonate necesare în definirea structurii moleculare. Molecula de amoniac din Figura 1 este caracterizată de următoarele coordonate: Azot (0, 0, 0), Hidrogen a (xa, 0, -za), Hidrogen b (-xb, yb, -zb), Hidrogen c (-xc, -yc, -zc) și are simetria C_{3v} .

Datorită formei simetrice, se deduce ușor că $-xb=-xc$, $yb=-yc$ și $-za=-zb=-zc$, rămânând de calculat doar 4 coordonate.

Construind acest fișier de tip file.inp se efectuează calculul propriu-zis, obținându-se un alt fișier de date file.out, unde sunt stocate toate rezultatele calculelor efectuate asupra sistemului studiat. Din acest fișier noi putem lua toate datele ce caracterizează sistemul (energia totală, sarcini pe atomi, ordin de legătură, distanțe dintre atomi, coordonate carteziene finale etc.).

Vizualizarea structurilor obținute se realizează cu ajutorul programelor *Molden*, *VM3*, *HyperChem* etc. Cu ajutorul acestor programe noi putem determina toți parametrii geometrici posibili vizuali (distanțe dintre atomi, unghiuri, unghiuri diedrale), a se vedea Tabelul.

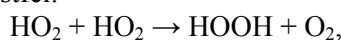
Tabel

Parametrii geometrici și energia totală a moleculei de amoniac în configurația geometrică C_{3v}

Nr. crt.	Parametri	Literatură	Calculat
1	$R_{NH}(\text{Å})$	1,01	1,03
2	$\angle HNH$	107,30	104,45
3	$E_{tot}(\text{u.a.e})$	-	-55,989

Pentru analiza cazului 2 drept exemplu vom lua reacția: $HO_2 + HO_2 = H_2O_2 + O_2$

Este o reacție bimoleculară în fază gazoasă și a făcut obiectul de cercetare a numeroase studii experimentale și teoretice, pentru că joacă un rol important în chimia atmosferei și a fost demonstrat că modul de interacțiune și reacția propriu-zisă decurge astfel:



rezultând moleculele de peroxid de hidrogen și oxigen. S-a demonstrat de asemenea că această reacție trece prin formarea unui intermediar stabil H_2O_4 , care poate disocia înapoi spre reactanți sau se deplasează spre reactanți ca produși de reacție stabili. Această reacție a fost studiată atât în starea singletă, cât și tripletă.

Doă molecule HO_2 în starea lor electronică pot forma fie o stare de spin singlet, fie triplet. În cazul dat s-au făcut toate calculele în starea de spin triplet și s-a constatat că produșii au stările fundamentale HOOH-singlet

și O_2 -triplet. Calculele arată că cea mai stabilă structură în starea fundamentală triplet H_2O_4 este un plan dublu-hidrogen legat într-un ciclu de 6 atomi, cu simetria moleculară C_{2h} (Fig.4).

Acest intermediar este format din cei doi radicali HO_2 fără barieră, în raport cu reactivii, care este stabilizat cu 15,7 kcal/mol. Cele două lungimi egale de hidrogen sunt 1,80Å, valoarea unghiului HOO este egală cu $103,9^\circ$.

Starea de tranziție de disociere a intermediarului H_2O_4 a produselor a fost localizată (Fig.4). Această structură este caracterizată prin transferul parțial al atomului de hidrogen H_6 de la atomul de oxigen O_3 la oxigenul O_2 :lungimea legăturii $O_3 - H_6$ a crescut cu 0,07 Å , în timp ce valoarea legăturii $O_2 - H_6$ scade cu 0,21 Å. Acei trei atomi O_2 , H_6 și O_3 , implicați în ruperea și formarea legăturilor practic sunt coliniari și unghiul $O_2-H_6-O_3$ este de $161,8^\circ$. Atomul de hidrogen H_5 suferă o deplasare în afara planului și unghiul diedru $H_5-O_1-O_2-H_6$ este egal cu $16,20^\circ$. Calculele frecvenței vibraționale armonice arată că starea de tranziție obținută este într-adevăr un punct de prim ordin șa, caracterizat printr-o frecvență imaginară egală cu 849,78i. Vectorul de tranziție indică faptul că mișcarea moleculară de această frecvență este dominată de transferul unui atom de hidrogen, și anume H_6 de la O_3 la O_2 și de deplasarea în afara planului a atomului de hidrogen H_5 .

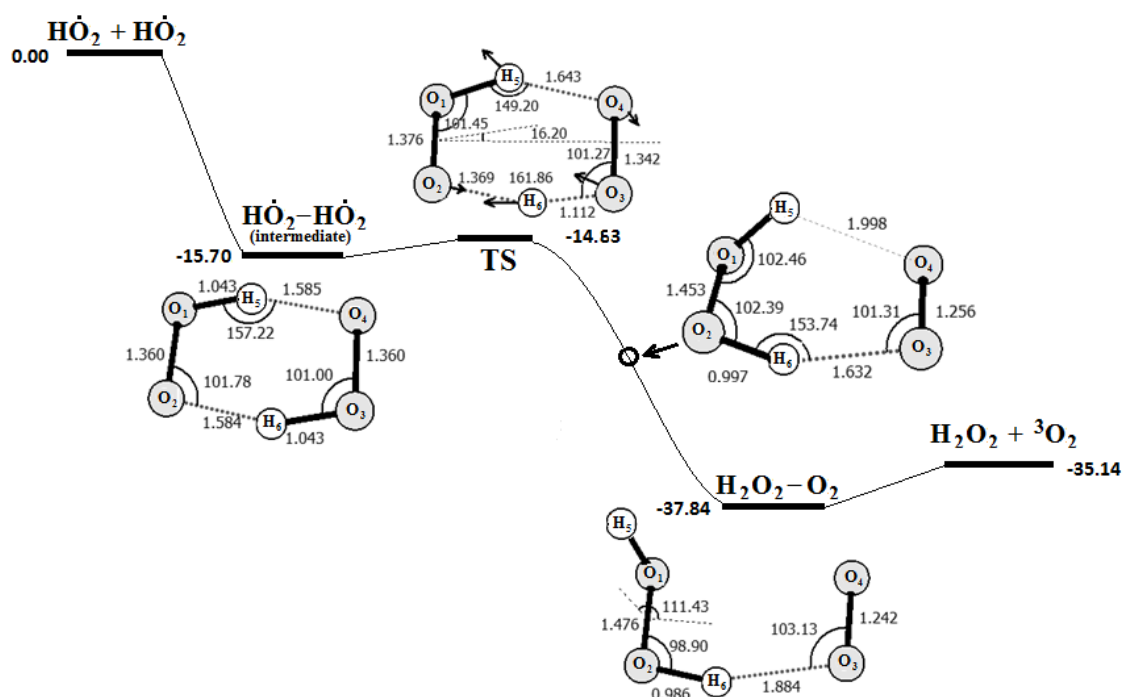


Fig.4. Profilul energetic al sistemului HO_2-HO_2 în starea fundamentală triplet.

Ca rezultat al reacției analizate, obținem un complex $H_2O_2-O_2$ unit prin legătura de hidrogen, care are energia de 22,14 kcal/mol, mai mică decât a reactivilor. Câștigul energetic total al reacției este de 35,14 kcal/mol față de valoarea experimentală a 38,28 kcal/mol [11].

7. **Rețeaua Internet** (World Wide Web) permite accesul la baze de date, selectarea informației necesare și transferul ei spre solicitant. Internetul deschide noi perspective în instruire, devenind o fereastră într-o lume nouă, un imens ocean informațional, fără de hotare, care permanent acumulează noi informații. El permite ștergerea hotarelor între sat și oraș în planul accesului la informație. Educația deschisă și la distanță oferă oportunități de învățare unor largi categorii de persoane, inclusiv unora care nu au avut acces la ciclul de învățământ superior.

În domeniul chimiei pot fi consultate mai multe site-uri, pe care pot fi găsite diferite informații în domeniu. În cazul necesității de a găsi articole științifice și altă informație prețioasă pot fi accesate website-urile unor edituri științifice (<http://nar.oup.journals.org/openaccess> (Oxford Journals), www.journals.royalsoc.ac.uk (Royal Society), www.blackwell-synergy.com (Blackwells), <http://springerlink.com> (Springer) etc.). Cu ajutorul Internetului se pot efectua excursii virtuale, se poate ajunge la bibliotecile on-line de specialitate

(ex.: <http://www.sciencedirect.com>, <http://www.chemweb.com>, <http://www.rsc.org>, <http://www.chemistry.org/portal/a/c/s/1/home.html>, <http://journals.cambridge.org>, <http://tandfonline.com>, etc.). În ultimul timp au apărut posibilități de a utiliza diferite laboratoare virtuale în procesul de instruire (ex.: <http://escola.edu.ro>) care oferă un set larg de lucrări din diferite domenii ale chimiei.

Cu toate că are un potențial foarte mare, calculatorul este deocamdată inferior profesorului în ceea ce privește transferul de cunoștințe. De aceea, tehnicile e-Learning în instruire și evaluare trebuie să se dezvolte pe două căi, și anume: creșterea calității și eficienței strategiilor de învățare cu ajutorul calculatorului, respectiv adaptarea și individualizarea învățării în relația calculator-elev. Totodată, ia amploare fenomenul oferirii cursurilor on-line, care vin să îmbunătățească nivelul de cunoștințe al celor ce le utilizează și reprezintă o componentă pozitivă a informării prin intermediul Internetului. Unul dintre avantajele este introducerea sistemelor de videoconferință, care pot reda imagini și sunet, ceea ce poate contribui la îmbunătățirea colaborării interpersonale la distanță.

Concluzii

Instruirea asistată de calculator oferă învățământului tradițional noi oportunități, care permit creșterea substanțială a randamentului învățării școlare în cazul utilizării corecte și armonioase în ansamblu cu alte metode de instruire. Tehnologiile informaționale permit și stimulează valorificarea multilaterală a potențialului intelectual, creează premise pentru dezvoltarea independenței, spiritului de inițiativă și a propriului stil de gândire. Elevul obține posibilități largi de autofomare, apar deprinderi autodidactice, care vor asigura formarea profesională continuă pe parcursul întregii vieți. Computerul stimulează procese și fenomene complexe și dinamice, pe care niciun mijloc de învățământ nu le poate pune atât de bine în evidență. Prin intermediul programelor se oferă celor care învață modelări, justificări și ilustrări ale conceptelor abstracte, ilustrări ale proceselor și fenomenelor neobservabile sau greu observabile din diferite motive. Totodată, utilizarea tehnologiilor educaționale nu exclude celelalte metode și strategii didactice, ci vine doar să completeze, să ofere noi posibilități, instrumente, începând cu clasele gimnaziale până la nivelul cercetărilor științifice, fapt ce influențează calitativ procesul de constituire în ascendență a competențelor la chimie.

Bibliografie:

1. *ACD/Labs* [Accesat la 27 mai 2014]. Disponibil: <http://www.acdlabs.com/home>
2. ASPITSKAIA, A.F. et al. *Ispolizovanie informaționno-komunikatsionnyh tehnologii pri obuchenii himii*. Moscva: Binom, 2009. 356 p. ISBN: 978-5-94774-911-3
3. BUNIN, B. et al. *Chemoinformatics: Theory, Practice & Products*. London: Springer, 2007. 295 p. ISBN-10: 1-4020-5000-3
4. *ChemBioOffice* [Accesat la 27 mai 2014]. Disponibil: http://www.cambridgesoft.com/Ensemble_for_Chemistry/ChemBioOffice.
5. *Chemstations* [Accesat la 27 mai 2014]. Disponibil: <http://www.chemstations.com>
6. COROPCEANU, E. ș.a. *Ghidul metodic al profesorului. Biologie și chimie*. Chișinău: UST, 2007. 318 p. ISBN 978-9975-9914-4-5
7. LEACH, A. et al. *An Introduction to Chemoinformatics*. New York: Springer, 2007. 259 p. ISBN-10: 1402062907
8. *MDL ISIS Draw* [Accesat la 27 mai 2014]. Disponibil: <http://mdl-isis-draw.software.informer.com>.
9. Mestrelab Research [Accesat la 27 mai 2014]. Disponibil: <http://mestrelab.com>.
10. *Molecular Weight Calculator* [Accesat la 27 mai 2014]. Disponibil: <http://omics.pnl.gov/software/MWCalculator.php>
11. TYNDALL, G., GRANIER, C., LESCLAUX, R. et. al. Atmospheric chemistry of small organic peroxy radicals. In: *Journal Geophys. Res.*, 2001, no.106, p.12157-12182. ISSN: 2156-2202

Prezentat la 04.06.2014