

Jan Čipera¹Martin Bilek²Ryszard Gmoch³¹ Uniwersytet Karola, Praga² Wyższa Szkoła Pedagogiczna, Hradec Králové³ Uniwersytet Opolski, Opole

ZASTOSOWANIE KOMPUTERA W PROCESIE PRZYSWAJANIA WIADOMOŚCI O PRZEBIEGU REAKCJI CHEMICZNYCH

Streszczenie: Omówiono możliwości wykorzystania komputera w procesie przyswajania wiadomości o przebiegu reakcji chemicznych na przykładzie reakcji siarczanu miedzi (II) z zasadą sodową. Scharakteryzowano program komputerowy składający się z dwóch podprogramów, pozwalający na kierowanie umiejętnościami intelektualnymi i sensomotorycznymi uczniów w procesie dobierania przez nich współczynników stechiometrycznych do w/w reakcji. Opisano jeden z wariantów zastosowania programu w praktyce szkolnej.

Komputer może pełnić dwie podstawowe funkcje w procesie przyswajania wiadomości z chemii. Z jednej strony służy jako przyrząd pomiarowy, a z drugiej strony jako urządzenie techniczne kierujące indywidualnymi czynnościami poznawczymi uczniów. Każdy z tych sposobów funkcjonowania komputera ma swoje zalety i wady, ale poprzez ich wzajemne połączenie można niektóre z tych wad usunąć. Np. największą wadą pierwszego sposobu wykorzystania komputera jest fakt, że komputer nie kieruje poznawczymi czynnościami uczniów związanymi z teoretyczną oceną otrzymanych danych doświadczalnych. Stosując drugi sposób wykorzystania

komputera zapomina się o tym, że nie są rozwijane - jakże dominujące w chemii, umiejętności motoryczne, związane z przygotowaniem i wykonaniem doświadczenia chemicznego.

Dane doświadczalne uzyskane w eksperymencie chemicznym przynoszą, pod warunkiem ich prawidłowej oceny, bezpośrednio lub pośrednio informacje o składzie, strukturze, właściwościach i zachowaniu badanych substancji i zjawisk. Wymienione dane uzyskuje się poprzez obserwacje eksperymentów i pomiary doświadczalne. Są one następnie opracowywane i interpretowane przez uczniów, łącznie z zastosowaniem metod statystycznych.

W celu komputeryzacji szkolnego eksperymentu chemicznego niezbędne jest posiadanie oprócz komputera, przetwornika analogowo - cyfrowego wraz z interfejsem i odpowiednim oprogramowaniem. W Katedrze Chemii Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Hradec Králové opracowany został komputerowy system pomiarowy CMS (Computer Measuring System) [1,2] służący do pomiarów pehametrycznych, przewodnictwa elektrycznego, stałego napięcia w zakresie 1-5 V przy szybkości zmian parametrów dostosowanych do przetwornika oraz pomiarów temperaturowych i objętościowych. W programie CMS istnieje możliwość wyboru z menu rodzaju pomiaru, po czym należy określić parametry dotyczące wykresu (jednostki, zakres zmian na osiach x, y oraz co ile jednostek będzie naniesiony na wykres punkt pomiarowy). Dane przedstawione na wykresie można dalej opracowywać, np. wybierać określony fragment wykresu.

W przypadku pomiarów pH system CMS można zastosować do ćwiczeń laboratoryjnych związanych z miareczkowaniem kwasowo-zasadowym, np. miareczkowaniem zasady sodowej kwasem solnym. Pomiary temperaturowe, które można przeprowadzić przy użyciu systemu pozwalają między innymi na obliczenie ciepła reakcji.

W przypadku pomiarów przewodnictwa elektrycznego system CMS można zastosować do badania przebiegu reakcji chemicznych, np. hydrolizy bezwodnika octowego. Komputerowy system do pomiarów woltamperometrycznych [2] i temperaturowych funkcjonuje w Instytucie Chemii Uniwersytetu Opolskiego.

W edukacji chemicznej komputery mają zastosowanie nie tylko do wspomagania szkolnego eksperymentu chemicznego [3,4], ale i przyswajania wiedzy chemicznej. Wśród oprogramowania komputerowego można wyróżnić programy o charakterze nauczającym [5,6], których elementy strukturalne zostały wyprowadzone z nowoczesnych teorii nauczania. Uwzględnienie podstawowych osiągnięć tych teorii umożliwia opracowanie takich programów, które mogą indywidualizować proces przyswajania wiadomości. Uczeń może użytkować program komputerowy na różnych poziomach zależnie od posiadanych wiadomości, umiejętności i zdolności.

Programy nauczające opracowane na podstawie nowoczesnych teorii nauczania zawierają szereg elementów motywacyjnych, np. elementy ekologiczne, elementy chemii dnia codziennego, intrygi kryminalne, a także rozwiązane zadania o różnym stopniu trudności modyfikowane za pomocą kolejnych informacji, powiązanie symulowanego doświadczenia chemicznego z jego oceną teoretyczną (tj. powiązanie działania empirycznego i poznawczego) oraz możliwość wyboru stopnia trudności prezentowanych zagadnień.

Przykładem nauczającego programu komputerowego z chemii jest program dotyczący określania współczynników stechiometrycznych dla reakcji siarczanu miedzi (II) z zasadą sodową. Program ten składający się z dwóch podprogramów, pozwala zarówno na kierowanie umiejętnościami intelektualnymi jak i umiejętnościami sensomotorycznymi uczniów na modelowym przykładzie określenia współczynników powyższej reakcji.

Wielu autorów opisuje doświadczenie szkolne, którego celem jest określenie stosunku stechiometrycznego reagentów dla reakcji siarczanu miedzi (II) i zasady sodowej na podstawie zmian entalpii, ujawniającej się w postaci zmiany temperatury mieszaniny reakcyjnej [7]. W eksperymencie miesza się kolejno ze sobą różne objętości badanych roztworów i wyznacza temperaturę otrzymanej mieszaniny reakcyjnej. Wnioski dotyczące współczynników stechiometrycznych danej reakcji wyprowadza się z wartości temperatury mieszaniny reakcyjnej. Najwyższa temperatura mieszaniny reakcyjnej odpowiada stechiometrycznemu przebiegowi danej reakcji.

Zastosowanie tego programu komputerowego służącego zarówno rozwijaniu umiejętności intelektualnych jak i sensomotorycznych w praktyce szkolnej, może być zrealizowane w różny sposób; poniżej przedstawiono jeden z wariantów.

Uczniowie mogą na drodze teoretycznej dojść do wniosku na temat współzależności temperatury w danej mieszaninie reakcyjnej od stosunku molowego substancji reagujących, zapoznając się z wiadomościami zawartymi w części nauczającej programu. Uczniowie rozwiązują zadania z alternatywnymi odpowiedziami, a komputer służąc wskazówkami może regulować błędne czynności poznawcze uczniów. Rozwiązując tego typu zadania uczniowie powinni między innymi zapisać schemat reakcji oraz równania reakcji w formie cząsteczkowej i jonowej.

Zadania tego typu uczniowie rozwiązują w następujący sposób:

- na monitorze ekranu przedstawiony jest tzw. „ślepy” schemat danej reakcji w następującej formie :

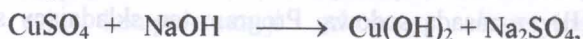


zaś uczniowie uzupełniają ten schemat odpowiednimi wzorami substancji reagujących,

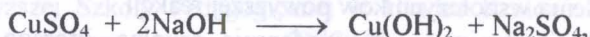
- następnie ze schematu danej reakcji uczniowie wyprowadzają jej równanie cząsteczkowe, uzupełniając współczynniki stechiometryczne substancji reagujących,
- w kolejnym etapie wyprowadzają z danego równania cząsteczkowego, równanie jonowe.

A zatem rozwiązanie tego zadania składa się z następujących elementów:

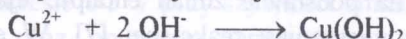
- schemat reakcji:



- równanie reakcji w formie cząsteczkowej:



- równanie reakcji w formie jonowej :



Rozwiązując tego typu zadania uczniowie korzystają z danych zawartych w programie, np. z wzorów substancji reagujących. W celu zwiększenia trudności rozwiązywanego zadania program zawiera także wzory substancji chemicznych nie biorących udziału w reakcji. W celu zapewnienia elastyczności przy rozwiązywaniu zadania, uczniowie mogą je rozwiązywać rozpoczynając od dowolnego reagenta.

Jeżeli rozwiązanie jest nieprawidłowe, uczniowie otrzymują pytania wspomagające typu :

- która z wymienionych substancji jest produktem, a która substratem reakcji ?
- czy w zachodzącej reakcji chemicznej obowiązuje prawo zachowania masy ?
- czy w reakcji chemicznej, w której biorą udział jony, obowiązuje także prawo zachowania ładunku ?

Sformułowania tego typu pytań pomocniczych, ujawniających się w trakcie rozwiązywania zadania i łagodzących trudności jego rozwiązywania, zależą od ciężaru gatunkowego błędu popełnionego przez ucznia.

W podprogramie dotyczącym części doświadczalnej, czynnościami uczniów kieruje program komputerowy. Zgodnie z jego poleceniem w pierwszym etapie nauczyciel wspólnie z uczniami wykonuje eksperyment w temperaturze pokojowej, w którym stosuje się roztwory o stężeniach i objętościach podanych w tabeli 1.

Na podstawie polecenia programu uczniowie „zapisują” w tabeli liczbę moli poszczególnych substratów wziętych do reakcji, ogólną liczbę moli

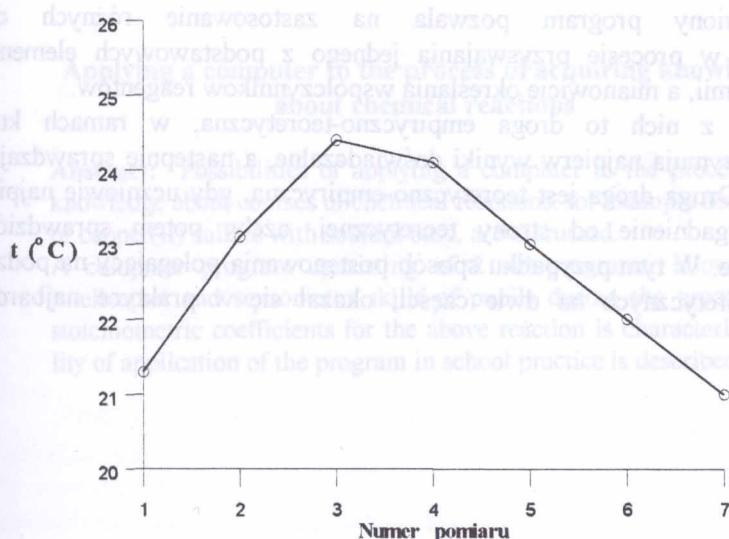
substancji reagujących, a także zmierzone wartości temperatury badanych roztworów.

Następnie uczniowie przygotowują na podstawie uzyskanych danych doświadczalnych wykres (rys. 1) przy użyciu programu komputerowego.

Tabela 1.

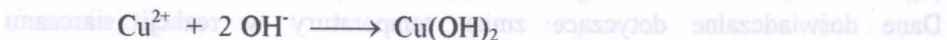
Dane doświadczalne dotyczące zmian temperatury w reakcji siarczanu miedzi (II) z zasadą sodową

Ekspery- ment	CuSO_4 $c = 1\text{mol/dm}^3$	NaOH $c = 1\text{mol/dm}^3$	$n \text{ CuSO}_4$	$n \text{ NaOH}$	Σn	t
	$[\text{cm}^3]$	$[\text{cm}^3]$	$[\text{mol}]$	$[\text{mol}]$	$[\text{mol}]$	$[\text{°C}]$
1	0	60	0	0,06	0,06	21,3
2	10	50	0,01	0,05	0,06	23,1
3	20	40	0,02	0,04	0,06	24,4
4	30	30	0,03	0,03	0,06	24,1
5	40	20	0,04	0,02	0,06	23,0
6	50	10	0,05	0,01	0,06	22,0
7	60	0	0,06	0,0	0,06	21,3



Rys 1. Zależność temperatury badanej mieszaniny reakcyjnej od jej składu (numeru pomiaru)

Na podstawie powyższych danych doświadczalnych uczniowie potwierdzają zależność temperatury badanego układu od stosunku stechiometrycznego substratów i dochodzą do wniosku, że najwyższa temperatura układu odpowiada stosunkowi molowemu substratów przedstawionych w równaniu:



Dla ustalenia stopnia zrozumienia zagadnienia można wykorzystać kolejną część programu nauczającego, w przypadku którego program komputerowy wyznacza poszczególnym uczniom odrębne zadania:

1. Jakie są stosunki stężeń zasady sodowej i siarczanu miedzi (II), jeżeli największe podwyższenie temperatury danej reakcji osiąga się, gdy mieszamy jedną objętość roztworu CuSO_4 z dwiema objętościami zasady sodowej ?
2. Jakie są stosunki stężeń zasady sodowej i siarczanu miedzi (II), jeżeli największe podwyższenie temperatury danej reakcji następuje, gdy mieszamy dwie objętości roztworu CuSO_4 z jedną objętością zasady sodowej ?

Również w tych przypadkach „słabsi” uczniowie mogą, w miarę potrzeby, otrzymywać informacje pomocnicze.

Omówiony program pozwala na zastosowanie różnych dróg postępowania w procesie przyswajania jednego z podstawowych elementów nauczania chemii, a mianowicie określania współczynników reagentów.

Jedna z nich to droga empiryczno-teoretyczna, w ramach której uczniowie otrzymują najpierw wyniki doświadczalne, a następnie sprawdzają je teoretycznie. Druga droga jest teoretyczno-empiryczna, gdy uczniowie najpierw rozpatrują zagadnienie od strony teoretycznej, ażeby potem sprawdzić je doświadczalnie. W tym przypadku sposób postępowania polegający na podziale zagadnień teoretycznych na dwie części, okazał się w praktyce najbardziej efektywny.

LITERATURA

1. M. Bilek z zespołem CMS, školni počítačový meřici system. Uživatelska príručka. Gaudcamus, VSP Hradec Králové, 1993
2. R. Gmoch, Wybrane problemy komputerowego wspomagania kształcenia chemicznego, Uniwersytet Opolski, Opole, 1995
3. F. Kappenberg, Computer im Chemieunterricht, Verlag Dr.Flad, Stuttgart, 1988
4. D. Steiner, B. Lutz, Computereinsatz im Chemieunterricht. NiU, Chemie 1995, 6, nr 28, 4 - 9
5. J. Cipera, D. Polaskova, J. Polasek - Chemische Programme mit variabler Struktur NiU, Chemie 1995, 6, nr 28, 23- 35
6. E. Polakova (red.), Teoreticke vychodiska technologie vzdelavania, Pdf VSPg. AIS, Nitra, 1996
7. L. King, M. Cooper, Experimental Approach to Stoichiometry. J. Chem. Educ., 1965, 42, 464

Jan Čipera

Martin Bilek

Ryszard Gmoch

Applying a computer to the process of acquiring knowledge about chemical reactions

Abstract: Possibilities of applying a computer to the process of acquiring knowledge about courses of chemical reactions, for example about the reaction of copper(II) sulfate with sodium base, are discussed.

A computer program consisting of 2 sub-programs, allowing control of intellectual and sensomotor skills of pupils during the process of selecting stoichiometric coefficients for the above reaction is characterized. A possibility of application of the program in school practice is described.