

Od teorii naukowej do pomocy dydaktycznej

-

w przedmiotach przyrodniczych

monografia

pod redakcją M. Nodzyńskiej

ZAKŁAD CHEMII I DYDAKTYKI CHEMII

UNIWERSYTET PEDAGOGICZNY

im. Komisji Edukacji Narodowej

KRAKÓW, 2011

Redakcja:

Małgorzata Nodzyńska

Recenzja:

Jan Rajmund Paško

Projekt okładki:

Paweł Cieśla

Skład:

Małgorzata Nodzyńska

ISBN 978-83-7271-697-2

WSTĘP



In theory, there is no difference between theory and practice. But, in practice, there is.

Jan L A Snepscheut

Zasady nauczania to normy postępowania dydaktycznego, których przestrzeganie pozwala nauczycielowi zaznajamiać uczniów z podstawami usystematyzowanej wiedzy, rozwijać ich zainteresowania i zdolności poznawcze, wpajać im określone poglądy i przekonania oraz wdrażać do samokształcenia. W zależności od autorów wymieniane są różne zasady. I tak na przykład Nawroczyński [1957], wymienia tylko jedną zasadę – zasadę pogładowości. Natomiast Sośnicki [1959] przyjmuje pięć zasad: zasadę świadomego i aktywnego uczenia się, zasadę pogładowości, zasadę stopniowania trudności i dostępności, zasadę utrwalania wiedzy, zasadę nauczania systematycznego. Większą ilość zasad wymieniają natomiast dydaktycy rosyjscy Daniłow i Jesipow [1962], którzy wyróżniają aż osiem zasad nauczania: zasada naukowości nauczania, zasada systematyczności, zasada związku teorii z praktyką, zasada świadomości i aktywności w nauczaniu, zasada pogładowości, zasada trwałości przyswojonej wiedzy przez uczniów, zasada przystępności nauczania, zasada indywidualnego stosunku do uczniów w warunkach pracy szkolnej. Wydaje się, że w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych szczególne znaczenie mają zasady wymienione przez dydaktyków rosyjskich, zwłaszcza zasada naukowości i zasada wiązania teorii z praktyką.

Zasada wiązania teorii z praktyką opiera się na przekonaniu, że uczeń osiągnie znacznie lepsze wyniki nauczania i przygotowanie do życia wówczas, gdy zrozumie, jakie zastosowanie w codziennym życiu mają wiadomości teoretyczne zdobywane w szkole i jak przekładają się one na praktykę dnia codziennego. Dlatego też uczeń w ciągu lat nauki szkolnej powinien nie tylko poznać świat i reguły nim rządzące, lecz także uczyć się go zmieniać, przekształcać. Szczególną okazję do wiązania teorii z praktyką znajdują nauczyciele w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych, ponieważ pozwalają one na łączenie poznania z działaniem i to zarówno w trakcie lekcji szkolnych, jak i zajęć pozalekcyjnych. Szczególnie korzystne pod względem wychowawczym i kształcącym jest rozwiązywanie przez uczniów zadań praktycznych o charakterze problemowym. Dlatego też można powiedzieć, że jednym z ważniejszych celów edukacji przyrodniczej jest zapoznanie uczniów z teoriami naukowymi oraz ukazanie praktycznych zastosowań tych teorii w życiu codziennym np. do wyjaśniania otaczających nas zjawisk.

W edukacji, zwłaszcza w jej początkowym etapie, uczniowie często najpierw zapoznają się z faktami i praktyką a dopiero później poznają teorię naukową wyjaśniającą te fakty. Jednak część dydaktyków uważa, że niektóre współczesne teorie naukowe są zbyt skomplikowane dla uczniów i dlatego nie powinno się ich im prezentować. Takie podejście nie zawsze jest słuszne i jest sprzeczne z zasadą naukowości, która to zasada stwierdza, że uczniom podaje się do przyswojenia wiadomości dokładnie ustalone przez współczesną naukę, że nauczanie wymaga ścisłego stosowania terminów przyjętych w nauce i że zaznajamiać uczniów z ważniejszymi teoriami naukowymi i współczesnymi poglądami nauki i techniki.

Biorąc pod uwagę obie powyższe zasady można stwierdzić, że celem niniejszej publikacji jest zatem ukazanie drogi prowadzącej od teorii naukowej do edukacji szkolnej (czyli do programu nauczania, podręcznika szkolnego, pomocy dydaktycznej) a także ukazanie w jaki sposób uczniowie, na różnych poziomach edukacji, rozumieją teorie naukowe i potrafią je zastosować podczas zarówno życia codziennego jak i sprawdzianów czy egzaminów.

Publikację rozpoczyna artykuł prof. Ryszarda Janiuka, z Uniwersytetu w Lublinie, przedstawiający, w jaki sposób, w procesie uczenia się chemii, należy wykorzystać modele jako narzędzie rozumowania. Artykuł wyczerpująco przedstawia podział modeli na teoretyczne i materialne oraz podaje przykłady zastosowania poszczególnych typów modeli w edukacji chemicznej.

W kolejnym artykule pt. *Research in chemistry didactics – theory, creation, application and efficiency of computer programs in the process of chemistry curriculum acquisition* prof. Jindrich Cípera i Pavel Teplý, z Uniwersytetu im. Karola w Pradze, przedstawiają teorię stosowania pomocy dydaktycznych na przykładzie programów komputerowych.

Artykuł dr Elizy Chodkowskiej, z Uniwersytetu Rzeszowskiego, pt. *Didactical aids and devices in early natural science teaching in 'Podkarpackie' district* - opisuje badania dotyczące zastosowanie pomocy dydaktycznych w nauczaniu przedmiotów przyrodniczych w szkołach i przedszkolach w rejonie Podkarpackim.

W kolejnym artykule dr Czesław Puchała, z Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie, opisuje wyniki badań dotyczące znajomości i zrozumienia teorii naukowych przez uczniów szkół ponadgimnazjalnych.

Z kolei artykuł dr Waldemara Tejchmana i lic. Pauliny Zimak (z Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie), prezentuje wyniki badań dotyczące znajomości teorii naukowych i umiejętności ich zastosowania przez studentów 1 roku biologii rozpoczynających naukę chemii w ramach kursu "chemia organiczna 1".

Artykuł mgr Anny Świerż i dr Małgorzaty Nodzyńskiej (również z UP) ukazuje transfer wiedzy od podręcznika akademickiego do podręcznika w gimnazjum na przykładzie pojęcia „wiązanie chemiczne”. dr Piotr Jagodziński i dr Robert Wolski, z Uniwersytetu w Poznaniu, w swoim artykule pt. *Spatial models created by computer and the effectiveness of education from the range of organic chemistry on the level of the higher school* przedstawiają zastosowanie modeli przestrzennych w nauczaniu chemii organicznej w szkole wyższej.

Natomiast dr Andrzej Wręczycki, z Akademii im. Jana Długosza w Częstochowie, opisuje próbę wykorzystania modelu tunelu aerodynamicznego w szkolnym laboratorium przyrody.

Prof. Hanna Gulińska z Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu przedstawia działanie modelu wirtualnego nauczyciela przyrody w edukacyjnym programie komputerowym.

W artykule pt. *Modele balonowe w nauczaniu chemii* dr Małgorzata Nodzyńska (z UP) przedstawiła przykład zastosowania, nie używanych w Polsce, modeli cząsteczek związków, głównie organicznych, zbudowanych ze zwykłych balonów. Natomiast w kolejnym artykule mgr Natalia Regulska (z UP) opisała powiązania pomiędzy nauką i sztuką na przykładzie molekularny rzeźb.

Nie sposób przedstawić w jednej publikacji wszystkich tematów i problemów wiążących się z tak obszernym zagadnieniem. Niniejsza publikacja ma na celu wprowadzenie i zaznajomienie czytelnika z różnymi punktami widzenia dotyczącymi teorii naukowych i ich praktycznego zastosowania w procesie kształcenia na różnych poziomach edukacyjnych.

Małgorzata Nodzyńska

Literatura:

Nawroczyński B. (1957) Zasady nauczania, PAN, Wrocław.

Sośnicki K. (1959) Dydaktyka ogólna, PAN, Wrocław.

Daniłow M., Jesipow B. (1962) Dydaktyka”, Warszawa PZWS.

Modele jako narzędzie rozumowania w procesie uczenia się chemii

Ryszard M. Janiuk

Chemia, obok fizyki należy w opinii uczniów do najtrudniejszych, a jednocześnie najmniej lubianych przedmiotów. Bez wątplenia spowodowane jest to tym, że do zrozumienia wielu podstawowych zagadnień z zakresu tego przedmiotu niezbędna jest wiedza odnosząca się do budowy materii. Wymaga to zapoznania uczniów z odpowiednimi teoriami chemicznymi. Badania procesu uczenia się chemii wykazują, że opanowanie przez uczniów teorii chemicznych sprawia im znaczne trudności [Kempa i inni, 1988]. Przyczyny tych trudności zależą od specyfiki wiedzy o budowie materii, a w konsekwencji od stosowania niewłaściwych metod zapoznawania z nią uczniów.

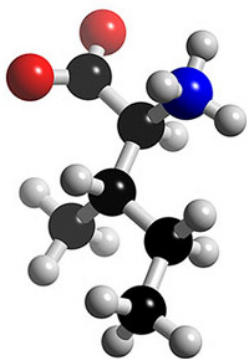
Właściwości materii powodują, że ani elementy z których jest zbudowana (atomy, cząsteczki, cząstki elementarne), ani zachodzące na ich poziomie procesy, nie są dostępne bezpośredniej obserwacji. Próba wyjaśnienia danego zbioru faktów związana jest z wytworzeniem w umyśle badacza wyimaginowanego obrazu bądź bardziej abstrakcyjnych idei, w których zasadniczą rolę odgrywają elementy budowy materii oraz ich wzajemne oddziaływania. Uzyskują one w takich przypadkach fizyczny sens przedmiotów lub zjawisk znanych badaczowi z bezpośredniego poznania. Obraz ten, stanowiący model teoretyczny, pozwala na przedstawienie prawdopodobnej budowy obiektów lub mechanizmu skomplikowanego zjawiska, a w konsekwencji na wyjaśnienie stwierdzonych faktów. Modele teoretyczne posiadają więc kluczowe znaczenie podczas tworzenia teorii. Również przeprowadzenie rozumowania z zastosowaniem założeń odpowiedniej teorii jest wygodniejsze, a często jedynie możliwe, z użyciem związanych z tą teorią modeli.

Modele teoretyczne, zwane również idealnymi istnieją jedynie w świadomości człowieka i są to systemy obrazów lub znaków. Dzięki temu modele te nie posiadają zbędnych szczegółów, a jedynie odzwierciedlają posiadające istotne znaczenie cechy modelowanego obiektu (procesu). Powoduje to, że zależności pomiędzy właściwościami badanego obiektu lub zjawiska a właściwościami modelu będą miały charakter analogii pozytywnych bądź ewentualnie neutralnych.

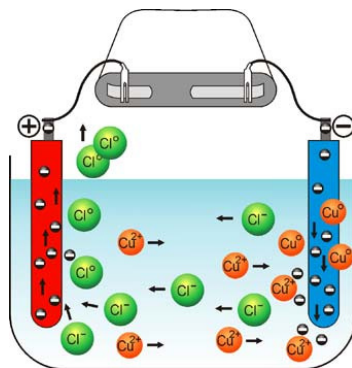
Przekazanie informacji o danym modelu teoretycznym, które jest niezbędnym warunkiem do jego upowszechnienia, może odbywać się na drodze werbalnej, przez zastosowanie odpowiedniego opisu tego modelu, na przykład w postaci: „Atomy węgla w diamencie łączą się z innymi atomami w taki sposób, że dzięki odpowiedniemu ułożeniu wiązań w przestrzeni, cztery atomy węgla tworzą naroża czworościanu foremego, a związany z nimi atom znajduje się w jego środku”. Problem w tym wypadku może polegać na prawidłowym odbiorze tej informacji. Zapoznanie się z takim opisem nie oznacza wcale, że uzyskana w ten sposób wiedza na temat modelu będzie w dostatecznym stopniu z nim zgodna.

Modele teoretyczne (idealne) mogą być przedstawiane w postaci materialnej. Modele materialne są to realnie istniejące obiekty, których właściwości pozwalają na odtworzenie struktury, przebiegu lub istoty badanego przedmiotu lub procesu. Nim jakiś model materialny zostanie stworzony lub wybrany jako obiekt modelowania musi wcześniej istnieć w umyśle badacza jako pewna idea (wyobrażenie), czyli model idealny. Modele materialne są więc uproszczonym i zniekształconym odtworzeniem modeli idealnych, a w związku z tym można traktować je jako modele modeli.

Modele materialne posiadają mniej analogii pozytywnych niż modele idealne, a ponadto siłą rzeczy, ze względu na sposób ich przedstawiania, muszą posiadać analogie negatywne tzn. takie, które sugerują niezamierzone i nieprawdziwe właściwości badanego obiektu czy zjawiska. Przykładem analogii negatywnych mogą być łączniki w modelach materialnych służących do przedstawiania modeli cząsteczek związków, bądź barwa jaką oznaczone są poszczególne kuleczki (Rys. 1). Modele te mają jednak poważną zaletę, gdyż za ich pomocą można dokonywać przekształceń prowadzących do uzyskania nowych informacji o modelu idealnym, który one reprezentują.



Rys. 1. Model materialny



Rys. 2. Model wizualny

Innym sposobem przedstawiania modeli teoretycznych są różne formy obrazu, poczynając od statycznych rysunków, poprzez animacje do postaci trójwymiarowej, które można nazwać modelami wizualnymi (Rys. 2.). Rozwój technik komputerowych pozwolił dodatkowo na opracowanie programów, które umożliwiają dokonywanie operacji na tych modelach stosownie do założeń danego modelu teoretycznego. Przykładem może być konstruowanie modeli cząsteczek z modeli atomów, bądź porównywanie zachowania się modelu ukazującego reakcję znajdującą się w stanie równowagi w zależności od zmian temperatury. Dodatkową zaletą tego rodzaju modeli jest łatwość powiązania informacji, które uzyskuje się obserwując dany obiekt czy proces, z ich interpretacją w ujęciu modelowym.

Dwa kolejne rodzaje modeli daleko odbiegają swoją postacią od dotychczas przedstawionych. Są to modele znakowe i matematyczne. Modelami znakowymi są na przykład symbole, wzory i równania reakcji chemicznych. Ten, kto się nimi posługuje musi znać informacje jakie się pod nimi kryją, gdyż sama postać modelu niewiele mówi o obiekcie czy procesie, który przedstawiają. Jeszcze bardziej abstrakcyjną postacią mają modele matematyczne, gdyż są to równania ukazujące zależności wynikające z danego modelu.

Z zastosowaniem modeli dla celów poznawczych związana jest czynność badawcza zwana modelowaniem. Składa się ona z trzech zasadniczych elementów, a mianowicie:

- stworzenia lub wyboru modelu;
- badania modelu w celu otrzymania nowych informacji;
- przeniesienia otrzymanych w ten sposób informacji na oryginał.

Dotychczas stosowane metody zapoznawania uczniów z wiedzą o budowie materii nie przynosiły zadowalających rezultatów, co spowodowane było nieprzestrzeganiem podstawowych reguł wynikających z właściwości modeli i roli jaką spełniają one w poznawaniu wiedzy chemicznej. Według Johnstone'a [1993] spowodowane to było w dużym stopniu tym, że dotychczas w nauczaniu chemii koncentrowano się przede wszystkim na zapoznawaniu uczniów z wiedzą doświadczalną oraz posługiwaniem się przez nich, często w sposób mechaniczny, symboliką chemiczną. Natomiast właściwych efektów nauczania chemii można się spodziewać tylko wówczas, jeśli w sposób właściwy połączy się wymienione wyżej elementy z wiedzą o budowie materii, co związane jest z zastosowaniem rozumowania odwołującego się do odpowiednich modeli. Istotne znaczenie ma bowiem to, że pojęcia z zakresu danej teorii chemicznej (np. atom, orbital, dysocjacja jonowa) mogą być w postaci konkretnej przedstawione uczniom jedynie za pomocą odpowiednich modeli [Herron, 1975]. Poznanie przez uczniów jedynie definicji tych pojęć powoduje, że nie potrafią oni posłużyć się tymi pojęciami w przeprowadzanym rozumowaniu.

Przeprowadzono wiele badań, które potwierdziły trudności uczniów w posługiwaniu się wiedzą o budowie materii [Justi & Gilbert, 2002]. Wynika z nich [Sequeira & Leite, 1990], że uczniowie nie stosują w sposób spontaniczny tej wiedzy, a znaczna część uczniów, nawet po zasugerowaniu im takiej możliwości, nie potrafi tego zrobić. Oznacza to, że przyswajanie sobie przez uczniów informacji o odpowiednich modelach budowy materii nie świadczy jeszcze o tym, że będą oni chcieli i potrafili posłużyć się tą wiedzą. Stwierdzono, że wiele problemów wymagających posłużenia się modelem atomistycznym, rozwiązywanych jest przez uczniów w sposób algorytmiczny [Sawrey, 1990; Pickering, 1990]. Oznacza to, że badani uczniowie nie potrafią się posłużyć wyobrażeniami odpowiadającymi temu modelowi, co jest niezbędne dla faktycznego zrozumienia istoty problemu i przeprowadzenia poprawnego rozumowania prowadzącego do jego rozwiązania. Wykazano również, że trudności, jakie sprawia uczniom opanowanie tego modelu, wynikają z abstrakcyjnego charakteru odpowiednich pojęć, poświęcanie zbyt mało czasu na zapoznanie uczniów z tym modelem oraz niewłaściwej interpretacji przez uczniów informacji zawartych w symbolice chemicznej [Ben-Zvi, Eylon & Silberstein, 1988]. Warto też wspomnieć o badaniach z których wynika, że nawet studenci, przyszli nauczyciele chemii, mają znaczne trudności w poprawnym odtwarzaniu wszystkich założeń modelu cząsteczkowego. Świadczy o tym, że nie potrafią oni wyobrazić sobie podstawowych cech tego modelu [Gabel, Samuel & Hunn, 1987].

Zapoznanie uczniów z wiedzą o budowie materii w ujęciu odpowiedniej teorii chemicznej musi być przebiegać z zastosowaniem modeli powiązanych z tą teorią. Pamiętać przy tym należy, że ostatecznym celem zapoznawania uczniów z tym zakresem wiedzy chemicznej jest nabycie przez nich umiejętności jej użycia w przeprowadzanym rozumowaniu. Dlatego proces ten musi składać się z kilku kolejnych, powiązanych ze sobą etapów [Janiuk, 1994]:

- przekazania uczniom informacji o modelu teoretycznym i jego powiązaniach z odpowiednimi danymi doświadczalnymi,
- użycia modelu do zapoznania uczniów z pojęciami z zakresu danej teorii,
- werbalizacji modelu prowadzącej do sformułowania założeń odpowiedniej teorii,
- kształcenia umiejętności posługiwania się modelem w poznawaniu nowej wiedzy,
- zapoznania uczniów z zakresem i warunkami stosowania modelu.

Efektem końcowym pierwszego z wymienionych etapów powinno być wytworzenie w umysłach uczniów wyobrażeń możliwie zgodnych z danym modelem teoretycznym. Równocześnie powinni oni dowiedzieć się, z jakich faktów wynika ten model. Prawidłowy dobór i użycie środków dydaktycznych, w celu dostarczenia uczniom odpowiednich wyobrażeń odnośnie modeli budowy materii i mechanizmów procesów zachodzących na poziomie atomów, cząsteczek, jonów itp., nie jest sprawą prostą. Na przykład częstym błędem podczas zapoznawania uczniów z teorią atomistyczną, jest stosowanie modeli kulkowych. W rezultacie uczniowie utożsamiają właściwości tego środka dydaktycznego, jak na przykład barwa, z właściwościami poznawanego modelu i błędnie sądzą, że atomy różnych pierwiastków mają odpowiednie barwy. Inną ważną właściwością środków dydaktycznych stosowanych do zapoznawania uczniów z modelami, jest ich konstrukcja zapewniająca aktywność intelektualną uczniów w trakcie percepcji informacji o modelach. Do środków dydaktycznych, które w znacznym stopniu to umożliwiają należą odpowiednio skonstruowane fazogramy, zaś nieograniczone praktycznie możliwości w tym zakresie mają dydaktyczne programy komputerowe.

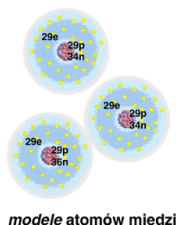
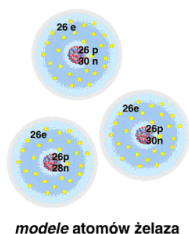
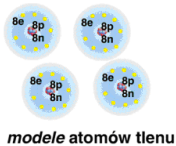
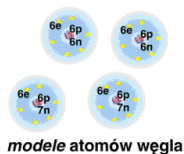
Kolejne etapy mają doprowadzić do włączenia poznawanej wiedzy o budowie materii do posiadanego przez uczniów systemu wiedzy. Jest to proces długotrwały, podczas którego poznane modele mogą być wykorzystywane do:

- definiowania pojęć teoretycznych,
- wyjaśniania znanych faktów,
- przewidywania nowych faktów,
- rozwiązywania problemów.

Zastosowanie modeli do przeprowadzania rozumowania w wymienionych sytuacjach dydaktycznych przedstawione zostanie na kilku wybranych przykładach.

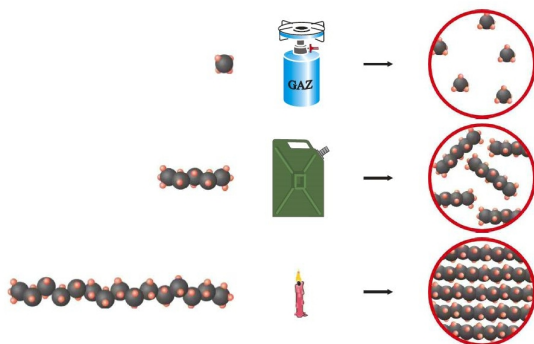
Poznawanie przez uczniów definicji pojęć, gdy mogą oni obserwować odpowiednie przedmioty, zjawiska lub procesy, będące reprezentantami definiowanego pojęcia, nie jest specjalnie trudne dla uczniów od strony poznawczej, ani skomplikowane od strony dydaktycznej. Wystarczy tylko zapewnić uczniom możliwość przeprowadzenia obserwacji odpowiedniej liczby reprezentantów danego pojęcia, wyróżnienia w nich cech wspólnych, a następnie sformułowania na tej podstawie definicji. Taki przebieg będzie na przykład miało poznanie przez uczniów pojęcia „metal”, gdy otrzymają próbki kilku różnych metali. Inaczej wygląda sytuacja w wypadku pojęć, których

zdefiniowanie wymaga odwołania się do wiedzy o budowie materii. Można wówczas posłużyć się zbiorem odpowiednich modeli, których cechy wspólne pozwolą na podanie przez uczniów odpowiedniej definicji. Analizując rysunek 3., przedstawiający modele atomów różnych pierwiastków uczniowie mogą stwierdzić, że atomy tego samego pierwiastka muszą posiadać w jądrze identyczną liczbę protonów, co doprowadzi ich do odpowiedniej definicji pojęcia „pierwiastek”. Z kolei porównanie modeli atomów tego samego pierwiastka pozwoli im na stwierdzenie, że mogą się one różnić liczbą neutronów, co będzie podstawą do zdefiniowania pojęcia „izotop”.



Rys. 3. Modele atomów różnych pierwiastków

Poznając właściwości węglowodorów nasyconych uczniowie dowiadują się, że stan skupienia tych substancji, a odpowiednio temperatury wrzenia i topnienia, zmieniają się stopniowo dla kolejnych węglowodorów. Wyjaśnienie tego faktu ułatwi rysunek 4., na którym



Rys. 4. Wielkość cząsteczek węglowodorów a ich stan skupienia

Często zdarza się, że nauczyciel zapoznając uczniów z możliwym przebiegiem spalania metanu zapisuje na tablicy równania odpowiednich reakcji, które uczniowie muszą następnie zapamiętać. Zastosowanie środków dydaktycznych w postaci modeli pręcikowo-kulkowych

daje możliwość pokierowania rozumowaniem uczniów w taki sposób, że sami zaproponują oni przebieg tych reakcji. Kolejne, związane z tym czynności nauczyciela mogą wyglądać następująco [Janiuk, Skrok, 2000]:

W jaki sposób może przebiegać reakcja metanu z tlenem?

Posługując się modelami kulkowymi, zbuduj model cząsteczki metanu oraz modele cząsteczek tlenu. Zbliz do modelu cząsteczki metanu jeden model cząsteczki tlenu.

1. Z jakimi atomami z cząsteczki metanu będą w pierwszej kolejności łączyć się atomy tlenu?

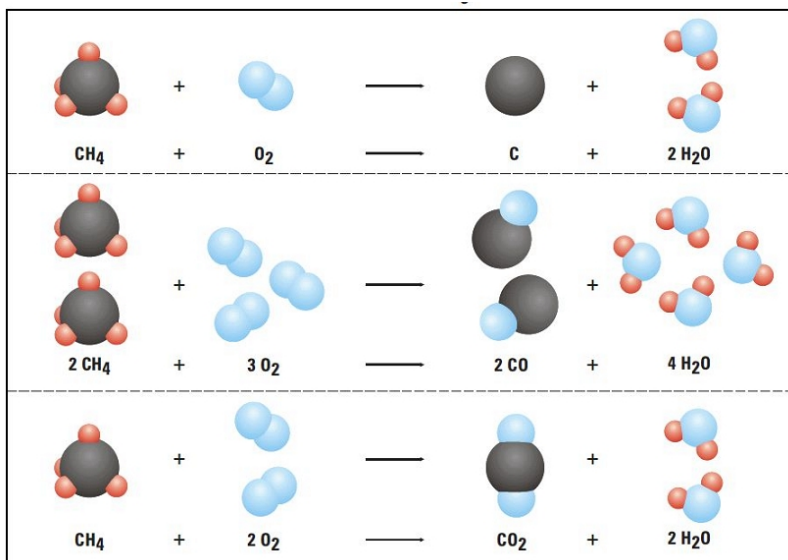
2. Zapisz równanie reakcji.

3. Sprawdź, posługując się modelami, ile cząsteczek tlenu potrzeba, aby produktami reakcji spalania metanu była woda i dwutlenek węgla.

4. Zapisz równanie tej reakcji.

5. Postępując w ten sam sposób, spróbuj przewidzieć, jak będzie przebiegała reakcja, gdy na dwie cząsteczki metanu przypadać będą trzy cząsteczki tlenu. Zapisz równanie tej reakcji.

Do utrwalenia wniosków wynikających z tego rozumowania posłuży rysunek 5. przedstawiający w ujęciu modelowym reakcje między metanem a tlenem. Dodatkowo, jeśli zostanie on wykonany w postaci fazogramu lub prezentacji komputerowej, można go podzielić na części, odpowiadające kolejnym etapom rozumowania uczniów. Pozwoli to na stopniowe wyświetlanie odpowiednich informacji w miarę przebiegu tego rozumowania.



Rys. 5. Reakcje przebiegające między metanem a tlenem

Rozwiązywanie problemów, z którymi uczniowie mogą się zetknąć się w procesie nauczania chemii, zwykle wymaga zastosowania wiedzy o budowy materii. W tym wypadku również nieocenioną pomoc stanowią środki dydaktyczne wspomagające rozumowanie z wykorzystaniem odpowiednich modeli. Przykładem może być rozwiązanie problemu: „Jak będą się zachowywały

po rozpuszczeniu w wodzie związku o wiązaniu atomowym spolaryzowanym?” [Janiuk & Kamińska-Ostęp, 2002]. Po przedstawieniu uczniom na ekranie modelu budowy cząsteczki HCl i przypomnieniu na czym polega wiązanie chemiczne występujące w cząsteczce tego związku, można zapytać, w jaki sposób rozmieszczają się cząsteczki wody wokół cząsteczki HCl, po rozpuszczeniu tego związku w wodzie. Znając budowę dipolową cząsteczki wody oraz analizując na rysunku rozmieszczenie ładunków w cząsteczce HCl, uczniowie nie powinni mieć większych problemów z przeprowadzeniem tego rozumowania. Kolejny obraz, na którym znajdują się już te cząsteczki, będzie służył do weryfikacji przewidywań uczniów. Teraz z kolei uczniowie powinni określić, jaki wpływ na wiążącą parę elektronową w cząsteczce HCl będzie miało pojawienie się przy atomie wodoru cząsteczek wody zwróconych ładunkami ujemnymi a przy atomie chloru ładunkami dodatnimi. W tym wypadku wystarczy również, aby zastosowali podstawową wiedzę o oddziaływaniu na siebie ładunków i wyciągnęli wniosek, że spowoduje to jeszcze silniejsze przesunięcie tej pary elektronowej w stronę atomu chloru. Na ostatnim obrazie uczniowie będą mogli zobaczyć ostateczny efekt przesunięcia wiążącej pary elektronowej w cząsteczce HCl, to jest utworzenie jonów H^+ i Cl^- . Przedstawione rozumowanie pozwala dodatkowo na lepsze wyjaśnienie mechanizmu dysocjacji jonowej związków o wiązaniu atomowym spolaryzowanym w porównaniu do spotykanej jeszcze w wielu podręcznikach sugestii, że cząsteczki wody otaczające cząsteczkę HCl „rozrywają” ją na jony.

Coraz częściej można spotkać podręczniki do nauczania chemii wraz z obudową w postaci animacji komputerowych, których użycie wspomaga rozumowanie z zastosowaniem modeli. Animacje te mogą być wykorzystane we wszystkich etapach procesu nauczania i uczenia się chemii, w których niezbędna jest wiedza o budowie materii [Janiuk, 2005]. W cytowanej publikacji można znaleźć przykłady zastosowania takich animacji do zapoznawania uczniów z modelem kinetyczno-cząsteczkowej budowy materii na podstawie analizy przebiegu doświadczenia przedstawiającego topnienie lodu, a następnie wrzenie wody, przy równoczesnym ukazaniu, jak wyobrażamy sobie budowę tej substancji w kolejnych trzech stanach skupienia. Kolejna animacja jest przykładem pokazującym, w jaki sposób można ułatwić uczniom użycie kinetyczno - cząsteczkowego modelu budowy materii do wyjaśnienia przebiegu procesu rozdzielania na składniki roztworu wodnego substancji nielotnej. Ostatni z opisanych przykładów pokazuje, w jaki sposób stosując odpowiednio skonstruowaną animację można wykazać, dlaczego zapoczątkowanie reakcji egzotergetycznych wymaga zazwyczaj dostarczenia energii. Analizując przebieg reakcji wodoru z tlenem, ukazany w ujęciu modelowym, uczniowie mogą porównać ilość energii potrzebnej do rozerwania wiązań w dwu cząsteczkach wodoru i jednej cząsteczce tlenu z ilością energii uzyskaną, gdy utworzą się wiązania między atomami wodoru i tlenu w momencie powstawania dwu cząsteczek wody. W następnych fazach procesu energia ta powoduje rozerwanie wiązań w odpowiednio większej liczbie cząsteczek wodoru i tlenu, aż do jego zakończenia, gdy uzyskana ilość energii jest zdecydowanie większa od ilości energii dostarczonej do jego zapoczątkowania.

Dotychczasowe obserwacje pokazują, że mimo obszernej wiedzy na temat znaczenia i sposobów wykorzystania modeli w nauczaniu chemii, nie znajduje ona jeszcze w dostatecznym stopniu odbicia w codziennej pracy nauczycieli. Spowodowane jest to kilkoma czynnikami. Dotychczasowe egzaminy zewnętrzne z chemii w stosunkowo niewielkim zakresie wymagały od uczniów rozumowania z zastosowaniem modeli budowy materii. Ponadto dużą popularnością wśród nauczycieli cieszą się podręczniki do nauczania chemii, które stanowią zbiór informacji do zapamiętania przez uczniów, nie pokazując jak właściwości substancji i przebieg procesów chemicznych wiążą się z wiedzą o budowie materii. Istotne znaczenie miał również sposób kształcenia nauczycieli chemii. Do wyjątków należały programy kształcenia w których uwzględniana byłaby we właściwy sposób problematyka zapoznawania uczniów z teoriami chemicznymi i rolą jaką w tym procesie pełnią modele.

Literatura:

- Ben-Zvi, R., Eylon, B., Silberstein, J. (1988). *Theories, principles and laws*. Education in Chemistry, Vol. 25, nr 3, str. 89-92
- Gabel, D. L., Samuel, K.V., Hunn, D. (1987). *Understanding the particulate nature of matter*. Journal of Chemical Education, Vol. 64, nr 8, str. 695-697.
- Herron, J.D. (1975). *Piaget for chemists. Explaining what "good" students cannot understand*. Journal of Chemical Education, Vol. 52, nr 3, str. 146-150.
- Janiuk, R. M. (1994) *Optymalizacja funkcji teorii i modeli teoretycznych w nauczaniu chemii*. Wyd. UMCS, Lublin
- Janiuk, R. M. (2005) *Zastosowanie animacji komputerowych do kształcenia umiejętności rozmowania z użyciem modeli budowy materii*. Vedy o výchove a vzdelávaní. Aktuálne vývojové trendy vo vyučovaní prírodných vied. Zborník Pedagogickej fakulty Trnavskej univerzity. nr. 9, str. 193-196.
- Janiuk, R. M., Kamińska-Ostęp, A. (2002). *Poznanwanie zagadnień związanych z teorią dysocjacji jonowej w praktyce szkolnej*. Chemia w Szkole, Vol. 48, nr 2, str. 81-86;
- Janiuk, R. M., Skrok K. (2000). *Chemia i my. Zeszyt gimnazjalisty 2*, WSiP S.A., Warszawa
- Johnstone, A. H. (1993). *The Development of Chemistry Teaching. A Changing Response to Changing Demand*. Journal of Chemical Education, Vol. 70, nr 9, str.701-705.
- Justi, R., Gilbert, J. [2002] *Models and modeling in chemical education*. [w:] Gilbert, J. K.,
- De Jong, O., Justi, R., Treagust, D. F. i Van Driel, J. H (red.) *Chemical Education: Towards Research-based Practice*. Dordrecht: Kluwer.
- Kempa, R.F., Ben-Zvi, R., Hofstein, A. & Cohen, I. (red.) (1988). *Learning Difficulties in Chemistry. Proceedings of a Bi-National U.K. - Israel Seminar*. The Weizmann Institute of Science, Jerozolima.
- Pickering, M. (1990). *Further studies on concept learning versus problem solving*. Journal of Chemical Education, Vol. 67, nr 3, str. 254-255.
- Sawrey, B. A. (1990). *Concept learning versus problem solving: Revisited*. Journal of Chemical Education, Vol. 67, nr 3, str. 253-254.
- Sequeira, M., Leite, L. (1990). *On relating macroscopic phenomena to microscopic particles at the junior high school level*. [w:] Relating macroscopic phenomena to microscopic particles CD-β Press, Utrecht str. 220-232.

Ryszard M. Janiuk

Zakład Dydaktyki Chemii, Wydział Chemii

UMCS

Lublin, PL

Research in chemistry didactics – theory, creation, application and efficiency of computer programs in the process of chemistry curriculum acquisition

Jan Čípera

Pavel Teplý

Introduction

We have been concerned with the use of computers in the process of chemistry curriculum acquisition at KUDCH, Faculty of Natural Science, Charles University, for more than 20 years already [Čípera, 2000, 2001].

First we created different tests on the computer IQ 151, and with increased computer and software availability in our educational system we started progressively creating various interactive computer programs, and finally also hypermedia computer programs [Čípera, 1995; Dvořák, 2005; FlexKamlar, 2004; Teplý, 2010]. Commencement of the Internet and computer networks later enabled dissemination of created programs and other multimedia instruments, incl. learning process regulation, even to distance education and self-instruction methods, training of talented chemistry students, etc. In the course of time, computers and programming languages used have been changing.

The decision to use computer programs in the curriculum acquisition process was based on side studies demonstrating unambiguously [Čípera, 2000, 2001] that this instrument enables to create such curriculum structure that can be maximally interactive, flexible (variable), and responding to changes in the curriculum acquisition process. Such instrument also enables to individualise the learning process, to respect different abilities and knowledge structure of individual students (superior concept for learners, distance education students, and self-study), for their various aspiration objectives, different learning styles, school environments [Čípera, 2000, 2001], etc.

Similar development in the use of computers and computer programs we can see also in other countries, e.g. in Poland [Burewicz, 1992; Gulińska, 1997].

Modification of computer programs, e.g. modified setting of learning tasks, integration of other information into programs, is possible thanks to the fact that these programs are carriers of the source code. This code can be modified not only in HTML editors (FrontPage, etc.), but also for example in Notepad, which is part of the operating system Windows. FrontPage offers easier program modification, since we do not have work with the source code in this case.

Among others, modifications enable to prepare various content of the curriculum for different groups of students that differ by initial knowledge and activity structure, aspiration level to the chemistry, etc. Chemical structure of programs is derived from generalized results of chemistry curriculum structure on the primary and secondary school level, which also serves as a base for setting learning tasks.

While dealing with this problem, we first applied an initial test of students' abilities to create various modified programs in practice, see Fig. 1.

Teachers' ability to modify the flexible program
unable to modify the program,
capable of modifying using editors,
capable of modifying directly in the source code

Schopnost učitelů upravit flexibilní program

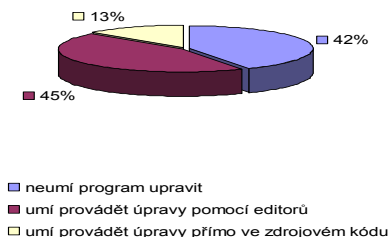


Fig.1. – Students' abilities to modify flexible programs.

It was thus apparent from test results that it is advisable to prepare students for such activities. Therefore also lectures and seminars oriented in the use and modification of flexible programs have been integrated within various events [Čípera, 2006].

After completion of individual courses, results showed that the ability of students to modify flexible programs in applied editors or source code increased approximately by 45%, or 15% respectively.

Handling learning tasks assigned and subsequent regulation of their results is the base for acquisition of the chemistry curriculum. To reduce complicacy of problem solving, digitalised chemical experiments, hypertext dictionary, series of empirical data (substance structures, diagrams, etc.), auxiliary information, feedback, practical use of chemical processes, electronic browsers, flexible text utilisation, etc. are used.

2. Preparing a computer program

For any material didactic instrument, incl. computer programs, objectives of its application in specific training are crucial.

Creating didactic objectives is not a single event but includes following steps. In these steps, e.g. when we deal with relations between educational objectives and pedagogical (didactic) categories, these objectives or their variants are gradually specified. After correct definition of the didactic objective, the curriculum should for example be determined not only by its content but also by its level and method of acquisition, since we cannot define more precisely how the curriculum would contribute to the development of general students' abilities, such as digitalised experiment application, logical reasoning ability, further education ability, etc. until deciding on the level and method of curriculum acquisition. Our research in this area showed that it is advisable to distinguish following three components of educational objectives: informative, methodological, and formative. Objective components stated not only determine what curriculum are students to acquire (informative component of the objective) and by what activities they would acquire the planned curriculum (methodological component of the objective), but also how their personalities would form through the acquired curriculum and methods of its acquisition (formative component).

In addition, general scheme of educational objectives is shown, see Fig. 2.

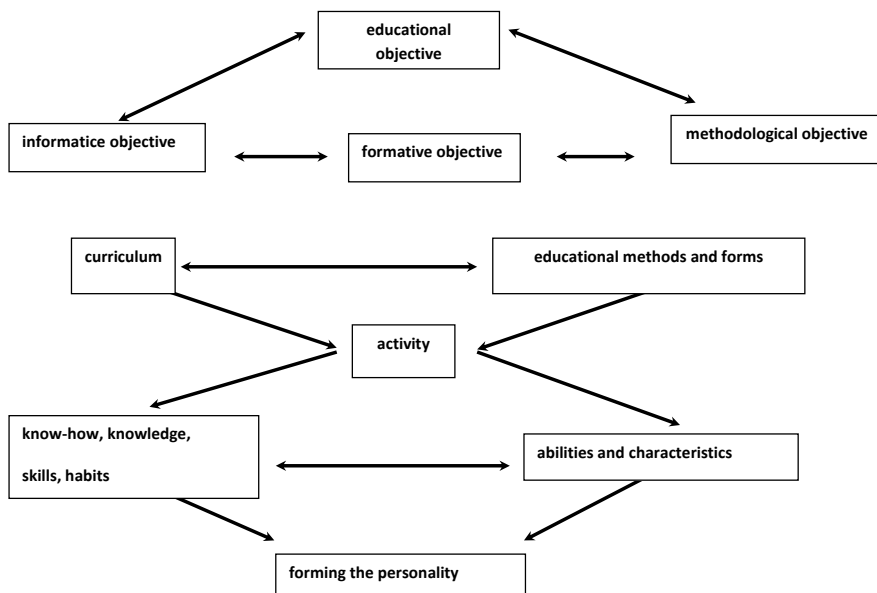


Fig. 2. General scheme of educational objectives

It results from the scheme for example that through:

- activities, individual curriculum components are transformed into know-how, knowledge, skills, and habits;
- acquired curriculum and activities, students' abilities are developed, forming their personalities;
- teaching methods applied, i.e. curriculum acquisition methods, students' abilities and characteristics are developed, etc.

At the same time, there is a hierarchy of objectives when the lowest objectives relate to acquisition of individual knowledge and activities. To create the hierarchy of educational objectives, a broader predicate logic method is used. The literature describes also simpler and not so objective methods of curriculum structure, e.g. matrix method.

Relations between individual partial objectives, i.e. between knowledge and activities, can be quite objectively determined using simpler mathematical methods - methods of simple propositional and predicate logic [Čtrnáctová, 1982; Najmonová-Šulcová, 1978]. In doing so, we always first record the piece of knowledge using mathematical logic means. E.g.: Using propositional logic to derive specific chemical piece of knowledge:

“Number of electrons per atom is equal to the number of protons”.

First we have to modify this proposition according to mathematical logic principles:

If the particle is an atom, the number of protons in it is equal to the number of electrons, and to express this proposition by symbols of mathematical logic:

$$\forall o [A(o) \Leftrightarrow P_p(o) = P_e(o)],$$

Where $A(o)$ means atom o , P_p means the number of protons, and P_e means the number of electrons in atom o . Proof of this sentence:

- | | | |
|-----|--|-----------------|
| 1. | $\forall o A(o) \mid - o$ | atom definition |
| 2. | $A(o) \mid - T_j(o)$ | abstraction |
| 3. | $A(o) \mid - T_b(o)$ | abstraction |
| 4. | $J(o) \mid - T_p(o) A T_n(o)$ | nucleus def. |
| 5. | $B(o) \mid - T_e(o)$ | el. shell def. |
| 6. | $A(o) \mid - T_p(o) T_n(o) A T_e(o)$ | addition |
| 7. | $A(o) \mid - Q(o) = Q_p(o) + Q_n(o) + Q_e(o)$ | abstraction |
| 8. | $Q_p(o) = P_p(o) \cdot 1,6021 \cdot 10^{-19} C$ | proton def. |
| 9. | $Q_n(o) = P_n(o) \cdot 0$ | neutron def. |
| 10. | $A(o) = P_e(o) \cdot (-1,6021 \cdot 10^{-19} C)$ | electron def. |
| 11. | $A(o) \mid - Q(o) = 1,6021 \cdot 10^{-19} \cdot [P_p(o) - P_e(o)]$ | equation |
| 12. | $\forall o [A(o) \Leftrightarrow P_p(o) = P_e(o)]$ | addition |

where y is the charge of y component, by which this component participates in the total charge of atom o indicated as Q_o , and the fact that the object is formed by components y is indicated as $T_y(o)$.

It is apparent from the demonstration that students may derive independently this finding based on acquisition of the following curriculum components: total atom charge, definition of atomic nucleus and shell, size and polarity of electron, proton, and neutron charge, and determination of the total nucleus charge and electron shell. In addition, schematic notation of these findings given by mathematical logic instrument defines also their content and scope. Students may also acquire the finding through other material instruments provided, e.g. from the table of elementary charge polarities, on the Internet, or directly from the teacher, etc.

Oriented diagram is the final result of determined relations between individual chemical findings in the thematic complex. “Logically related” findings in the oriented diagram are linked by the so-called oriented diagram edge [Najmonová-Šulcová, 1978]. The logic relation of findings is understood that the information, which the oriented diagram edge is based on, is necessary for derivation of the finding, which the oriented diagram edge points to.

In addition, oriented diagram of the thematic complex Hydrogen is shown (Fig. 3.). The oriented diagram consists of definitions, sentences, propositions, and facts arranged in logical sequences. Definitions are indicated with Arabic or Roman numerals. Definitions and sentences indicated with Arabic numerals specify the content and scope of acquired information from the previous curriculum, and definitions and sentences indicated with Roman numerals specify the content and scope of new information acquired. Information from other subjects of study, e.g. physics, mathematics, etc., are indicated as propositions. Empiric information from chemistry and other scientific disciplines are indicated as non-derivable facts adopted in the teaching process.

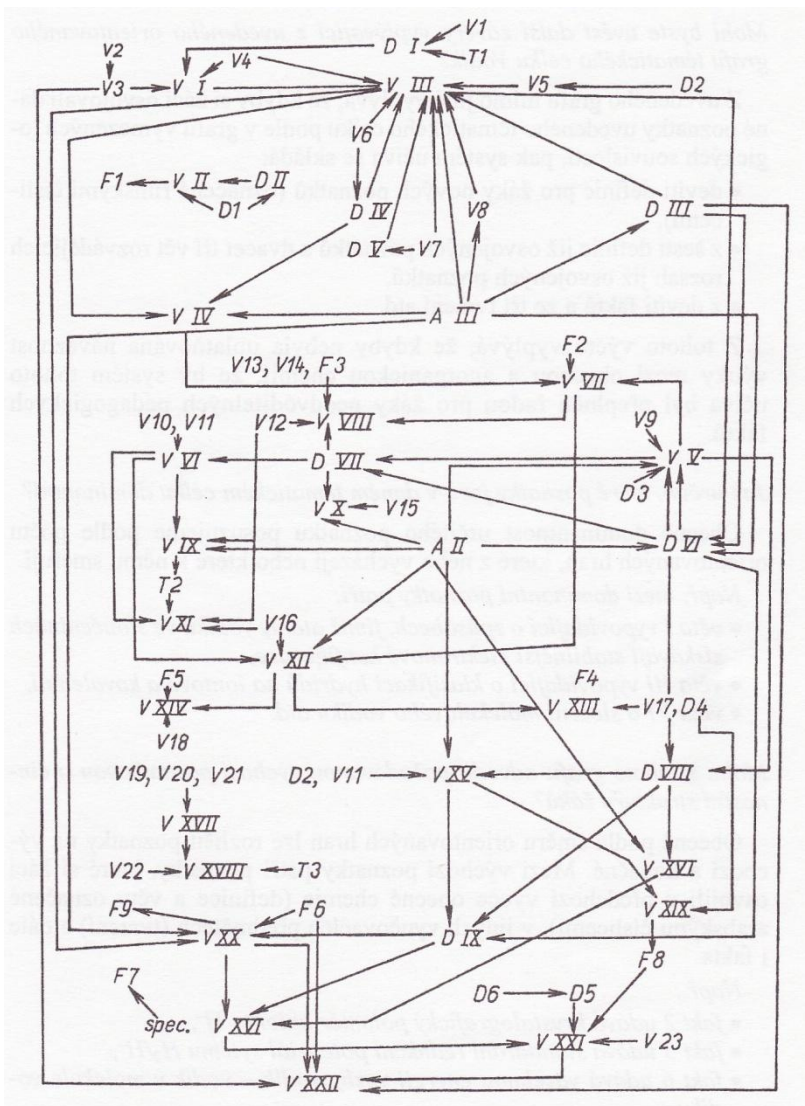


Fig. 3. Oriented diagram of the thematic complex Hydrogen.

Similar method was used for oriented diagrams for other thematic complexes in chemistry – chemistry of halogens, chemistry of s- components, etc.

3. Digitalisation of chemical experiments.

The chemistry was, is, and always will be a science of chemical experiments that verify theoretical findings, or that bring empiric findings with the possibility of their theoretical assessment (transfer of information to knowledge). Although the real experiment execution is

optimal, it is however impossible in many cases to apply this method of knowledge acquisition, since it is “prevented” by their time-consuming execution, availability of chemical substances, safety aspects, etc., regardless of impossibility to use them directly in distance education and self-study. Therefore we have made a research of how to substitute simulated chemical experiments for their digitalisation. Digitalisation was made using a video camera (Sony-Handycam), edited in Premiere Pro 1.5 or Pinnacle programs, and compression of the material recorded in VirtualDub program, since professional recording was beyond our financial possibilities. The above recording can be replayed, stopped, resumed, or zoomed at any time, which is impossible in case of the real experiment. Recently, we have been combining digital chemical experiment with its empiric version at lectures in our University. Since the practical research showed that most students are unable to evaluate theoretically empiric data derived from chemical experiments, we have supplemented recorded experiments with partial control tasks, see Fig. 4.

Partial tasks stated enable to create different variants of theoretical solution of the learning task according to students’ capabilities. The student selects such variant of the control task that would help him/her solve the problem, e.g. to record the chemical process as a chemical equation. Students may eventually ask for other control task or tasks, and finally they can verify the notation with the equation mentioned.

Srovnání redukčních vlastností atomového a molekulového vodíku

V obou promývačkách jsou roztoky zředěného dichromanu draselného a koncentrované kyseliny chlorovodíkové v poměru asi 1:1. V první promývačce je na dně granulovaný zinek.

$$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 8\text{H}^+ + 6\text{H} \longrightarrow 2\text{Cr}^{3+} + 7\text{H}_2\text{O}$$

$$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + 6\text{H}^+ + 8\text{H} \longrightarrow 2\text{Cr}^{2+} + 7\text{H}_2\text{O}$$

*Fakta: roztoky Cr³⁺ - zelené
roztoky Cr²⁺ - modré*

Atomový vodík, na rozdíl od vodíku molekulového, postupně redukuje dichromanové ionty na ionty chromité event. chromnaté.

Kdybychom do promývaček použili pouze s roztoky oxidovaného dichromanu draselného přiváděli vodík z vyvíječací aparatury, byl by průběh podobný? ...

Fig. 4. Digital process recording – comparing reduction characteristics of atomic and molecular hydrogen, and one of the control task variants.

We can now show you how to resolve the problem specified using the data provided – by comparing reduction characteristics of atomic and molecular hydrogen in reaction with dichromate in hydrochloric acid environment, in case that students use chemical experiment to deal with this problem. They proceed from the following information:

- Zinc is a strong reducing agent, it reduces molecular hydrogen to atomic hydrogen - nascent state of hydrogen;
- Atomic and molecular hydrogen has different constitution and thus different reduction characteristics;
- It is apparent from different solution colouring in washing bottles that reduction takes place only in the solution where atomic hydrogen is generated;
- It is apparent from the solution colour change in the washing bottle with atomic hydrogen that reduction of ions Cr⁶⁺ to ions Cr³⁺ and finally to ions Cr²⁺ takes place, see the information provided on chrome ions colouring;
- For enumeration of coefficients in reacting substances, we can use the fact that concentration of atomic hydrogen in case of Cr²⁺ generation is higher than in case of Cr³⁺ generation;
- In extrapolation of the acquired information to the case when zinc is not placed directly to the washing bottle but in other container instead, the students shall derive correctly that no

reduction of dichromate ions takes place, since molecular hydrogen is generated instantly;

- In conclusion, students shall derive that atomic hydrogen is the stronger reducing agent than molecular hydrogen, etc.

Efficiency of digitalised experiments used was examined by analysis of results of tested learning tasks, results of discussions and talks with students. In doing so, results were always compared with students who did not use digitalised learning instruments. In all cases, these are results achieved with participation of more than 200 students.

Results of empiric efficiency investigation of such processed program experiments can be summarized into following points:

- Time demand for acquisition of anticipated knowledge and skills was reduced by 65%,
- Students' ability to interpret the essential of monitored chemical processes and their regularities increased approximately by 50%,
- Efficiency of acquired knowledge and activity permanence measured for the period of 6 months after using study aids increased by 80%,
- It emerged from the discussion among others that students' interest in the chemistry and its investigation subject matter also increased.

4. Distance education

Digitalised chemical experiments and flexible programs have also been used as multimedia instruments for distance education in chemistry, thereby increasing efficiency of the life-time education process, since digitalised experiments reduce complicity of problems being solved. In distance education courses dl.cuni.cz [Malčík i wsp., 2006], we have used the system LMS MOODLE – DVPP, and also LearningSpace for the training of chemical talents [Zelenda i wsp., 2005]. The advantage of this approach is that students may acquire the curriculum at any time and in any place, if they have ideally access to the Internet. Studies were mostly organised so that students enrolled for a course, where they received specification of individual learning tasks from the tutor. E.g. Fig. 5 shows a concrete example of the solution of various learning tasks related to clarification of the reaction process accompanied with streaks of lightning in the test tube.

Learning tasks presented included also a digitalised chemical experiment, which could be “recalled” by students at any time to help them resolve the assigned task. Students then sent their answers to the tutor who either approved the correct solution or indicated what tasks were resolved incorrectly, and what was the essential of their incorrect results. In these cases, the tutor sent them auxiliary information to remove the defects found. In case of further incorrect solution of assigned learning tasks, students are provided with a flexible program with the topic in question. Practical results showed that virtually all defects were removed after providing students with the flexible program [Teply, 2010].

Blesky ve zkumavce.

Pipetou do zkumavky přidáme koncentrovanou kyselinu sírovou. Potom opatrně převtvríme ethanolom a přigermeme malé krystalky manganistanu draselneho.

Pro řešení můžete použít video

- 1) Jaké vlastnosti má koncentrovaná kyselina sírová?
- 2) Na jaké látky se rozkládá nestálý oxid manganitý?
- 3) Vytvořte rovnici reakce manganistanu draselneho s koncentrovanou kyselinou sírovou.
- 4) Vytvořte rovnici rozkladu oxidu manganitátoho.
- 5) Vytvořte rovnici reakce atomárního kyslíku s ethanolom.

Fig. 5. Problem solving related to clarification of processes running in the system of concentrated sulphuric acid – ethanol – potassium permanganate. The reaction shown is accompanied with streaks of lightning in the test tube.

Tab. Statistical data on the number of entries and time spent in the course “Iron Chemistry” (5) dl.cuni.cz.

Tab. Statistical data on the number of entries and time spent in the course “Iron Chemistry” (5) dl.cuni.cz.	
Number of course participants	35
Total number of entries to the course by all course participants	1418
Lowest number of entries of a single participant	7
Highest number of entries of a single participant	136
Average number of entries of a single participant	40
Total time spent in the course by all participants	110 hr 43 min
Shortest total time spent in the course by single participant	1 hr 4 min
Longest total time spent in the course by single participant	10 hr 13 min
Average time spent in the course by single participant	3 hr 9 min
Average time of s single entry to the course	4 min 41 sec

It is apparent from the above how complicated the problem dealt with by students is, therefore the problem may be simplified by providing auxiliary information, by reducing the problem to phenomenal aspects of the process only, or to a solution of the essential of the first or second degree, etc.

We would like to point out that also in other similar courses, e.g. Mercury Chemistry, Manganese Chemistry, the statistical data collected on the number of entries and the time spent in the course did not vary from the data presented herein by more than 15%.

Conclusion

Examples stated herein document the fact that the use of computer programs contributes greatly to higher efficiency of the curriculum acquisition process. In addition, this approach also increases interest of students in the chemistry curriculum and in problems of processes the chemistry deals with. So far the greatest disadvantage of this approach is that preparation of basic program and modification of flexible program is very time-consuming. Therefore we search for the way how to reduce complicated creation, modification and use of such programs by their development in HTML editors (FrontPage) instead of source code, by improving teachers' preparation within various lectures and seminars to acquire skills necessary for application and modification of flexible programs, and for creating various school educational programs with respect to actual conditions of the pedagogical practice.

It is common knowledge that any instrument for curriculum acquisition cannot be quite optimal, but includes always some deficiencies. Fundamental deficiency of this approach is that students using digitalised experiment do not develop their motor skills.

Fig. 6. shows a photo from the chemical experiment of carbon disulphide reaction with nitrogen oxide. The experiment was video recorded together with employees of the University in Poznan, since its economical demand is very high and its execution is very expensive. Other deficiency of this experiment is generation of various products depending on reaction conditions, not only generation of various oxides but also elements, since not only oxidation but also reduction of reacting substances takes place here.

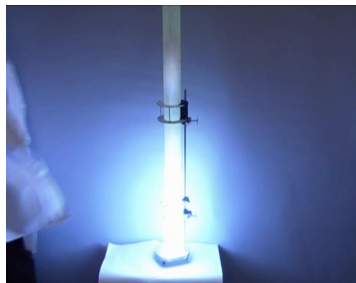


Fig.6. Photo from digitalised experiment of $\text{CS}_2 + \text{NO}$ reaction

Literature:

- Burewicz A. (1992): *Edukacyjne Programy Komputerowe* [W:] Nacznaniu Chemii, Wyd, Ofek. Jelenia Góra.
- Čipera J. (1995): *Chemische Programme Mit Variabler Struktur*. Niu - Chemie 6, Nr. 28, Pps 32-35.
- Čipera J. (2000, 2001): *Rozprawy o didaktice chemie I,II*. Karolinum, UK v Praze. Praha.
- Čipera J. (2006): *Kurz Přípravy Učitelů Na Tvorbu Švp*. Sef-Český Šternberk, Šternberk.
- Čtrnáctová H. (1982): *Výběr a strukturace učiva chemie*. Praha, SPN.
- Dvořák M. (2005): *Flexibilní Program – Chemie Manganu*, Přf Uk, Praha.
- Kamlar M. (2004): *Flexibilní Program – Chemie Rtuti*, Přf Uk.
- Gulinska H. (1997): *Multimedia W Szkole, Materiały X Szkoły Problemów Dydaktyki Chemii*,. Wyd. Inter-Print, Poznań.
- Gulinska H. (1997): *Strategia Multimedialnego Kształcenia Chemicznego* , Wyd. Uam, Poznań.
- Jagodzinski, P. A Kol. (2008): *Zpráva Ze Služební Cesty Na Přfuk*, 2008, Praha.
- Mička Š. (2003): *Digitální Chemické Experimenty*. Přf Uk, Praha.
- Malčík M. A Kol. (2006): *Chemická Knihovna – Objekty 200 Chemických Experimentů*. Cit, Ou V Ostravě, Ostrava.
- Najmonová-Šulcová R. (1978): *Vodík*. Praha, PŘF UK.
- Teplý P. (2010): *Hypermediální Výukový Program Chemie Halogenů A Jeho Využití Ve Vzdělávání Nadaných Žáků V Chemii*, Praha.
- Zelenda, S. A Kol. (2005): *Talnet - Online Learning Of Science For Gifted Kids And Their Teachers*. The International Seminar "New Trends And Modern Technologies In The Education Of Exceptionally Talented Children". –Prague. Nidm Msmt Cr.

Jan Čipera

Pavel Teplý

Faculty of Natural Science,

Charles University,

Prague, CZ

Didactical aids and devices in early natural science teaching in 'Podkarpackie' district

Eliza Maria Chodkowska

Introduction

Didactical means are, according to the most basic definitions, material objects which enable an improvement of teaching- learning process and obtaining possibly optimal school achievements [Pomykała, 1997]. Particularly significant seems an application of didactical means in teaching of natural science subjects at their initial stage, because it is commonly known that in case of those sciences an object of interest is formed by a concrete world of nature which is situated outside the classroom. That is why in natural science teaching trips or walks aimed to understand better the environment which surrounds a child are recommended, and, additionally, innovative natural science education systems like among others „outdoor education”, that is education outside the classroom appear. Taking into consideration realities of teaching in Polish schools it should be however perceived that most of natural science lessons take place in the classrooms, trips or walks are applied relatively rarely and in winter they often become impossible, that is why the adequately selected didactical means play a special role in natural science teaching. One of the main objectives of didactical means is to broaden the learning process into general view approach, that is to expand a contact of a child with the surrounding reality [Okoń, 1998]. In the case of natural science the task can be fulfilled by various kind of materials which aim to raise child's interest in fauna and flora world, not only present in the closest environment, but also, thanks to the books, films and computer programs, the more remote one. Visualization favors a better understanding of natural environment functioning and a place of a human in a complicated world of ecosystems. The second important function fulfilled by didactical means is facilitation of thinking processes [Okoń, 1998]. In natural science, even on the initial stage of its teaching it is important to make understand particular phenomena, even if it is done in a simplified form. A cognitive curiosity is characteristic for a child in pre-school and early school period of education, then most of questions concerning the surrounding world and implied by a genuine interest are born. Certainly, such a curiosity can be satisfied by a teacher with the use of a theoretical description, but in the case of explaining of physical phenomena or regularity occurring in the natural world it is reasonable to apply didactical means in a form of simple drawings, picture of schemes, and in a more advanced form- suitable computer programs. Additionally, very often a simple experiment is more significant than even the most interesting description given by a teacher. Each experiment, however, requires an application of adequate devices or tools. Didactical means used in experiments aim also to help in pupils' practical exercises which are purposed to gain new capabilities of performing practical actions [Okoń, 1998]. The elder the pupil, more important this function appears. In the case of a big variety of applied didactical means, a child get accustomed with simple possibilities of natural world penetration- the tools used for this purpose include a microscope and magnifying glass. Self-planning and performing of own experiments and observations intensify an interest of a pupil in a surrounding environment. One more function of didactical means important from the natural science teaching point of view is exposure of materials purposed to evoke emotional feelings in pupils [Okoń, 1998]. It is obvious that an individual who is due to protect national environment in the future must feel an emotional union with it and be sensitive to its problems. A direct contact of a child with an animal/plant, watching films or browsing pictures with appropriate containing as far as using of appropriate computer programs can raise such a sensitivity.

Characteristics of research assumptions

The aim of investigation was to determine an availability and usage of didactical means and devices useful in a process of natural science knowledge bases transfer in the schools and

kindergartens of 'podkarpacie' district. The didactical means available in schools as far as tools and devices applied by the teachers during classes were analyzed. The teachers were also asked which devices and other didactical means would help them in a more efficient performance and those results were also analyzed taking into consideration potential possibilities of a better teaching efficacy. Separate questions concerned a presence in kindergartens and schools of a natural science cubicle and its containing. The total number of investigated teachers equaled 109, including 58 people teaching in I-III class in schools and 51 people teaching in kindergartens. Detailed data about a group being a subject of research are presented in the charts below. The research was done with the use of an inquiry form technique, basing on a self-created questionnaire. In a presentation of the results one variable which is educational level (kindergarten and early school period) was taken into consideration.

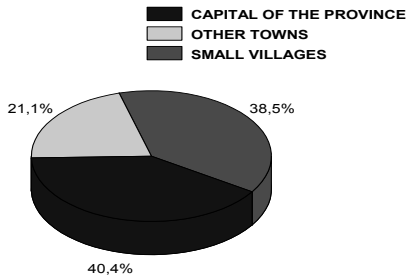


Fig. 1. Type of community inhabited by the teachers.

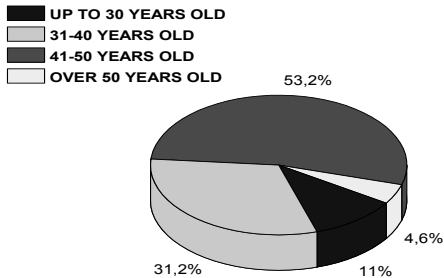


Fig. 2. Age of the teachers.

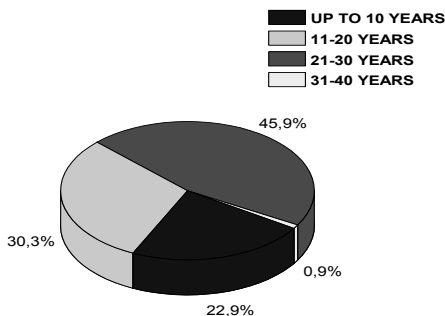


Fig. 3. Duration of a professional carrier as a teacher.

Didactical means in natural science education- analysis of research results

Didactical means are strictly connected with the methods and forms of teaching applied by the teachers. The teachers were asked to list didactical means which they apply (table 1). Three most frequently applied types of didactical means used by the teachers are: drawings, schemes, pictures (92.7%), specimen in natural environment (89%) and specimen brought by the teachers (78%). Relatively rarely a didactical mean of computer programs is used (39.4%), and the most frequently applied program is multimedia encyclopedia. Drawings, schemes, pictures, rebuses, quizzes, specimen brought by children and films are used more often by school teachers. The didactical means listed in the table in majority do not require big financial funds, nevertheless they are not applied by all the investigated teachers. Even such a simple didactical mean as drawings, schemes and pictures is not applied at all by 7.3% of the teachers. The specimen in their natural environment are used only by 89% of the teachers which means that for 11% the trips or walks organized by the school do not have to be connected with a simultaneous discovering of the natural world.

Table 1. Didactical means used to teach natural science.

Didactical means used to teach natural science	Pre-school		School		All	
	N	%	N	%	N	%
Drawings, schemes, pictures	44	86,3	57	98,3	101	92,7
Specimen in natural environment	45	88,2	52	89,6	97	89,0
Specimen brought by the teacher	39	76,5	46	79,5	85	78,0
Rebuses, quizzes	35	68,6	48	82,8	83	76,1
Specimen brought by children	35	68,6	45	77,6	80	73,4
Films	32	62,7	45	77,6	77	70,6
Specimen cultivated/grown in a classroom	34	66,7	38	65,5	72	66,0
Computer programs	19	37,2	24	41,4	43	39,4
Other	8	15,7	3	5,2	11	10,1

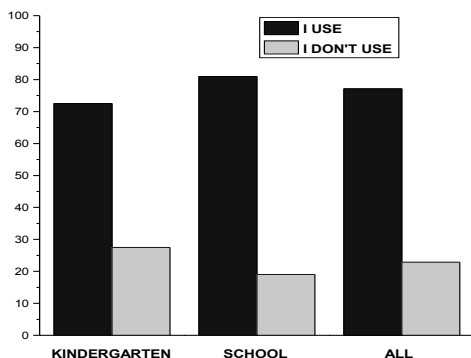


Fig. 4. The usage of devices and tools during a realization of natural science classes by the investigated teachers.

One of the features of modern education is a variety and continuous development of tools and devices applied in a teaching process. The information about which tools and devices are used during natural science lessons is shown in table 2 and on chart 4. Nearly 1/3 of the entire number of the teachers (22.9%)- 27.5% of kindergarten teachers and 19% of school teachers does not use any tools or devices during their classes. The remaining teachers most often list: computer (41.3%), DVD/video (21.1%) and magnifying glass (21.1%). Magnifying glass is more often applied in kindergartens, while in schools a microscope is used more frequently (22.4% of the answers). As it has been noticed before, the computer is used by the teachers only in a demonstration form, that is the most often it serves to find desired information in a multimedia encyclopedia by the teachers, thus the children usually do not have a possibility of playing any natural science computer games. Only occasionally (2.8%) binoculars are used as a didactical mean even if this device can be a precious one in a teaching process, especially during the outside school trips which delivers numerous possibilities of observation. Equally occasionally a compass which can be an important elements of the outdoor games and plays is used. More often a TV set is applied during natural science classes (19.3%). Taking into consideration a fact, that 28.4% of investigated teachers use during their lessons DVD or video, a conclusion which appears is that in Polish schools didactical means which serve to passive methods of teaching are still favored. A presented list of tools and devices available for the teachers investigated indicates a very huge shortage in the area of the equipment of schools and kindergartens where they realize natural science education. Also, investigated teachers perceive those lacks. Responding to a question if the didactical tools and devices (also those favoring teaching individualization) are enough for performing an effective educative process, 62.7% of kindergarten teachers and 70.7% of school teachers gave a negative answer (figure 5). It means that investigated teachers consider an application of didactical means as necessary to teach natural science subjects.

Table 2. Tools/devices applied by teachers in the teaching process.

Tools/devices	Pre-school		School		All	
	N	%	N	%	N	%
Computer	22	43,1	23	39,6	45	41,3
DVD/Video	9	17,6	22	37,9	31	28,4
Magnifying glass	11	21,6	12	20,7	23	21,1
Tape recorder	9	17,6	12	20,7	21	19,3
TV Set	6	11,8	15	25,8	21	19,3
Microscope	5	9,8	13	22,4	18	16,5
Projector	9	17,6	8	13,8	17	15,6
CD recorder	3	5,9	4	6,9	7	6,4
Binoculars	0	0,0	3	5,2	3	2,8
Compass	1	2,0	2	3,4	3	2,8
Radio	3	5,9	0	0,0	3	2,8
Xerox	0	0,0	2	3,4	2	1,8
Camera	0	0,0	2	3,4	2	1,8
Other tools/devices	3	5,9	3	5,2	6	5,5

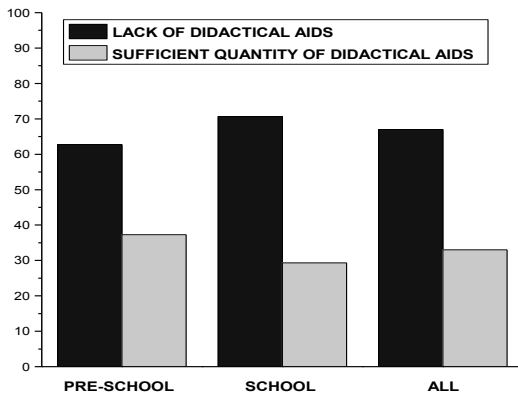


Fig. 5. Postulating of a purchase of additional tools/devices in order to increase efficiency of natural science elements' teaching by investigated teachers.

Table 3. Didactical means which should be purchased to increase natural science's teaching efficiency.

Didactical means	Pre-school		School		All	
	N	%	N	%	N	%
Educational boards	6	11,8	18	31,0	24	22,0
Natural science films	5	9,8	18	31,0	23	21,1
Microscope	11	21,6	7	12,1	18	16,5
Computer	10	19,6	3	5,2	13	11,9
Natural science books	4	7,8	6	10,3	10	9,2
Projector	5	9,8	4	6,9	9	8,2
Specimen	3	5,9	5	8,6	8	7,3
Computer programs	2	3,9	6	10,3	8	7,3
Magnifying glass	6	11,8	1	1,7	7	6,4
Audio/video device	3	5,9	2	3,4	5	4,6
Educational games	0	0,0	4	6,9	4	3,7
TV set	2	3,9	2	3,4	4	3,7
Other means	5	9,8	10	17,2	15	13,8

The teachers investigated need the most educational boards and natural science films, thus they need the means which would serve as an enrichment of oral methods in the work with a whole group of children. These are at the same time didactical means the purchase of which or- in the case of educational boards- self preparing of them does not need big financial funds. A purchase of a computer is postulated by less than 12% of all investigated teachers, and till now this device is used in the course of a didactical process realization by 41,3%, which means that nearly a half of them do not feel a need of using computer techniques in natural science elements' teaching. It can result from a lack of the knowledge on computer programs which could serve to natural science elements teaching and a likely necessity of learning them. The application of a microscope in the didactical activities results even worse, only 16.5% of the teachers use that device in the work with children, and next 16.5% of the teachers expressed a need of microscope purchase in their kindergarten/school. The investigated teachers do not appreciate an importance of educational games in a process of education- their purchase for the institutions is postulated only by 3.7% of the teachers, and they are not mentioned among the means which are usually used in didactical practice. Some of the teachers suggest a purchase of such simple didactical aids as magnifying glass or natural science specimen.

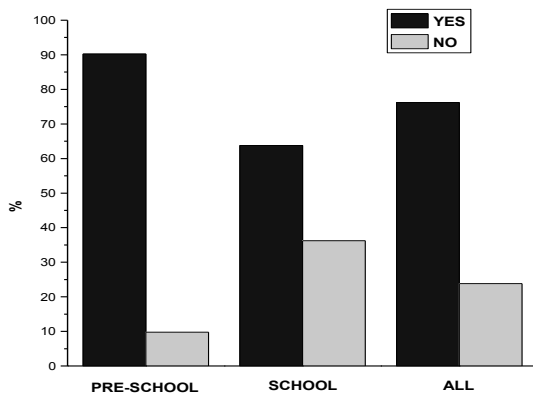


Fig. 6. Answer of investigated teachers to a question: „Is there a natural science cubicle in your kindergarten/school?”

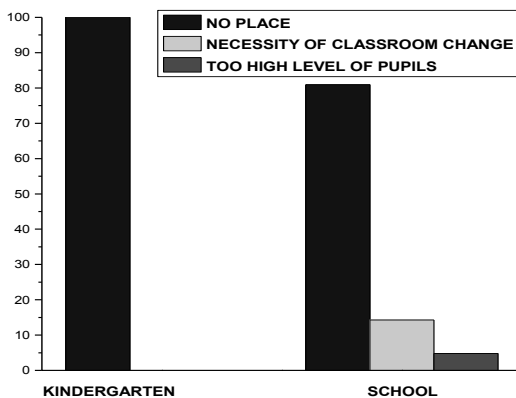


Fig. 7. Answer of investigated teachers to a question: „Why there is no natural science cubicle in your kindergarten/school?”

Table 4. Most common natural science cubicle's elements.

Elements of natural science cubicle	Pre-school		School		All	
	N	%	N	%	N	%
Specimen	37	80,4	26	70,3	63	75,9
Living plants	24	52,2	17	45,5	41	49,5
Living animals	13	28,3	4	10,8	17	20,5
Elements of inanimate nature	8	17,4	0	0,0	8	9,6
Educational boards	4	8,7	4	10,8	8	9,6
Herbaria	1	2,2	3	8,1	4	4,8
Art works on natural science	2	4,3	1	2,7	3	3,6
Natural science school newsletter	0	0,0	2	5,4	2	2,4

A natural science cubicle is a separate place in a classroom in which different objects aimed to deepen by a child of its natural science knowledge and to raise its interest in natural science are gathered. Natural science cubicles can fulfill all the potential functions of didactical aids. Thanks to numerous exhibits which diversity depends only on the teacher's and pupils' invention, a contact of a pupil with natural environment broadens. Thanks to the educational boards children learn information about plants' and animals' life. A natural science cubicle favors also a development of children's particular practical skills, such as an ability of observation or caring abilities if the natural science cubicle contains living plants or animals. A natural science cubicle can also raise pupils' sensitivity to the living organisms' needs. In the case of lack of a garden near a school, it can play to some extent its role, here children can grow plants and observe their development cycle. Certainly to make a natural science cubicle play its role, it must be characterized by a diversity of gathered materials, it is also recommendable to fit the exposition to the season of the year.

Natural science cubicles exist in 90.2% of kindergartens and only in 63.8% of schools. As a reason of natural science cubicle's absence school teachers list: lack of place (80.9%), a necessity of classroom change (14.3%) and too high level of the pupils which excludes a necessity of creating of such a natural science cubicle (4.8%). In the existing natural science cubicle there are: natural specimen (75.9%), living plants (49.5%), living animals (20.5%), elements of inanimate nature (9.6%), educational boards (9.6%), herbaria (4.8%), art works on natural science (9.6%) and natural science school wall newsletter (2.4%). Fauna bred in natural science cubicle includes mostly fish and turtles.

Conclusions

The results of the survey conducted amongst the pre-school and school teachers of „podkarpackie” district suggest that possibilities of didactical means application at early education level are not satisfactory. The teachers confirm that their schools lack often the most basic didactical means, which would enable an individual conducting of own experiments, owing to which an effective realization of the school curriculum is not adjusted to the cognitive needs of a child at this level of education. However a part of that kind of deficiencies can be compensated by a more frequent organization of walks and trips connected with discovering of the environment around. The other part of investigation conducted show that not all the teachers benefit fairly often

from such a possibility and realized trips frequently do not guarantee a satisfaction of children natural curiosity through observation of living objects in environments interesting from natural science perspective. Considering low financial means purposed to purchase didactical aids a role of a teacher able to find places with interesting specimen even in a school surrounding becomes very important.

Equipment deficiencies, very often independent from the teachers often limit the possibilities of efficient teaching. School and kindergartens lack simple devices such as magnifying glass and microscope accessible for every pupil, owing to which a quantity of experiments performed individually during the lesson decreases, and often the experiments are carried out exclusively by a teacher as a demonstration. Schools and kindergartens lack also computers and educational programs which would enable every child either to remain longer on a problem which appears less understandable, or to pass, in a form of an educational game to the next task. The answers of the teachers to the question concerning didactical means which are necessary in their work and the purchase of which should be advisable for their schools/kindergartens show a relatively low consciousness of the teachers in the area of the importance of teaching individualization in natural science education. A certain part of the teachers' group cannot determine the real needs of a kindergarten or school and many of them mention only didactical means which favor group forms of teaching. Making possible an application of more didactical aids in early education would increase a quality of teaching process and would give higher opportunities of abilities development for the pupils demonstrating capacities and interests towards natural science subjects. Undoubtedly, removing the obstacle resulting from a shortage of expensive didactical means, such as computer is very difficult to overcome owing to low financial means purposed in most of the schools and kindergartens to purchase didactical aids. However, some of the obstacles, connected with a shortage of simple didactical means is relatively easy to deal with. A relatively easy task seems saving some place for a natural science cubicle which containing would depend only on the teacher and his pupils. Cheap and easy to prepare are elements facilitating a visual understanding of a given lesson, that is drawings, schemes and pictures. It seems desirable to encourage elder children to prepare herbaria, gather inanimate nature specimen such as: interesting types of rocks, stones or do wall newspapers with natural science information content. Preparing artworks on the theme of natural science connects a development of natural science knowledge with forming of art abilities, additionally such works exposed in an adequate place can be a source of information for the rest of the children. Also, requisites for many didactical games which are underestimated in education as for now and rarely applied by investigated teachers are easy to do. Definitely, teaching of natural science subject without a sufficient amount of didactical aids is difficult, however, thanks to a creativity and involvement of the teacher it is possible to create conditions for natural science teaching in an interesting and efficient way as far as giving a special attention to children with natural science interests and abilities.

Literature:

- Okoń W. (1998): *Nowy słownik pedagogiczny*. Warszawa: Wydawnictwo Akademickie „Żak”, 392.
Pomykało W. (red.) (1997): *Encyklopedia pedagogiczna*. Warszawa: Fundacja Innowacja, 817.

Eliza Maria Chodkowska

Department of Food Chemistry and Toxicology

Faculty of Biology and Agriculture

Rzeszów University, PL

Teorie naukowe w badaniach uczniów szkół ponadgimnazjalnych

Czesław Puchała

Wstęp

Z dydaktycznego punktu widzenia przy wprowadzaniu teorii naukowych w procesie kształcenia chemicznego należy uwzględnić ich historyczny aspekt. Podyktowane to jest ewolucyjnym charakterem rozwoju teorii naukowych. Aktualne poznanie rzeczywistości nie jest zupełnie obiektywne i ostateczne, zależy bowiem od stanu wiedzy w danej chwili [Bergandy 1997, 2002].

Harabaszewski uważał, że historia chemii stanowi dla nauczycieli źródło informacji o rozwoju metodologii naukowej w chemii, natomiast dla ucznia punkt odniesienia w przyswajaniu kolejnych wiadomości z chemii. Według Ruziewicza „historia nauki ukazuje genetyczne powinowactwo różnych nauk, wzajemne uwarunkowania ich rozwoju, sprzężenie zwrotne pomiędzy rozwojem nauk przyrodniczych i techniki, a to wszystko przyczynia się niewątpliwie do wytworzenia obrazu ciągłości rozwoju nauk oraz ich zintegrowania przedmiotowego i metodycznego. Niezależnie od tego, śledzenie rozwoju rozmaitych pojęć i metod, prostowanie pomyłek, coraz ogólniejszego i ściślejszego formułowania teorii ma duże znaczenie dla wyrobienia właściwego stylu pracy naukowej, a niekiedy może stać się inspirującym źródłem nowych koncepcji” [Ruziewicz, 1998]. Hellberg [2006] analizuje historyczny aspekt w nauczaniu chemii. Historyczny aspekt dotyczy miejsca i funkcji historii chemii jako nauki w procesie nauczania podstaw chemii jako przedmiotu szkolnego. Autor pracy zaleca różne sposoby akcentowania zagadnień historycznych na poszczególnych szczeblach edukacyjnych.

Trudno wyobrazić sobie nauczanie chemii bez fundamentalnych teorii naukowych dla tej nauki. Jednak zanim uczniowie zostaną zaznajomieni z konkretną teorią naukową nauczyciel powinien im wyjaśnić rolę teorii w naukach przyrodniczych. Teoria ma na celu wyjaśnienie zjawisk przyrody zarejestrowanych wcześniej w formie zbioru faktów eksperymentalnych. Teorie formułuje się w postaci postulatów (nieudowodnionych twierdzeń). Jednak teoria stanowi tylko uproszczony i przybliżony obraz rzeczywistości, który wyjaśnia fakty eksperymentalne. W miarę odkrywania nowych faktów teorie wymagają modyfikacji [Galska-Krajewska & Pazdro, 1990].

Cel pracy

Celem niniejszej pracy była analiza wyników pilotażowych badań uczniów częstochowskich szkół ponadgimnazjalnych dotyczących znajomości zagadnień z zakresu historii chemii. Badaniami objęto 133 uczniów klas drugich. Jako technikę zastosowano ankietę, a narzędziem badań był kwestionariusz ankiety, który zawierał 5 pytań.

Wyniki badań i ich analiza

Pierwsze pytanie ankietowe polegało na skojarzeniu nazwiska z osiągnięciami w dziedzinie chemii. Wśród możliwych odpowiedzi znalazły się m.in. teoria atomistyczna i teoria dysocjacji elektrolitycznej (jonowej). Próby wyjaśniania budowy atomu na przestrzeni dziejów są najlepszym przykładem ewolucyjnego charakteru teorii naukowych. Teorię atomistyczną opublikowaną w 1808 roku przez Daltona uznaje się za pierwszą wielką teorię chemiczną sformułowaną zgodnie z zasadami nauk przyrodniczych [Wacławek, 1996]. Hipoteza Daltona opierała się na trzech podstawowych prawach: zasadzie zachowania masy (Lavoisier), prawie stałości składu (Proust) i prawie stosunków wielokrotnych (Dalton), które są uogólnieniem danych eksperymentalnych. Rozważania naukowe Daltona wywarły istotny wpływ na rozwój pojęć chemicznych, co opisuje Mierzecki [1985]. Arrhenius opracował teorię dysocjacji elektrolitycznej, zgodnie z którą elektrolity w roztworach rozpadają się na jony, przy czym rozpad ten zależy od rodzaju elektrolitu i jego stężenia. W 1887 roku interpretacja wyników badań elektrolitów została ogłoszona w czasopiśmie *Zeitschrift für physikalische Chemie* [za: Mierzecki, 1985].

Odpowiadając na pytanie 1 zadaniem uczniów było przyporządkowanie osiągnięć w dziedzinie chemii do danego nazwiska (w jednym przypadku 2 nazwiska). Poniżej przedstawiono pełną wersję tego pytania. *Pyt. 1. Z czym kojarzą się Tobie nazwiska podanych niżej chemików i osób, które wniosły wkład w rozwój chemii (w miejsca wykrępowane wpisać odpowiednią literę).*

Wyniki znajomości dokonań naukowych w dziedzinie chemii (w procentach):

M. Skłodowska-Curie	86
D. Mendelejew	75
Z. Wróblewski i K. Olszewski	71
A. Nobel	71
I. Łukasiewicz	51
M. Sędziwój	32
J.L. Proust	24
L. Pauling	23
N. Bohr	21
S. Arrhenius	18
J. Dalton	18
I. Mościcki	17
J. Priestley	14
J. Śniadecki	14
K. Funk	13
A. Lavoisier	13
H. Cavendish	11
E. Rutherford	9
F. Wohler	7
R. Boyle	6

Jak widać z przytoczonych wyżej wyników badań najczęściej poprawnych odpowiedzi dotyczyło osiągnięć naukowych Marii Skłodowskiej-Curie (86%), co oczywiście nie powinno być zaskoczeniem. W następnej kolejności znalazły się nazwiska Mendelejewa (75%), Wróblewskiego i Olszewskiego oraz Nobla (po 71%). Dokonania Łukasiewicza znała nieco ponad połowa ankietowanych (51%). Dziwi niska znajomość osiągnięć Mościckiego i Śniadeckiego, co powinno skłonić nauczycieli chemii do zwracania uwagi na dokonania wybitnych polskich chemików.

Natomiast jeśli chodzi o teorie naukowe to teorię atomistyczną i teorię dysocjacji jonowej znało po 18% ankietowanych uczniów.

W kolejnym pytaniu należało wymienić innych znanych ankietowanym chemików, których nie było w pytaniu 1.

Pyt. 2. Wymień innych znanych Ci chemików.

Badani uczniowie podali następujące nazwiska (wyniki w procentach): P. Curie (19), A. Fleming (8), W.F. Ostwald (7), M. Faraday (6), H. Hess (6), F. Hund (5), L. Pasteur (4), J.L. Gay-Lussac (4), M. Łomonosow (4), D. Goldberg (3), H.L. Le Chatelier (3), E. Schrodinger (2), A. Avogadro (1), J.N. Bronsted (0,5) i W.H. Nernst (0,5). W odpowiedzi na to pytanie uczniowie wymienili nie tylko chemików, ale również przedstawicieli innych nauk.

Celem następnych trzech pytań było wysondowanie w jakim stopniu uczniowie są zainteresowani aspektami historycznymi w chemii.

Pyt. 3. Czy zwracasz uwagę na historię chemii w podręcznikach szkolnych? (Wyniki podano w procentach)

a) tak

9

- | | |
|-------------------------------------|----|
| b) trudno powiedzieć, ponieważ..... | 6 |
| c) raczej nie | 51 |
| d) nie, pomijam te zagadnienia | 27 |
| e) inne..... | 4. |

Niestety niewielki procent badanych uczniów zwraca uwagę na historyczne aspekty chemii w podręcznikach. Jako powód małego zainteresowania historią chemii uczniowie podawali: „nie jest wymagana na maturze i przez nauczyciela”, „bardziej zwracam uwagę na wzory i obliczenia”, „jest jej niewiele i nieatrakcyjna”.

Pyt. 4. Co utkwiło Ci szczególnie w pamięci z historii chemii w podręcznikach?

- | | |
|------------------------|----|
| a) życiorys | 4 |
| b) fotografia | 27 |
| c) ciekawostka | 4 |
| d) anegdota | 19 |
| e) osiągnięcia naukowe | 16 |
| f) inne..... | 4 |

Odpowiadając na to pytanie najwięcej uczniów wskazało na fotografię, natomiast ciekawostki i życiorysy nie wzbudziły większego ich zainteresowania.

Pyt. 5. Czy nawiązywanie do historii chemii na lekcjach jest potrzebne?

- | | |
|-------------------------------------|----|
| a) tak, ponieważ..... | 17 |
| b) trudno powiedzieć, ponieważ..... | 20 |
| c) raczej nie, gdyż..... | 12 |
| d) nie, gdyż..... | 31 |
| e) inne..... | 11 |

Tylko 17% ankietowanych uważa, że nawiązywanie do historii chemii jest potrzebne, gdyż „wpływa na uatrakcyjnienie lekcji”, „ułatwia przyswajanie materiału”, „uświadamia kształtowanie się chemii na przestrzeni lat”. Natomiast uczniowie, którzy nie dostrzegali potrzeby wprowadzania elementów historii w nauczaniu chemii motywowali to następująco: „nie ma jej na maturze”, „nie interesuje mnie to”, „ważniejszy jest aspekt praktyczny chemii”, „nie wszystkie osiągnięcia są warte zapamiętania” [Błaszak, 2007].

Wyniki uzyskane w przeprowadzonych badaniach wskazują, że większość nauczycieli nie zwraca uwagi na historyczne aspekty w kształceniu chemicznym, co niewątpliwie związane jest z niewielką liczbą godzin przeznaczonych na lekcje chemii.

Na zakończenie warto przytoczyć słowa Brocka: „historia chemii nie tylko informuje o naszym wielkim chemicznym dziedzictwie, lecz ukazuje perspektywy rozwoju chemii w przyszłości” [Brock, 1999].

Literatura:

- Bergandy W. (1997): *Od alchemii do chemii kwantowej*, Wyd. Naukowe UAD, Poznań.
- Bergandy W. (2002): *Zarys historii dydaktyki chemii*, [w:] Dydaktyka chemii (red. Burewicz A. i Gulińska H.), Wyd. Naukowe UAM, Poznań
- Błaszak D. (2007): *Badania znajomości historii chemii przez uczniów szkół ponadgimnazjalnych* (praca magisterska), AJD, Częstochowa
- Brock W.H. (1999): *Historia chemii*, Prószyński i S-ka, Warszawa
- Galska-Krajewska A., Pazdro K.M. (1990): *Dydaktyka chemii*, PWN, Warszawa
- Hellberg J. (2006): *Aspekt historyczny w nauczaniu chemii w szkole ogólnokształcącej* [w:] *Badania w dydaktyce przedmiotów przyrodniczych* (red. Paśko J.R. & Nodzyńska M.), Wyd. AP, Kraków
- Mierzecki R. (1985): *Historyczny rozwój pojęć chemicznych*, PWN, Warszawa

Ruziewicz Z. (1998): *Ludzie i dzieła: studia nad historią chemii na ziemiach polskich*, Wyd. TINTA, Wrocław

Waclawek W. (1996): *Chemia – Dydaktyka – Ekologia*, nr 1-2, s. 65

Czesław Puchała

Instytut Chemii, Ochrony Środowiska i Biotechnologii

Akademia im. Jana Długosza

Częstochowa, PL

Wiedza wyjściowa studentów studiów stacjonarnych i niestacjonarnych rozpoczynających naukę w ramach kursu „Chemia organiczna I” na kierunku biologia na Uniwersytecie Pedagogicznym w Krakowie

Paulina Zimak

Waldemar Tejchman

Wstęp

Na efektywny proces kształcenia wpływ ma wiele czynników: metoda kształcenia, odpowiedni dobór środków dydaktycznych, nauczyciel prowadzący proces kształcenia, a także kwalifikacje intelektualne studentów uczestniczących w tym procesie. Pod pojęciem kwalifikacji intelektualnych należy rozumieć: predyspozycje psychofizyczne, zainteresowania przedmiotowe, poziom intelektualnego pobudzenia i przedmiotową wiedzę wyjściową [Wołek i in., 2007].

Argumentem skłaniającym do podjęcia badań nad problematyką kształcenia chemicznego studentów są wieloletnie obserwacje nauczycieli akademickich Uniwersytetu Pedagogicznego, a także wyniki badań ankietowych przeprowadzonych przez Bartoszewicz i Gulińską [2007] wskazujące na trudności studentów z uczeniem się chemii organicznej. Dodatkowo, raporty maturalne, jak choćby Raport matura 2010, wskazują, że tak jak w latach ubiegłych, połowę zadań najtrudniejszych stanowią zadania z zakresu chemii organicznej. Egzamin maturalny pokazuje, że w wielu szkołach brakuje czasu na gruntowne powtórzenie tych zagadnień – są one omawiane najczęściej na zakończenie kursu chemii [Raport matura, 2010]. Biorąc pod uwagę wyniki badań przeprowadzonych przez Paśko [2001] wskazujące, że około 16% ankietowanych nie zdawało sobie sprawy, że na studiach biologicznych są przedmioty chemiczne, a około 15% sądziło, że chemia będzie na poziomie nieprzekraczającym poziomu ich szkoły średniej – słuszne wydaje się podjęcie niniejszych badań.

Badania przeprowadzone przez Paśko [2001] wykazały, że do najważniejszych przyczyn trudności uczenia się chemii przez studentów biologii należą: brak motywacji, braki wyniesione ze szkoły średniej, brak informacji o zakresie materiału realizowanego na studiach w ramach poszczególnych przedmiotów, zachodzenie transferu ujemnego.

Studenci przystępujący do kursu „Chemia organiczna I” powinni posiadać wiadomości i umiejętności z chemii w aspekcie podstawowych, „nowoczesnych” teorii i modeli, w tym: kwantowej teorii budowy atomu, teorii wiązań chemicznych, efektów elektronowych w związkach chemicznych, teorii kwasów i zasad Brønsteda-Lowry’ego, teorii kwasów i zasad Lewisa. Należy mieć na uwadze fakt, że teorie te pojawiają się stosunkowo późno w kształceniu chemicznym. Uczniowie często spotykają się z tymi teoriami, modelami po raz pierwszy w szkole ponadgimnazjalnej w klasie o profilu z rozszerzoną chemią, bądź dopiero na studiach w ramach kursów z podstaw chemii, chemii ogólnej i analitycznej, realizowanych bezpośrednio przed kursem „Chemia organiczna I”. Wcześniej, w procesie kształcenia chemicznego wprowadzane są starsze teorie, bardziej uproszczone. Dane literaturowe wskazują, że przechodzenie w trakcie nauczania od teorii starszych do nowszych stanowi za każdym razem barierę, którą uczniowie muszą pokonać. Powstaje wtedy dysonans poznawczy rzutuujący na dalszą efektywną naukę [Festinger, 1957 za Nodzyńska, 2010].

Celem badań było określenie poziomu wiedzy wyjściowej, dotyczącej znajomości podstawowych teorii i modeli chemicznych, studentów studiów stacjonarnych i niestacjonarnych studiujących na kierunku biologia na Uniwersytecie Pedagogicznym w Krakowie. W szczególności starano się odpowiedzieć na następujące pytania problemowe:

1. Czy poziom wiadomości i umiejętności z chemii studentów studiów stacjonarnych i niestacjonarnych przystępujących do kursu „Chemia organiczna I” jest taki sam?
2. Czy struktura: wiekowa, typu ukończonej szkoły ponadgimnazjalnej, lokalizacji szkoły ponadgimnazjalnej, profilu klasy w szkole ponadgimnazjalnej, oceny z chemii na świadectwie ukończenia szkoły ponadgimnazjalnej, przystąpienia do egzaminu maturalnego z chemii, oceny dotyczącej uczenia się chemii (Czy lubisz uczyć się chemii?), oceny własnych wiadomości i umiejętności z chemii – studentów studiów stacjonarnych różni się od struktury studentów studiów niestacjonarnych?
3. Czy są, a jeśli tak, to jakie czynniki i z jaką siłą wpływają one na wyniki punktowe osiągnięte przez studentów w preteście?
4. Czy studenci studiów stacjonarnych i niestacjonarnych z jednakową łatwością rozwiązują poszczególne zadania w teście sprawdzającym, odwołujące się różnych teorii i modeli chemicznych?

Aby odpowiedzieć na postawione wyżej pytania problemowe, postanowiono sprawdzić następujące hipotezy badawcze:

1. Studenci studiów stacjonarnych i niestacjonarnych uzyskują taką samą liczbę punktów w preteście.
2. Struktura: wiekowa, typ ukończonej szkoły ponadgimnazjalnej, lokalizacja szkoły ponadgimnazjalnej, profil klasy w szkole ponadgimnazjalnej, oceny z chemii na świadectwie ukończenia szkoły ponadgimnazjalnej, przystąpienie do egzaminu maturalnego z chemii, oceny dotyczącej uczenia się chemii, oceny własnych wiadomości i umiejętności z chemii – studentów stacjonarnych i niestacjonarnych jest taka sama.
3. Typ ukończonej szkoły ponadgimnazjalnej, lokalizacja szkoły ponadgimnazjalnej, profil klasy w szkole ponadgimnazjalnej, ocena z chemii na świadectwie ukończenia szkoły ponadgimnazjalnej, przystąpienie do egzaminu maturalnego z chemii, ocena subiektywna studentów dotycząca uczenia się chemii, jako odpowiedź na pytanie: czy lubisz uczyć się chemii?, ocena subiektywna studentów w kwestii posiadanych wiadomości i umiejętności z chemii – wpływa na wyniki osiągnięte przez studentów w preteście.
4. Studenci studiów stacjonarnych i niestacjonarnych z jednakową łatwością rozwiązują poszczególne zadania w preteście, odwołujące się różnych teorii i modeli chemicznych.

Material i metody

Zajęcia z „Chemii organicznej I” są przewidziane w planie studiów licencjackich dla studentów pierwszego roku biologii. Formalnym zakończeniem kursu jest złożenie przez studentów egzaminu pisemnego. Na realizację treści kształcenia – kursu „Chemia organiczna I” przeznaczonych jest 15 godzin wykładu oraz 30 godzin ćwiczeń laboratoryjnych. Badaniu poddano 61 studentów studiów stacjonarnych i 23 studentów studiów niestacjonarnych kierunku biologia na Uniwersytecie Pedagogicznym w Krakowie, stanowiących dwie próby badawcze.

Próby badawcze powinny być prostymi próbami losowymi, gdyż takie założenie jest wymagane we wnioskowaniu statystycznym i stanowi podstawę do wyciągania wniosków wykraczających poza badane próby. Próby w badaniach nie zostały pobrane losowo, gdyż w badaniu uczestniczą konkretne próby studentów studiujących biologię w roku akademickim 2010/2011 na Uniwersytecie Pedagogicznym. W ramach danego roku akademickiego mamy do czynienia tylko z dwiema próbami: biologia studia stacjonarne (dużo bardziej liczna) i biologia studia niestacjonarne (mniej liczna). W tego typu sytuacjach, w których nie zastosowano ścisłych procedur losowego pobierania prób, istnieje możliwość uzasadnionego wnioskowania, jeśli sprawdzi się czy badane zmienne (cechy) różnią się istotnie, czy też nie w odniesieniu do większej grupy bądź populacji. Przyjmując uzasadnienie za Ferguson i Takane [2003], jeśli wybrana próba nie różni się istotnie pod względem badanych cech od większej grupy bądź populacji, nie wykazuje zniekształceń, zatem może nie różnić się od próby losowej, jeśli chodzi o te cechy. Badacz może

uznać wybraną próbę za reprezentatywną dla większej grupy bądź populacji i traktować jakby była próbą losową. Trwają badania mające na celu zweryfikowanie interesujących zmiennych w kontekście większej grupy – studentów biologii Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie.

Badania zostały przeprowadzone w drugim semestrze roku akademickiego 2010/2011, na pierwszych zajęciach w ramach kursu z chemii organicznej. W celu zweryfikowania poziomu wiadomości i umiejętności studentów przystępujących do kursu „Chemia organiczna I”, studenci nie zostali wcześniej poinformowani o planowanych badaniach. Studenci poddani badaniu uczestniczyli, w ramach kształcenia uniwersyteckiego, we wcześniejszych kursach z chemii: chemia ogólna i analityczna.

Badania zostały podzielone na dwie części:

1. wypełnienie przez każdego badanego **kwestionariusza badań**. Kwestionariusz badań, to narzędzie niezbędne do charakterystyki studentów. Kwestionariusz rozdano przed pretestem, czas przeznaczony na wypełnienie kwestionariusza: 10 minut (Załącznik 1). Kwestionariusz nie był anonimowy.
2. rozwiązywanie zadań w teście sprawdzającym (**preteście**), służące określeniu poziomu wiedzy wyjściowej studentów; czas przeznaczony na rozwiązanie zadań pretestowych: 30 minut.

Zadania pretestowe zostały przygotowane w oparciu o kartę kursu „Chemia organiczna I – warunki wstępne” [Tejchman, 2007; Nodzyńska i in., 2011] oraz Podstawę Programową. Zakłada się, że studenci w ramach innych kursów (chemia ogólna, chemia analityczna) bądź wcześniejszej edukacji opanowali wiadomości i umiejętności z zakresu:

1. kwantowej teorii budowy atomu;
2. teorii wiązań chemicznych;
3. efektów elektronowych w związkach chemicznych;
4. teorii kwasów i zasad;
5. rysowania wzorów strukturalnych;
6. wykonywania obliczeń stechiometrycznych oraz obliczeń dotyczących wydajności reakcji;
7. i innych.

Równoległe, tworząc zadania pretestowe, opracowywano klucz odpowiedzi (Załącznik 2) i szczegółową analizę zadań w preteście obejmującą: typ zadania, cel poszczególnego zadania w kontekście badań, kategorię danego zadania według Niemierko, liczbę punktów możliwą do uzyskania za rozwiązanie danego zadania oraz uwagi do zadań. Powyższe dane zestawiono w tabeli 1.

Liczbę punktów, uzyskanych przez studenta w preteście, przyjęto za miarę posiadanych wiadomości i umiejętności z chemii (wiedza wyjściowa studenta).

Istotność różnicy między średnią liczbą punktów, uzyskanych w preteście przez studentów studiów stacjonarnych i niestacjonarnych, sprawdzono za pomocą testu t Studenta dla dwóch prób niezależnych (test jednostronny). Rozkłady empiryczne zmiennych (cech) dla studentów studiów stacjonarnych i niestacjonarnych sprawdzono za pomocą testu χ^2 jednorodności. Test χ^2 niezależności posłużył do sprawdzenia współzależności między badanymi cechami. Siłę związku między wynikiem w preteście uzyskiwanym przez studentów i zmiennymi mającymi wpływ na ten wynik badano za pomocą współczynnika korelacji ϕ (dla tabeli czteropolowej) i V Cramera (dla tabeli wielodzielczej: 2×3). Uporządkowanie zadań od najłatwiejszego do najtrudniejszego badano za pomocą współczynnika R korelacji porządku rang Spearmana.

Hipotezy zerowe falsyfikowano na poziomie istotności $\alpha=0,05$. Wszystkie obliczenia wykonano za pomocą programu STATISTICA wersja 7.1.

Tabela 1. Charakterystyka zadań w preteście.

Lp.	Typ zadania		Cel zadania:	Kategoria wg Niemierko (1997)	Liczba punktów	*Uwagi
1	O	L	sprawdzenie znajomości definicji pojęć: kwas/zasada wg teorii Brønsteda-Lowry'ego	A	1	PR
2	O	L	sprawdzenie umiejętności określenia roli wody (według teorii Brønsteda-Lowry'ego) w reakcjach opisanych równaniem	C	2	PR
3a	O	KO	sprawdzenie umiejętności stosowania zasad nomenklatury prostych związków organicznych	C	1	PP
3b	O	KO	sprawdzenie umiejętności określenia typów hybrydyzacji orbitali poszczególnych atomów / kwantowa teoria budowy atomu/	C	1	PR
3c	O	KO	sprawdzenie umiejętności analizy struktury przestrzennej związków chemicznych	D	1	PR
3d	O	KO	sprawdzenie umiejętności określenia liczby wiązań π i wiązań σ w związku chemicznym	C	1	PR
3e	O	KO	sprawdzenie zrozumienia wiadomości dotyczących powstawania wiązań typu π	B	1	PR
4	O	KO	sprawdzenie umiejętności narysowania wzoru strukturalnego cząsteczki benzenu	C	1	PP
5	Z	WW	sprawdzenie umiejętności zaklasyfikowania konkretnej reakcji przebiegającej w danych warunkach (obecność katalizatora) do ogólnego typu reakcji chemicznej	C	1	PP
6	Z	WW	sprawdzenie umiejętności korzystania z podanych informacji (analiza zdania) dla określenia właściwości alkoholi w reakcji z sodem	C	1	PP
7	Z	WW	sprawdzenie znajomości pojęcia izomeria (rozróżnianie typów izomerii)	B	1	PR
8a	Z	P/F	sprawdzenie znajomości pojęcia izomeria (rozróżnianie typów izomerii)	B	1	PR
8b	Z	P/F	sprawdzenie znajomości zależności pomiędzy budową strukturalną izomerów a właściwościami fizycznymi i chemicznymi	A	1	PR
8c	Z	P/F	sprawdzenie umiejętności stosowania zasad nomenklatury prostych związków organicznych – z uwzględnieniem rozróżnienia izomerów <i>cis</i> / <i>trans</i>	C	1	PR
8d	Z	P/F	sprawdzenie umiejętności analizy i oceny budowy przestrzennej związków	D	1	PR
9	O	KO	sprawdzenie umiejętności analizy schematu reakcji i nazewnictwa związków organicznych	C	3	PP
10	O	KO	sprawdzenie umiejętności zapisania równania reakcji estyfikacji	C	1	PP
11	O	L	sprawdzenie znajomości definicji pojęć: kwas / zasada wg teorii Lewisa	A	1	PR
12	O	L	sprawdzenie umiejętności analizy efektów elektronowych w związkach chemicznych na podstawie równania	D	1	PR
13	O	KO	sprawdzenie umiejętności rozwiązywania zadań: wykonywania obliczeń stechiometrycznych oraz obliczeń dotyczących wydajności reakcji;	C	2	PP
Razem:					24 pkt	

Oznaczenia: O – zadanie otwarte; L – z luką, KO – krótkiej odpowiedzi; Z – zadanie zamknięte; WW – wielokrotnego wyboru, P/F – prawda/fałsz; PP – poziom podstawowy, PR – poziom rozszerzony; (z uwzględnieniem kształcenia akademickiego – kurs z chemii ogólnej, analitycznej, nieorganicznej);

***Uwagi** wg Podstawy Programowej Kształcenia Ogólnego dla Liceów Ogólnokształcących, Liceów Profilowanych, Techników, Uzupełniających Liceów Ogólnokształcących i Techników Uzupełniających (Załącznik nr 3) do Rozporządzenia Ministra Edukacji Narodowej z dnia 23 sierpnia 2007 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół. Źródło: http://bip.men.gov.pl/men_bip/akty_prawne/akty_prawne.php#20070823 oraz kursów z chemii realizowanych w ramach kształcenia studentów (chemia ogólna, analityczna, nieorganiczna)

Wyniki przeprowadzonych analiz statystycznych

Hipoteza 1:

Studenci studiów stacjonarnych i niestacjonarnych uzyskują taką samą liczbę punktów w preteście.

Przed zastosowaniem testu t Studenta zweryfikowano założenia testu t . Warunki umożliwiające stosowanie testu t zostały spełnione i można było zastosować ten test. Test t Studenta dla dwóch prób niezależnych posłużył do sprawdzenia hipotezy statystycznej, że średnia liczba punktów uzyskanych w teście przez studentów studiów stacjonarnych jest równa średniej punktów uzyskanych w teście przez studentów studiów niestacjonarnych. Sformułowano hipotezy statystyczne:

$$H_0: \mu_{\text{stacj.}} = \mu_{\text{n-stacj.}}$$

$$H_1: \mu_{\text{stacj.}} > \mu_{\text{n-stacj.}} \text{ (test prawostronny)}$$

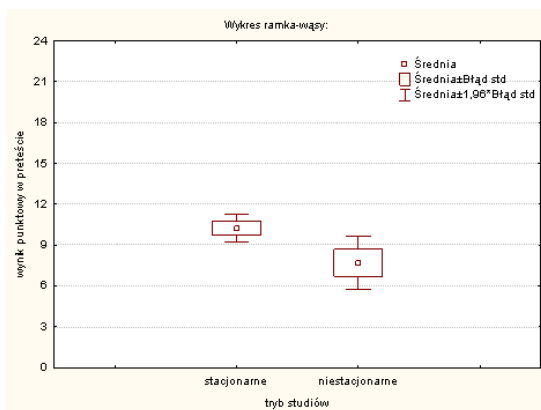
Wyniki testu t Studenta dla dwóch prób niezależnych przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Wyniki testu t Studenta dla dwóch prób niezależnych.

Grupująca: tryb studiów				
Grupa 1: stacjonarne		Grupa 2: niestacjonarne		
$\bar{x}_{\text{stacj.}}$	$\bar{x}_{\text{niestacj.}}$	t	df	p
10,2	7,7	2,440	82	0,0084

Objaśnienia: $\bar{x}_{\text{stacj.}}$ - średnia liczba punktów uzyskana w preteście przez studentów studiów stacjonarnych;
 $\bar{x}_{\text{niestacj.}}$ - średnia liczba punktów uzyskana w preteście przez studentów studiów niestacjonarnych;
t – wartość testu t Studenta, df – stopień swobody; p – prawdopodobieństwo testowe

Średnia studentów studiów stacjonarnych jest większa od średniej studentów studiów niestacjonarnych. Poziom wiadomości i umiejętności studentów studiów stacjonarnych jest istotnie wyższy niż studentów studiów niestacjonarnych. Średnia wyników w teście dla studentów studiów stacjonarnych wyniosła: 10,2 pkt, a studentów studiów niestacjonarnych: 7,7 pkt (Rys. 1). Powyższe średnie wskazują słabe opanowanie przez studentów wiadomości i umiejętności z chemii z wcześniejszych etapów kształcenia. Maksymalny wyniki punktowy możliwy do uzyskania w preteście wynosił: 24 pkt. Frakcja studentów o wyniku w preteście poniżej 12 punktów dla studentów studiów stacjonarnych wynosi $w=0,61$, a dla studentów studiów niestacjonarnych $w=0,83$. Wynik punktowy równy lub większy niż 12 punktów uzyskała frakcja $w=0,39$ studentów studiów stacjonarnych i $w=0,17$ studentów studiów niestacjonarnych.



Rys. 1. Porównanie średnich wyników w preteście studentów studiów stacjonarnych i niestacjonarnych.

Hipoteza 2:

Struktura: wiekowa, typ ukończonej szkoły ponadgimnazjalnej, lokalizacja szkoły ponadgimnazjalnej, profil klasy w szkole ponadgimnazjalnej, oceny z chemii na świadectwie ukończenia szkoły ponadgimnazjalnej, przystąpienie do egzaminu maturalnego z chemii, oceny dotyczącej uczenia się chemii, oceny własnych wiadomości i umiejętności z chemii – studentów stacjonarnych i niestacjonarnych jest taka sama.

W związku z otrzymanym wynikiem testu t Studenta sformułowano wniosek merytoryczny, że studenci studiów stacjonarnych uzyskują w pretestach chemicznych lepsze wyniki, niż studenci studiów niestacjonarnych. Postanowiono sprawdzić, czy pod względem niżej wymienionych cech (zmiennych) charakteryzujących próbę studentów studiów stacjonarnych i niestacjonarnych, obie próby studentów różnią się, czy też nie. W tym celu zastosowano test χ^2 jednorodności. W nawiasach podano kategorie zmiennych.

- wiek (≤ 20 lat, > 20 lat);
- typ ukończonej szkoły ponadgimnazjalnej (LO, pozostałe);
- lokalizacja szkoły ponadgimnazjalnej (wieś, miasto: małe, średnie, duże);
- profil klasy w szkole ponadgimnazjalnej (chemiczny, niechemiczny);
- ocena z chemii na świadectwie ukończenia szkoły ponadgimnazjalnej (5, 4, ≤ 3);
- przystąpienie do egzaminu maturalnego z chemii (tak, nie);
- ocena subiektywna studentów dotycząca uczenia się chemii jako odpowiedź na pytanie: *Czy lubisz uczyć się chemii?* (tak, nie);
- ocena subiektywna studentów w kwestii posiadanych wiadomości i umiejętności z chemii (5-stopniowa skala Likerta – Załącznik 1). W analizie uwzględniono trzy kategorie: słabe, przeciętne, dobre. Nikt z badanych nie ocenił swoich wiadomości i umiejętności na bardzo dobre i zaawansowane.

Za pomocą testu χ^2 jednorodności weryfikowano hipotezy, że porównywane rozkłady empiryczne są jednorodne. W tabeli 3 przedstawiono wyniki testu χ^2 jednorodności. Dane zebrano przy użyciu kwestionariusza badań (Załącznik 1).

Tabela 3. Wyniki testowania hipotezy, że porównywane rozkłady są w obu próbach jednorodne.

Cecha	Próba	χ^2 Pearsona χ^2 NW χ^2 Yatesa*	df	p	Wniosek statystyczny
wiek	biologia 2010/2011 UP: stacjonarni a niestacjonarni	18,985 16,972 *16,152	1	0,00001 0,00004 0,00006	rozkłady nie są jednorodne
typ ukończonej szkoły ponadgim.		2,921 2,646 *1,772	1	0,08745 0,10381 0,18311	rozkłady są jednorodne
lokalizacja szkoły ponadgim.		1,024 1,021	3	0,79533 0,79609	rozkłady są jednorodne
profil klasy w szkole ponadgim.		0,001 0,001	1	0,98010 0,98010	rozkłady są jednorodne
ocena z chemii na ŚW ukoń. sz. ponadgim.		2,072 2,072	2	0,35481 0,35481	rozkłady są jednorodne
przystąpienie do matury z chemii		2,725 2,928	1	0,09877 0,08705	rozkłady są jednorodne
ocena subiektywna dot. uczenia się chemii		0,214 0,214	1	0,64331 0,64366	rozkłady są jednorodne
ocena subiektywna własnych wiadom. i umiej. z chemii		3,429 3,224	2	0,18004 0,19950	rozkłady są jednorodne

Objaśnienia: χ^2 Pearsona, χ^2 NW (Największej Wiarygodności), * χ^2 Yatesa (liczona dla tabel dwudzielnych 2×2 , gdy liczebności w podklasach są małe, mniejsze niż 10 (według niektórych autorów – mniejsze niż 5 – przyjęto również w powyższej analizie) – wartości statystyki χ^2 ; df – stopnie swobody; p – prawdopodobieństwo testowe.

Powyższa analiza wykazała, że rozkłady empiryczne uwzględnionych zmiennych są w obu próbach **jednorodnie**. Struktury tych prób ze względu na badane cechy niemal nie różnią się (Załącznik 3). Jedyne struktura wiekowa wykazuje wysoką niejednorodność. Na studiach stacjonarnych większość studiujących jest w wieku 19, 20 lat. Z kolei na studiach niestacjonarnych struktura wiekowa jest bardziej zróżnicowana i blisko połowę stanowią osoby starsze, w wieku powyżej 19, 20 lat. Postanowiono sprawdzić istotność tej obserwacji. Za pomocą testu *U* Manna-Whitney'a weryfikowano hipotezę, że mediany prób nie różnią się. Wyniki przedstawiono w tabeli 4.

Tabela 4. Wyniki testu *U* Manna-Whitney'a.

Zmienna	Sum. rang stacjonarne	Sum. rang niestacjonarne	U	Z	poziom p	Z popraw.	poziom p	2*Istr. dokł. p
wiek	2230,000	1340,000	339,000	- 3,63631	0,000277	- 3,93266	0,000084	0,000189

Objaśnienia: *U* – wartość testu dla małych liczebności < 20; *Z* – wartość testu z brana pod uwagę, gdy liczebności obu prób > 20; poziom p – prawdopodobieństwo testowe; *Z* popraw. – wartość testu skorygowana, gdy stosowany jest test ze względu na rangi wiązane w przypadku liczebności obu prób > 20; 2*Istr. dokł. p – dokładne prawdopodobieństwo związane z rozkładem statystyki *U* liczone dla prób o małej lub średniej liczebności, gdy nie występują rangi wiązane.

Prawdopodobieństwa testowe są mniejsze od założonego poziomu istotności. Należy odrzucić hipotezę zerową i przyjąć hipotezę alternatywną głoszącą, że mediany prób różnią się.

Hipoteza 3:

Typ ukończonej szkoły ponadgimnazjalnej, lokalizacja szkoły ponadgimnazjalnej, profil klasy w szkole ponadgimnazjalnej, ocena z chemii na świadectwie ukończenia szkoły ponadgimnazjalnej, przystąpienie do egzaminu maturalnego z chemii, ocena subiektywna studentów dotycząca uczenia się chemii, jako odpowiedź na pytanie: czy lubisz uczyć się chemii?, ocena subiektywna studentów w kwestii posiadanych wiadomości i umiejętności z chemii – wpływa na wyniki osiągane przez studentów w preteście.

W jaki sposób zmienne ujęte w hipotezie 3 wpływają na wyniki punktowe uzyskiwane przez studentów w preteście? W celu udzielenia odpowiedzi na powyższe pytanie zweryfikowano hipotezę niezależności cech za pomocą test χ^2 . Próby potraktowano łącznie w analizie niezależności cech ze względu na wcześniejsze wyniki testu jednorodności prób. Ponadto próbna analiza niezależności cech w próbie studentów studiów niestacjonarnych dla wielu zmiennych wymagała łączenia kategorii cech w większe podklasy, bowiem liczebności oczekiwane były znacząco mniejsze od wymaganych 5 (według niektórych autorów 10; por. Wołek, 2006). Dla danej cechy, wynik punktowy w preteście (zmienna zależna) rozpatrywano w dwóch kategoriach: wynik <12 punktów oraz ≥ 12 punktów. Dla każdej zmiennej, za pomocą testu χ^2 weryfikowano hipotezę, że zmienne są niezależne.

Tabela 5. Wyniki testowania hipotezy, że cechy są niezależne.

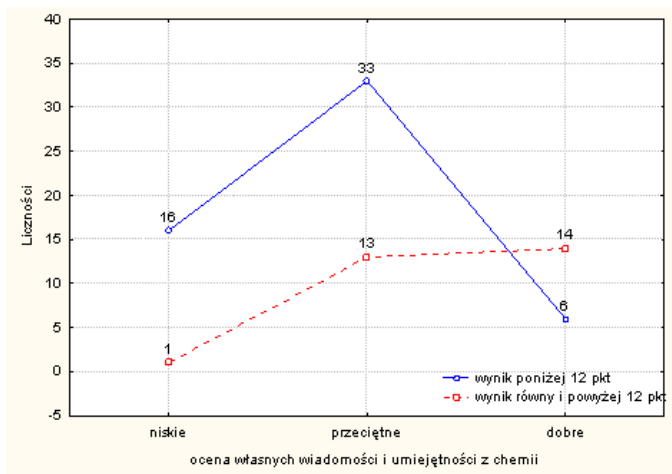
Zmienna zależna	Zmienna niezależna	χ^2 Pearsona	df	p	χ^2 NW	df	p	Wniosek statystyczny	Współczyn. korelacji ϕ ; * <i>V</i> Cramera
wynik w preteście (2 kategorie)	ocena własnych wiadomości i umiejętności (3 kategorie: niskie, przeciętne, dobre)	18,883	2	0,00008	19,999	2	0,00005	cechy są zależne	*0,474
	egzamin maturalny z chemii (2 kategorie: TAK/NIE)	4,707	1	0,03004	4,584	1	0,03227	cechy są zależne	0,237
	profil (2 kategorie: chem, n-chem)	3,965	1	0,04647	4,155	1	0,04150	cechy zależne na granicy istotności	0,219

Objaśnienia: χ^2 Pearsona, χ^2 NW (Największej Wiarygodności) – wartość statystyki testowej; df – stopnie swobody; p – prawdopodobieństwo testowe. Współczynnik korelacji ϕ Pearsona stosuje się dla tabeli czteropolowej, współczynnik *V* Cramera stosuje się dla tabeli wielodzietelnej, w tym przypadku 2 x 3.

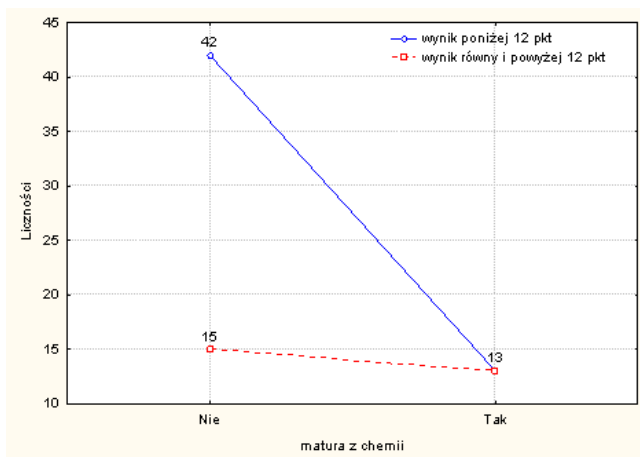
UWAGA: Stosując współczynnik *V* uzyskujemy pełną porównywalność między tablicami kontyngencji o rozmiarach w x k, a miarą ϕ dla tabel czteropolowych (Wołek, 2006).

Wyniki trzech analiz pozwoliły odrzucić hipotezę zerową i przyjąć hipotezę alternatywną głoszącą, że cechy są zależne. Stwierdzono, że z badanych zmiennych, najsilniej wpływa na wyniki osiągane w preteście zmienna „ocena własnych wiadomości i umiejętności” dokonywana przez studentów. O wiele słabszy wpływ na wynik testu ma zmienna „(nie)zdawanie egzaminu maturalnego z chemii”, a zwłaszcza zmienna „profil” (Tabela 5).

Studenti oceniający swoje wiadomości i umiejętności, jako dobre uzyskują lepsze wyniki w preteście. Studenci oceniający swoje wiadomości i umiejętności, jako niskie i przeciętne uzyskują gorsze wyniki. Oznacza to, że studenci obiektywnie oceniają swoje wiadomości i umiejętności (Rys. 2.). Współczynnik $V=0,474$ co oznacza, że siła związku między oceną własnych umiejętności i wiadomości, a uzyskaniem w preteście liczby punktów <12 lub ≥ 12 jest dość silna.



Rys. 2. Wykres interakcji ocena własnych umiejętności i wiadomości z chemii vs. wynik punktowy osiągnięty w preteście.



Rys. 3. Wykres interakcji egzamin maturalny (TAK / NIE) vs. wynik punktowy osiągnięty w preteście.

Fakt **zdawania** egzaminu maturalnego z chemii nie ma istotnego wpływu na wynik punktowy w preteście: jednakowa liczba studentów uzyskiwała wynik poniżej 12 punktów, jak i równy i powyżej 12 punktów. Jednakże **nie zdawanie** egzaminu maturalnego wpływa znacząco na gorszy wynik w preteście (Rys. 3.). Współczynnik $\varphi=0,237$ co oznacza, że siła związku między zadawaniem lub nie egzaminu maturalnego z chemii, a wynikiem punktowym jest dość słaba.

Siła związku między profilem w szkole ponadgimnazjalnej a wynikiem punktowym w preteście wynosi $\varphi=0,219$ i ten związek również można określić, jako słaby.

Hipoteza 4:

Studenci studiów stacjonarnych i niestacjonarnych z jednakową łatwością rozwiązują poszczególne zadania w preteście, odwołujące się do różnych teorii i modeli chemicznych.

Poszczególne zadania w preteście poddano analizie pod kątem łatwości zadania. Łatwość zadania to stosunek liczby punktów uzyskanych za rozwiązanie zadania przez uczniów biorących udział w testowaniu do maksymalnej liczby punktów możliwej do uzyskania przez tę liczbę uczniów.

W zadaniach punktowanych po dwa, trzy punkty zastosowano następujący wzór na obliczenie łatwości zadania [Niemierko 1999]:

$$p_x = \frac{\sum x}{nk}$$

gdzie:

- p_x - łatwość zadania
- $\sum x$ - suma punktów uzyskanych za rozwiązanie zadania przez n uczniów
- n - liczba uczniów testowanych
- k - maksymalna liczba punktów możliwych do uzyskania przez jednego ucznia za rozwiązanie zadania

W pozostałych zadaniach ocenianych dychotomicznie w skali 0-1 zastosowano uproszczony wzór:

$$p = \frac{n_p}{n}$$

gdzie:

- p - łatwość zadania punktowanego (0-1)
- n_p - liczba uczniów, którzy rozwiązali zadanie
- n - liczba uczniów testowanych

Dla każdego zadania obliczono łatwość według powyższych wzorów [Niemierko, 1999] a następnie nadano rangi poczynając od zadania najłatwiejszego (o największej proporcji łatwości) do najtrudniejszego (najmniejsza proporcja łatwości). Jednakowe rangi, tak zwane rangi wiązane, przypisano zadaniom o takim stopniu łatwości (Tabela 6).

Uporządkowanie zadań od najłatwiejszego do najtrudniejszego badano za pomocą współczynnika korelacji porządku rang Spearmana. Porównując wartość $p=0,000000$ i mniejszą od 0,05, odrzucono hipotezę zerową głoszącą, że nie ma zgodności między zbiorami rang. Stwierdzono, że uporządkowania są statystycznie zgodne. Współczynnik zgodności R Spearmana=0,879. Wynika z tego wniosek merytoryczny, że poszczególne zadania w preteście były dla studentów studiów stacjonarnych i niestacjonarnych jednakowo łatwe i/ lub trudne.

Szczegółowa analiza stopnia łatwości zadań wykazała, że do zadań bardzo trudnych dla studentów studiów stacjonarnych i niestacjonarnych należą zadania: 3b, 3c, 3e, 9, 10, 13.

Tabela 6. Łatwość poszczególnych zadań w preteście dla studentów studiów stacjonarnych i niestacjonarnych (w nawiasach podano rangi przypisane poszczególnym proporcjom stopnia łatwości do celu wykonania weryfikacji hipotezy o zgodności wzajemnej uporządkowań zadań).

nr zadania	Łatwość zadania dla studentów studiów stacjonarnych	Ocena łatwości zadania*	Łatwość zadania dla studentów studiów niestacjonarnych	Ocena łatwości zadania*
1	0,967 (1)	bardzo łatwe	0,348 (10)	trudne
2	0,869 (2)	łatwe	0,674 (3)	umiarkowanie trudne
3a	0,279 (12)	trudne	0,217 (12,5)	trudne
3b	0,115 (16,5)	bardzo trudne	0,000 (19,5)	bardzo trudne
3c	0,098 (18)	bardzo trudne	0,043 (17,5)	bardzo trudne
3d	0,246 (14)	trudne	0,217 (12,5)	trudne
3e	0,016 (20)	bardzo trudne	0,000 (19,5)	bardzo trudne
4	0,590 (8)	umiarkowanie trudne	0,522 (6)	umiarkowanie trudne
5	0,459 (10)	trudne	0,391 (9)	trudne
6	0,361 (11)	trudne	0,261 (11)	trudne
7	0,475 (9)	trudne	0,478 (7)	trudne
8a	0,623 (7)	umiarkowanie trudne	0,696 (2)	umiarkowanie trudne
8b	0,689 (6)	umiarkowanie trudne	0,652 (4)	umiarkowanie trudne
8c	0,836 (3,5)	łatwe	0,739 (1)	łatwe
8d	0,770 (5)	łatwe	0,565 (5)	umiarkowanie trudne
9	0,115 (16,5)	bardzo trudne	0,087 (16)	bardzo trudne
10	0,082 (19)	bardzo trudne	0,043 (17,5)	bardzo trudne
11	0,262 (13)	trudne	0,217 (12,5)	trudne
12	0,836 (3,5)	łatwe	0,435 (8)	trudne
13	0,180 (15)	bardzo trudne	0,130 (15)	bardzo trudne

*Jeśli łatwość zawarta jest między:

0,00-0,19 - bardzo trudne; 0,20-0,49 –trudne; 0,50-0,69 - umiarkowanie trudne; 0,70-0,89 - łatwe

0,90-1,00 - bardzo łatwe (skala przyjęta za Niemierko, 1999).

Zadania 3b, 3c, 3e to zadania związane z kwantową teorią budowy atomu. Studenci mają problemy z określeniem typu hybrydyzacji orbitali poszczególnych atomów węgla w pent-1-enie, jej konsekwencją, czyli budową przestrzenną związku chemicznego – problem z zaznaczeniem części płaskiej w pent-1-enie oraz teorią wiązań dotyczącą powstawania wiązań typu π . Pozostałe zadania z tej grupy dotyczą: analizy schematu równań reakcji chemicznych i podania nazw powstających kolejno związków chemicznych podstawowych grup funkcyjnych w chemii organicznej, zapisania równania reakcji estryfikacji, rozwiązania zadania tekstowego dwuetapowego związanego z wydajnością reakcji.

Do zadań trudnych dla obu prób należą zdania: 3a, 3d, 5, 6, 7, 11 oraz 1 i 12 dla studentów studiów niestacjonarnych. Zadanie te obejmują: nazwanie związku chemicznego na podstawie jego wzoru półstrukturalnego, określenie liczby wiązań π i σ w cząsteczce pent-1-enu, rozróżnianie podstawowych typów reakcji w chemii organicznej, określanie charakteru alkoholu w reakcji z sodem, rozróżnianiem typów izomerii, teorią kwasów i zasad Lewisa, teorią kwasów i zasad Brönsteda-Lowry’ego, modelem efektów elektronowych w związkach chemicznych.

Z powyższych rozważań wynika, że kwantowa teoria budowy atomu oraz wynikające z niej konsekwencje wpływające na przestrzenną budowę związków chemicznych, teoria kwasów i zasad Lewisa, efekty elektronowe w związkach chemicznych stanowią dla studentów zagadnienia trudne, niezrozumiałe.

Problemy z teoriami kwasów i zasad w badanych próbach związane są najprawdopodobniej z transferem ujemnym dotyczącym kolejności wprowadzania teorii w procesie kształcenia.

W gimnazjum, uczniowie poznają teorię dysocjacji elektrolitycznej Arrheniusa. W szkole ponadgimnazjalnej, w klasach o profilu z rozszerzoną chemią, uczniowie poznają teorię kwasów i zasad Brønsteda-Lowry'ego, a czasami teorię Lewisa. Niektórzy dopiero na studiach poznają nowsze teorie kwasów i zasad. Badania przeprowadzone, wśród uczniów liceum ogólnokształcącego oraz wśród studentów kierunków niechemicznych wykazały na trudności z prawidłowym przyswojeniem przez nich teorii Brønsteda-Lowry'ego. Jak stwierdzono, przyczyną jest zachodzenie transferu ujemnego wywołanego wprowadzoną wcześniej teorią Arrheniusa [Nodzyńska, Paško, 2004].

Duże trudności studentów, w zrozumieniu podstaw teorii kwantowej budowy atomu, być może wynikają z jej późnego wprowadzenia do procesu kształcenia chemicznego. Pierwsze spotkanie niektórych uczniów z tą teorią ma miejsce w szkole ponadgimnazjalnej w klasie o profilu z rozszerzoną chemią, niektórzy zaś uczniowie dopiero, jako studenci zapoznają się z tą teorią. Zakodowane wcześniejsze teorie i modele budowy atomu z nich wynikające, stanowią barierę, którą uczniowie muszą pokonać, a to wymaga czasu i sprawnej pomocy dydaktyczno-merytorycznej.

Podsumowanie

Wyniki przeprowadzonych badań wskazują, że:

- Studenci studiów stacjonarnych osiągają lepsze wyniki w preteście niż studenci studiów niestacjonarnych.

- Poziom wiedzy wyjściowej studentów może znacząco wpływać na dalsze kształcenie chemiczne – w tym np. kurs z chemii organicznej I, gdyż wynik w preteście poniżej 12 punktów uzyskała frakcja studentów studiów stacjonarnych $w=0,61$, frakcja studentów studiów niestacjonarnych $w=0,83$.

- Prowadzący kurs z chemii organicznej nie mogą bazować na wyjściowej wiedzy studentów;

- Siła związku między oceną własnych umiejętności i wiadomości, a uzyskaniem w preteście liczby punktów <12 lub ≥ 12 jest dość silna. Pozytywna ocena własnych wiadomości i umiejętności wpływa na lepsze wyniki punktowe uzyskiwane w preteście. Studenci obiektywnie oceniają swoje wiadomości i umiejętności. Należy zwrócić uwagę na ten czynnik w trakcie prowadzenia procesu kształcenia i tworzyć sytuacje aktywizujące i wpływające na poziom samooceny studentów w kwestii posiadanych przez nich wiadomości i umiejętności.

- Siła związku między zadawaniem lub nie egzaminu maturalnego z chemii, a wynikiem punktowym jest dość słaba.

- Stwierdzono związek na granicy istotności między profilem w klasie szkoły ponadgimnazjalnej a wynikiem punktowym uzyskiwanym w preteście.

- Należy podjąć działania metodyczne optymalizujące efektywność kształcenia chemicznego studentów:

a. wprowadzenie kursów wyrównawczych dla słabszych;

b. prowadzenie kursu na poziomie uniwersyteckim z zastosowaniem odpowiednio przygotowanych środków dydaktycznych;

- Struktura studentów studiów stacjonarnych i niestacjonarnych, pod względem rozpatrywanych zmiennych, różni się jedynie w aspekcie wieku badanych.

- W badaniu nie udało się ustalić zmiennej wpływającej na lepsze wyniki osiągnięte przez studentów studiów stacjonarnych.

- Poszczególne zadania w preteście były dla studentów studiów stacjonarnych i niestacjonarnych jednakowo łatwe i/ lub trudne.

- Do najtrudniejszych zagadnień należą: kwantowa teoria budowy atomu, teorie kwasów i zasad, model efektów elektronowych w związkach chemicznych. Prawdopodobnie przyczyną należy upatrywać w zjawisku transferu ujemnego.

- W procesie kształcenia na niższych etapach należy zwrócić uwagę na sposób wprowadzania, tworzenie powiązań między zagadnieniami, by studenci nie traktowali pewnych aspektów

oddzielnie, a jako konsekwencje danych założeń teoretycznych.

- Należy umiejętnie wprowadzać teorie, mając na uwadze wpływ transferu ujemnego na proces kształcenia i fakt, że wprowadzanie na początku procesu kształcenia chemicznego zbyt uproszczonych modeli i definicji utrudnia na dalszych etapach nauczania asymilowanie przez uczniów pełnych i poprawnych definicji i rozumienie nowszych modeli i teorii [Nodzyńska, 2010].

Literatura:

- Bartoszewicz, M. & Gulińska, H. (2007). *Tworzenie programów multimedialnych dla studentów - narzędzia pracy informatycznej* In I. Maciejowska, M. Ruzsak & S. Witkowski (Eds.), *Wykorzystanie technologii informatycznych w akademickiej dydaktyce chemii*, (pp. 47–53). Kraków.
- Ferguson, G.A., Takane, Y. (2003). *Analiza statystyczna w psychologii i pedagogice*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Niemierko, B. (1997). *Między oceną szkolną a dydaktyką. Bliżej dydaktyki*. Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, s. 85-92.
- Niemierko, B. (1999). *Pomiar wyników kształcenia*. Warszawa: Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, s. 152-154.
- Nodzyńska, M. (2010). *Pojęcia i definicje chemiczne w ujęciu kognitywistycznym*. Kraków: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Pedagogicznego, s. 11, 66, 68.
- Nodzyńska, M., Paško, J.R. (2004). *Dlaczego teorię kwasów i zasad Arrheniusa należy zastąpić teorią Brønsteda i Lowry'ego?* [w:] *Chemické rozhl'ady*. 5. - Bratislava: Iuventa, s. 128-131.
- Nodzyńska, M., Paško, J.R., Zimak, P. (2011). *Rola animacji komputerowych w nauczaniu o reakcjach w chemii organicznej-rozważania wstępne*. [w:] *Metodologické otázky výzkumu v didaktice chemie: mezinárodní seminár doktorandského štúdia*. – Trnava, 2011.
- Paško, J.R. (2001). *Trudności w kształceniu chemicznym studentów biologii* [w:] *Chemia w kształceniu studentów wydziałów niechemicznych: II Konferencja Naukowo-Dydaktyczna SGGW Warszawa 26 – 27 IV 2001*. Warszawa: SGGW. s. 25-28.
- Podstawa Programowa dla Kształcenia Ogólnego dla Liceów Ogólnokształcących, Liceów Profilowanych, Techników, Uzupełniających Liceów Ogólnokształcących i Techników Uzupełniających (Załącznik nr 3) do Rozporządzenia Ministra Edukacji Narodowej z dnia 23 sierpnia 2007 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie podstawy programowej wychowania przedszkolnego oraz kształcenia ogólnego w poszczególnych typach szkół.
- Raport matura 2010. http://www.cke.edu.pl/images/stories/001_Matura/WYNIKI/raport_matura_2010.pdf
- StatSoft, Inc. (2005). *STATISTICA* (data analysis software system), version 7.1. www.statsoft.com.
- Tejchman, W. (2007). *Karta kursu chemia organiczna I*. Załącznik nr 2 do zarządzenia Rektora nr R-12/2007
- Wołek, J. (2006). *Wprowadzenie do statystyki dla biologów*. Kraków: Wydawnictwo Naukowe Akademii Pedagogicznej, s. 235.
- Wołek, J., Potyrała, K., Walosik, A. (2007). *Wpływ przedmiotowej wiedzy wyjściowej na sukces w procesie dydaktycznym* [w:] Suska-Wróbel, R.M., Majcher, I. (red.), *Dydaktyka biologii wobec wyzwań współczesności*. Gdańsk: Fundacja Rozwoju Uniwersytetu Gdańskiego.

Załącznik 1.

PRETEST diagnostyczny w badaniach

Rola animacji komputerowych w nauczaniu o mechanizmach reakcji w chemii organicznej studentów Uniwersytetu Pedagogicznego w Krakowie na kierunku biologa

Poniższy pretest ma posłużyć do zebrania danych niezbędnych do zdiagnozowania wstępnego prób biorących udział w badaniu. Szczegółowe dane personalne są niezbędne w analizie statystycznej prowadzonych badań. Dane poniższe służą **wyłącznie do celów naukowo-dydaktycznych** związanych z prowadzonymi badaniami w Zakładzie Chemii i Dydaktyki Chemii Uniwersytetu Pedagogicznego im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie.

Informacje ogólne:

Proszę o wypełnienie poniższego kwestionariusza badań.

Ogólne dane o uczestnikach badań – czynniki klasyfikacyjne
Metoda nauczania: tradycyjna
Imię i Nazwisko:
Wiek:
Kierunek studiów:
Typ ukończonej szkoły ponadgimnazjalnej. Właściwe pole zaznacz znakiem X
<input type="checkbox"/> liceum ogólnokształcące <input type="checkbox"/> liceum profilowane <input type="checkbox"/> technikum <input type="checkbox"/> inne
Lokalizacja szkoły ponadgimnazjalnej. Właściwe pole zaznacz znakiem X
<input type="checkbox"/> wieś <input type="checkbox"/> małe miasto do 50 tys. <input type="checkbox"/> średnie miasto 50-200 tys. <input type="checkbox"/> duże miasto powyżej 200 tys.
Profil klasy w szkole ponadgimnazjalnej:
Ocena z chemii na świadectwie ukończenia szkoły ponadgimnazjalnej:
Rok uzyskania świadectwa dojrzałości:
Matura z chemii: TAK / NIE
Poziom podstawowy / rozszerzony <i>Znaczy kółkiem właściwą odpowiedź.</i>
Wynik w % z chemii na świadectwie maturalnym:
Podręcznik do chemii w szkole ponadgimnazjalnej <i>(autor, tytuł, wydawnictwo, poziom podstawowy czy rozszerzony)</i>
Ocena subiektywna:
Czy lubisz uczyć się chemii? TAK / NIE <i>Znaczy kółkiem właściwą odpowiedź</i>
Jak oceniasz swoje wiadomości i umiejętności z chemii? Zaznacz kółkiem właściwą odpowiedź.
Niskie --- Przeciętne --- Dobre --- Bardzo dobre --- Zaawansowane
Jeśli miałeś problem z uczeniem się chemii, to jakie zagadnienia przysporzyły Ci najwięcej trudności w uczeniu się? Odpowiedz wpisując swoje uwagi.
W jaki sposób uczysz się najczęściej i najefektywniej? (czytając, pisząc, działając, obserwując, słuchając)

Załącznik 2.

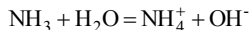
Klucz odpowiedzi i punktowania do zadań

Zadanie 1. (1 pkt)

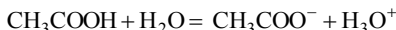
Zgodnie z teorią Brönsteda-Lowry'ego substancja zdolna do oddania protonu (protonodawca = donator protonów) to **kwas**. Substancja zdolna do przyjęcia protonu (protonobiorca = akceptor protonów) to **zasada**.

Zadanie 2. (2 pkt)

Określ, jaką rolę według teorii Brönsteda-Lowry'ego pełni cząsteczka wody w reakcjach opisanych poniższymi równaniami:



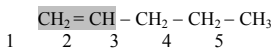
Woda pełni rolę: **kwasy (inne poprawne: protonodawca, donator protonów)**



Woda pełni rolę: **zasady (inne poprawne: protonobiorca, akceptor protonów)**

Zadanie 3. (5 pkt)

Na podstawie poniższego wzoru półstrukturalnego:

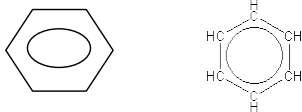


- Nazwij ten związek organiczny **pent-1-en** (1 pkt)
- Określ typ hybrydyzacji orbitali walencyjnych poszczególnych atomów węgla. (1 pkt)
 $1 - \text{sp}^2$; $2 - \text{sp}^2$; $3 - \text{sp}^3$; $4 - \text{sp}^3$; $5 - \text{sp}^3$
- Zaznacz w powyższym wzorze półstrukturalnym atomy leżące w jednej płaszczyźnie (część płaska). (1 pkt)
(punkt przyznano za zapis: 1 i 2)
- Ile **wiązań typu π** i ile **wiązań typu σ** występuje w cząsteczce tego związku? (1 pkt)
Liczba wiązań typu π : **1**
Liczba wiązań typu σ : **14**
- Napisz w jaki sposób powstają wiązania typu π . (1 pkt)
Wiązania typu π powstają wskutek bocznego nakładania się orbitali atomowych typu π .

Zadanie 4. (1 pkt)

Narysuj wzór strukturalny cząsteczki benzenu.

(punkt przyznano za każdy poprawny wzór strukturalny cząsteczki benzenu)



Zadanie 5. (1 pkt)

Benzen w reakcji z bromem w obecność katalizatora ulega reakcji:

- a) addycji b) eliminacji c) **substytucji** d) izomeryzacji

Zadanie 6. (1 pkt)

Alkohole reagując z sodem tworzą alkoholany. W reakcjach tych alkohole wykazują charakter:

- a) **kwasowy** b) zasadowy c) obojętny d) amfoteryczny

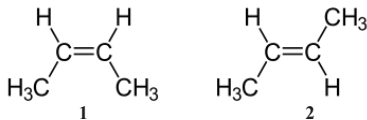
Zadanie 7. (1 pkt)

Butan i 2-metylopropan to związki chemiczne, które:

- są **względem siebie izomerami łańcuchowymi (szkieletowymi)**
- są względem siebie izomerami położeniowymi
- są względem siebie izomerami geometrycznymi
- są względem siebie izomerami funkcyjnymi

Zadanie 8. (4 pkt)

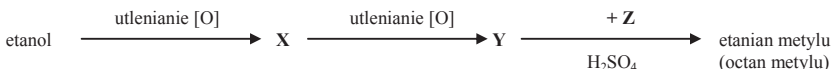
Poniżej przedstawiono dwa wzory związków.



Zaznacz X prawidłową odpowiedź:

a) Związki te są względem siebie izomerami geometrycznymi.	P	F
b) Właściwości chemiczne i fizyczne izomerów są identyczne.	P	F
c) Związek 1 to: <i>cis but-2-en</i> ; Związek 2: <i>trans but-2-en</i>	P	F
d) Kształt przestrzenny cząsteczek związku 1 i 2 jest jednakowy.	P	F

Informacja do zadań 9,10.

**Zadanie 9. (3 pkt)**

Podaj nazwy substancji oznaczonych na schemacie jako X,Y,Z:

Substancja X to: **etanal (aldehid octowy)**

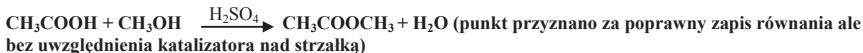
Substancja Y to: **kwasy etanowy (kwasy octowy)**

Substancja Z to: **metanol (alkohol metylowy)**

(nie przyznano punktu za podanie nazw głównych grup związków np. aldehyd, kwas, ester)

Zadanie 10. (1 pkt)

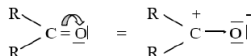
Zapisz równanie reakcji pomiędzy substratami Y i Z.

**Zadanie 11. (1 pkt)**

Zgodnie z teorią Lewisa substancja zdolna do oddania wolnej pary elektronowej to **zasada (donor)**. Substancja zdolna do przyjęcia wolnej pary elektronowej to **kwas (akceptor)**.

Zadanie 12. (1 pkt)

Na podstawie poniższego równania uzupełnij wykropkowane miejsca.



Przesunięcie elektronów tworzących wiązanie π następuje w stronę atomu **tłenu, (bardziej elektroujemnego)**. Atom tlenu uzyskuje cząstkowy ładunek **ujemny, -**, a atom węgla uzyskuje cząstkowy ładunek **dodatni, +**.

Zadanie 13. (2 pkt)

Proces fermentacji alkoholowej glukozy przebiega według równania:

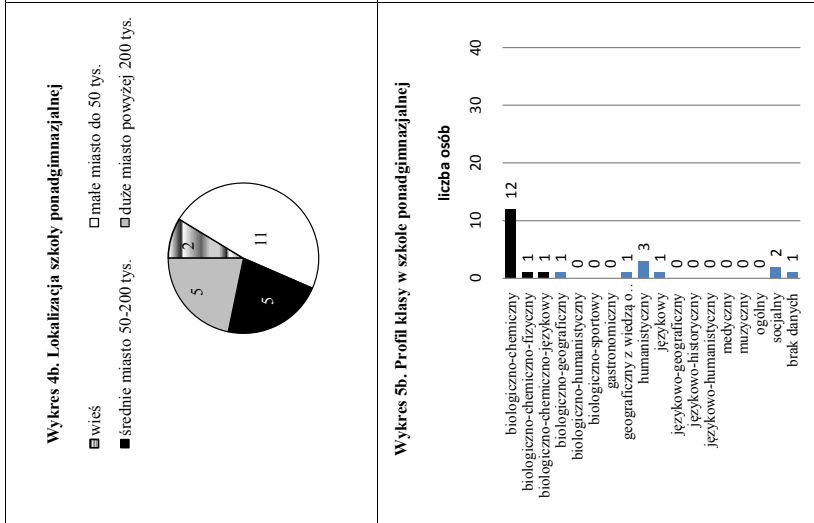
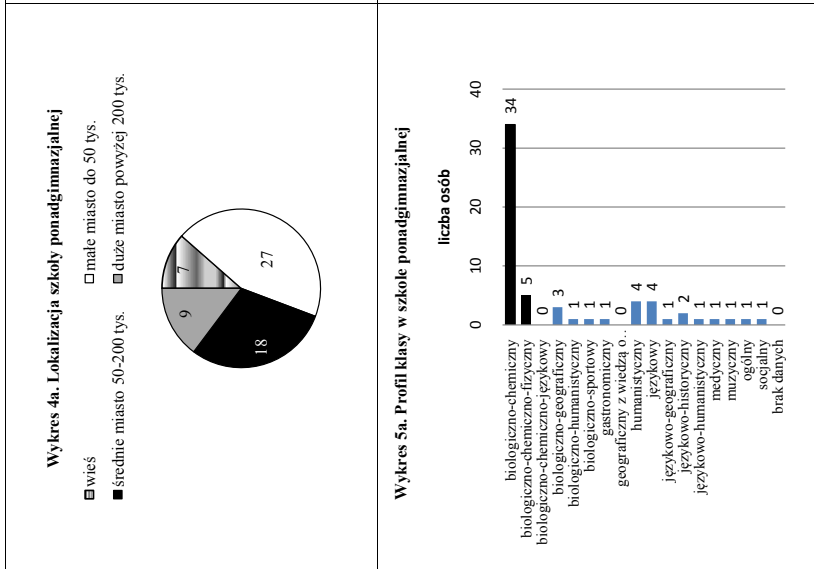


Oblicz ile dm^3 tlenu węgla(IV) powstanie, jeśli fermentacji alkoholowej poddano 18 kg glukozy a proces przebiega z 50% wydajnością. (Masa molowa glukozy: 180 g/mol) (punkt przyznano za logiczne, poprawne etapy rozwiązania zadania)

- Obliczenie objętości tlenu węgla(IV) z równania reakcji. (100% wydajność) (1 pkt)
 $0,18 \text{ kg glukozy} \text{ ----} 2 \cdot 22,4 \text{ dm}^3 \text{ (z równania)}$
 $18 \text{ kg glukozy} \text{ ----} \quad \quad \quad x \text{ dm}^3$
 $x = 4480 \text{ dm}^3$
- Obliczenie objętości tlenu węgla(IV) po uwzględnieniu 50% wydajności procesu (1pkt)
 $4480 \text{ dm}^3 \text{ ----} 100\%$
 $y \text{ dm}^3 \text{ ----} 50\%$
 $y = 2240 \text{ dm}^3$

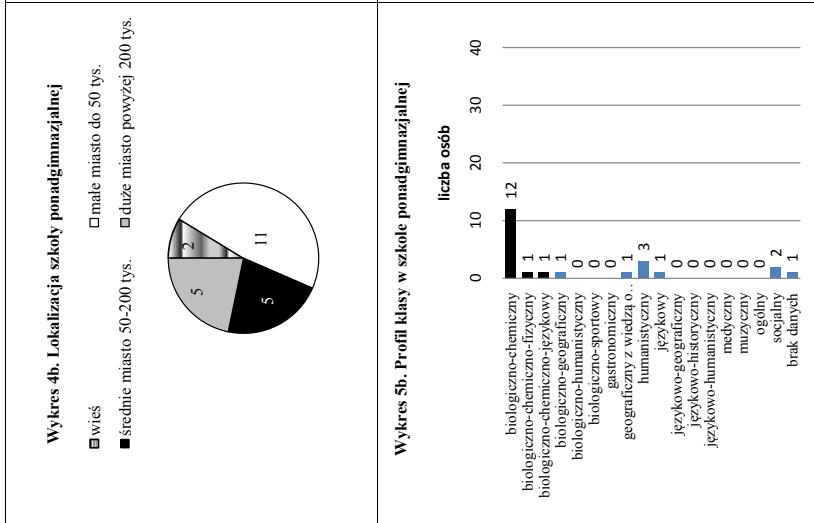
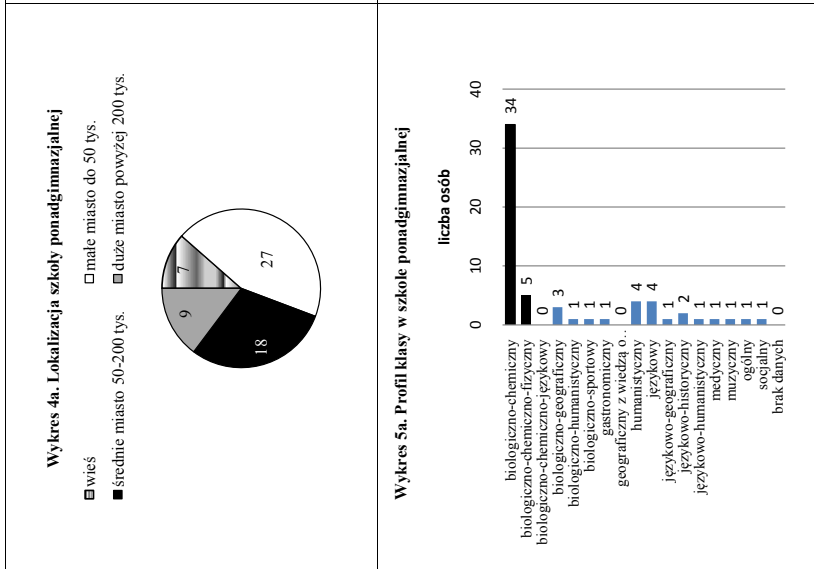
Załącznik 3. Porównanie prób: studenci studiów stacjonarnych a studenci studiów niestacjonarnych w roku akademickim 2010/2011. Wartości na cyklogramach (wykresach kołowych) wyrażają liczbę osób.

STUDENCI STACJONARNI BIOLOGIA UP (n=61)		STUDENCI NIESTACJONARNI BIOLOGIA UP (n=23)		KOMENTARZ																																										
<p>Wykres 1a. Podział ze względu na płeć</p> <p>□ kobiety ■ mężczyźni</p> <table border="1"> <caption>Data for Wykres 1a</caption> <thead> <tr> <th>Płeć</th> <th>Liczba osób</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>kobiety</td> <td>57</td> </tr> <tr> <td>mężczyźni</td> <td>4</td> </tr> </tbody> </table>	Płeć	Liczba osób	kobiety	57	mężczyźni	4	<p>Wykres 1a. Podział ze względu na płeć</p> <p>□ kobiety</p> <table border="1"> <caption>Data for Wykres 1a (non-stationary)</caption> <thead> <tr> <th>Płeć</th> <th>Liczba osób</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>kobiety</td> <td>23</td> </tr> </tbody> </table>	Płeć	Liczba osób	kobiety	23	<p>Wykres 2a. Struktura wiekowa badanej próby</p> <table border="1"> <caption>Data for Wykres 2a</caption> <thead> <tr> <th>wiek</th> <th>liczba osób</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>18</td><td>1</td></tr> <tr><td>19</td><td>30</td></tr> <tr><td>20</td><td>27</td></tr> <tr><td>21</td><td>1</td></tr> <tr><td>23</td><td>1</td></tr> <tr><td>25</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	wiek	liczba osób	18	1	19	30	20	27	21	1	23	1	25	1	<p>Wykres 2b. Struktura wiekowa badanej próby</p> <table border="1"> <caption>Data for Wykres 2b</caption> <thead> <tr> <th>wiek</th> <th>liczba osób</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>19</td><td>4</td></tr> <tr><td>20</td><td>9</td></tr> <tr><td>21</td><td>2</td></tr> <tr><td>22</td><td>2</td></tr> <tr><td>24</td><td>1</td></tr> <tr><td>25</td><td>1</td></tr> <tr><td>28</td><td>3</td></tr> <tr><td>45</td><td>1</td></tr> </tbody> </table>	wiek	liczba osób	19	4	20	9	21	2	22	2	24	1	25	1	28	3	45	1	<p>Na studiach stacjonarnych większość studujących jest w wieku 19, 20 lat. Na studiach niestacjonarnych struktura wiekowa jest bardziej zróżnicowana. Blisko połowę stanowią osoby starsze od 19, 20 lat.</p>
Płeć	Liczba osób																																													
kobiety	57																																													
mężczyźni	4																																													
Płeć	Liczba osób																																													
kobiety	23																																													
wiek	liczba osób																																													
18	1																																													
19	30																																													
20	27																																													
21	1																																													
23	1																																													
25	1																																													
wiek	liczba osób																																													
19	4																																													
20	9																																													
21	2																																													
22	2																																													
24	1																																													
25	1																																													
28	3																																													
45	1																																													
<p>Wykres 3a. Typ ukończonej szkoły ponadgimnazjalnej</p> <p>□ liceum ogólnokształcące ■ liceum profilowane □ technikum</p> <table border="1"> <caption>Data for Wykres 3a</caption> <thead> <tr> <th>Typ szkoły</th> <th>Liczba osób</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>liceum ogólnokształcące</td> <td>56</td> </tr> <tr> <td>liceum profilowane</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>technikum</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Typ szkoły	Liczba osób	liceum ogólnokształcące	56	liceum profilowane	4	technikum	1	<p>Wykres 3b . Typ ukończonej szkoły ponadgimnazjalnej</p> <p>□ liceum ogólnokształcące ■ liceum profilowane</p> <table border="1"> <caption>Data for Wykres 3b</caption> <thead> <tr> <th>Typ szkoły</th> <th>Liczba osób</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>liceum ogólnokształcące</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>liceum profilowane</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	Typ szkoły	Liczba osób	liceum ogólnokształcące	18	liceum profilowane	5	<p>Studenci studiów stacjonarnych jak i niestacjonarnych są najęcej absolwentami liceum ogólnokształcącego.</p>																														
Typ szkoły	Liczba osób																																													
liceum ogólnokształcące	56																																													
liceum profilowane	4																																													
technikum	1																																													
Typ szkoły	Liczba osób																																													
liceum ogólnokształcące	18																																													
liceum profilowane	5																																													

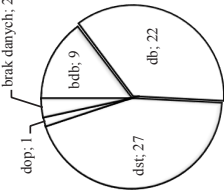
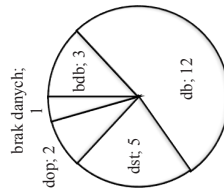
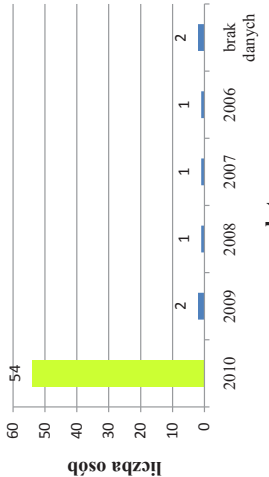
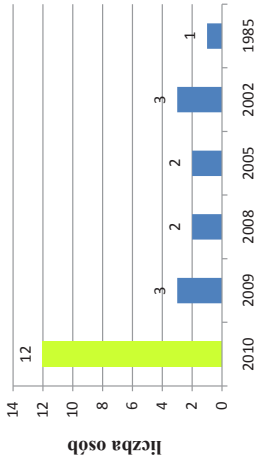


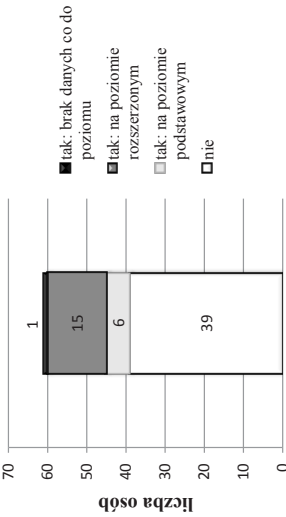
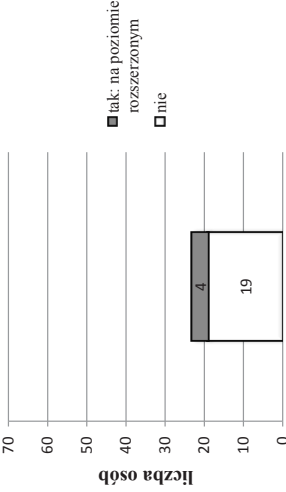
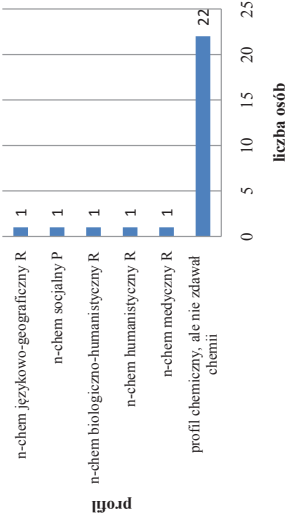
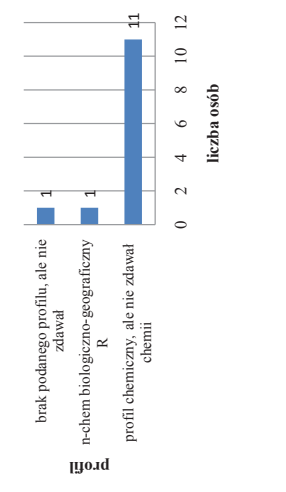
Blisko połowa studentów studiów stacjonarnych i niestacjonarnych uczęszczała do szkoły ponadgimnazjalnej zlokalizowanej w małym mieście do 50 tys. mieszkańców, najmniej uczęszczało do szkoły zlokalizowanej na wsi. Wśród studentów studiów niestacjonarnych jedynakowa liczba badanych uczęszczała do szkoły zlokalizowanej w średnim jak i dużym mieście. Wśród studentów studiów stacjonarnych dwa razy więcej badanych uczęszczało do szkoły zlokalizowanej w średnim mieście niż w dużym mieście.

Większość studentów w badanych próbach to absolwenci klas o rozszerzonym profilu chemicznym: frakcja w = 0,64 studentów studiów stacjonarnych i frakcja w = 0,60 studentów studiów niestacjonarnych to absolwenci klas o profilu z rozszerzoną chemią.

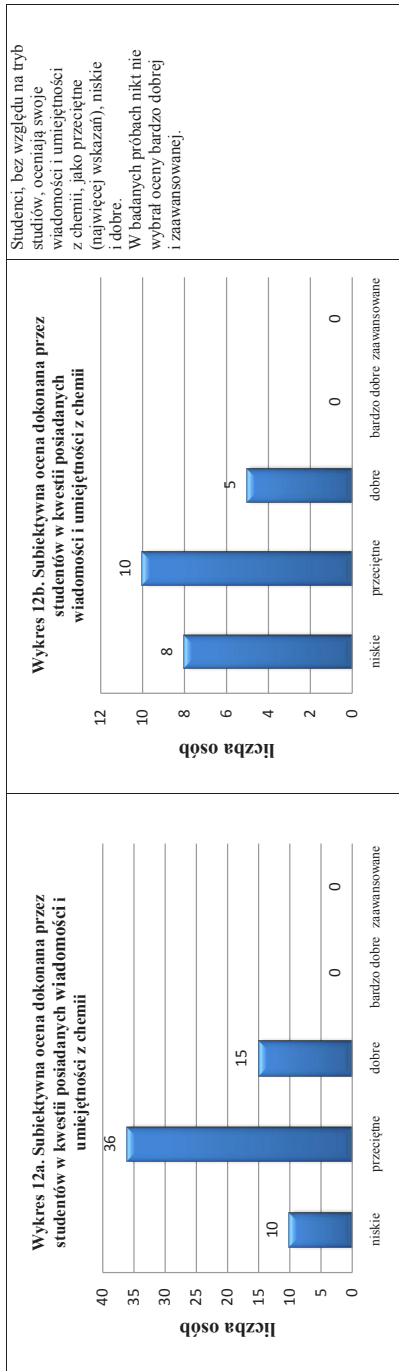


Większość studentów w badanych próbach to absolwenci klas o rozszerzonym profilu chemicznym: frakcja w = 0,64 studentów studiów stacjonarnych i frakcja w = 0,60 studentów studiów niestacjonarnych to absolwenci klas o profilu z rozszerzoną chemią.

<p>Wykres 6a. Ocena z chemii na świadectwie ukończenia szkoły ponadgimnazjalnej</p>  <p>brak danych; 2 dop; 1 bdb; 9 db; 22 dst; 27</p>	<p>Wykres 6b. Ocena z chemii na świadectwie ukończenia szkoły ponadgimnazjalnej</p>  <p>brak danych; 1 dop; 2 bdb; 3 dst; 5 db; 12</p>	<p>Studenci studiów stacjonarnych uzyskiwali na świadectwie ukończenia szkoły ponadgimnazjalnej najczęściej dostateczną ocenę z chemii. Studenci studiów niestacjonarnych uzyskiwali najczęściej ocenę dobrą.</p>
<p>Wykres 7a. Rok uzyskania świadectwa maturalnego</p>  <p>liczba osób</p> <p>lata</p>	<p>Wykres 7b. Rok uzyskania świadectwa maturalnego</p>  <p>liczba osób</p> <p>lata</p>	<p>Większość studentów (frakcja $w = 0,89$) studiów stacjonarnych i frakcja ok. $w = 0,50$ studentów studiów niestacjonarnych to osoby, które uzyskały świadectwo maturalne i w tym samym roku podjęły studia wyższe. Wśród studentów studiów niestacjonarnych frakcję ok. $w = 0,50$ stanowią osoby, które uzyskały maturę w latach wcześniejszych, co związane jest ze strukturą wiekową (por. Wykres 2b)</p>

<p>Wykres 8a. Czy zdawałaś(es) maturę z chemii na egzaminie maturalnym, jeśli tak to na jakim poziomie?</p>  <p>■ tak: brak danych co do poziomu ■ tak: na poziomie rozszerzonym ■ tak: na poziomie podstawowym □ nie</p>	<p>Na egzaminie maturalnym chemii nie zdawała: frakcja ok. $w = 0,64$ studentów studiów stacjonarnych; frakcja ok. $w = 0,83$ studentów studiów niestacjonarnych</p>
<p>Wykres 8b. Czy zdawałaś(es) maturę z chemii na egzaminie maturalnym, jeśli tak to na jakim poziomie?</p>  <p>■ tak: na poziomie rozszerzonym □ nie</p>	<p>Wykres 9a. Profil a (nie)zdawanie egzaminu maturalnego z chemii (n-chem - niechemiczny, R - poziom rozszerzony, P - poziom podstawowy)</p>  <p>profil</p>
<p>Wykres 9b. Profil a (nie)zdawanie egzaminu maturalnego z chemii (n-chem - niechemiczny, R - poziom rozszerzony, P - poziom podstawowy)</p>  <p>profil</p>	<p>Wykres 9b. Profil a (nie)zdawanie egzaminu maturalnego z chemii (n-chem - niechemiczny, R - poziom rozszerzony, P - poziom podstawowy)</p> <p>Wśród studentów studiów stacjonarnych (frakcja $w = 0,36$) nie zdawała chemii na egzaminie maturalnym, mimo uczęszczania do klasy o profilu z rozszerzoną chemią.</p> <p>Wśród studentów studiów niestacjonarnych (frakcja $w = 0,48$) nie zdawała chemii na egzaminie maturalnym, mimo uczęszczania do klasy o profilu z rozszerzoną chemią.</p> <p>Pojedyncze osoby z klas o innym profilu zdawały chemię na egzaminie maturalnym. Głównie na poziomie rozszerzonym.</p>

<p>Wykres 10a. Wynik procentowy uzyskany z chemii na egzaminie maturalnym</p> <table border="1"> <caption>Data for Wykres 10a</caption> <thead> <tr> <th>Wynik w %</th> <th>poziom podstawowy</th> <th>poziom rozszerzony</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20-29</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>30-39</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>40-49</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>50-59</td> <td>1</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>60-69</td> <td>1</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>70-79</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>80-89</td> <td>1</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	Wynik w %	poziom podstawowy	poziom rozszerzony	20-29	1	2	30-39	1	2	40-49	1	2	50-59	1	6	60-69	1	3	70-79	1	2	80-89	1	2	<p>Wykres 10b. Wynik procentowy uzyskany z chemii na egzaminie maturalnym</p> <table border="1"> <caption>Data for Wykres 10b</caption> <thead> <tr> <th>Wynik w %</th> <th>poziom</th> <th>poziom rozszerzony</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20-29</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>30-39</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>40-49</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>50-59</td> <td>2</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>60-69</td> <td>2</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>70-79</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>80-89</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Wynik w %	poziom	poziom rozszerzony	20-29	1	1	30-39	1	1	40-49	1	1	50-59	2	1	60-69	2	1	70-79	1	1	80-89	1	1	<p>Wśród studentów studiów stacjonarnych osoby zdające chemię na egzaminie maturalnym osiągały wyniki % lepsze na poziomie podstawowym. Na poziomie rozszerzonym zaobserwowano większe zróżnicowanie.</p> <p>Wśród studentów studiów stacjonarnych tylko 4 osoby przystąpiły do egzaminu z chemii na poziomie rozszerzonym, osiągając wyniki % w przedziale od 40-69%.</p>
Wynik w %	poziom podstawowy	poziom rozszerzony																																																
20-29	1	2																																																
30-39	1	2																																																
40-49	1	2																																																
50-59	1	6																																																
60-69	1	3																																																
70-79	1	2																																																
80-89	1	2																																																
Wynik w %	poziom	poziom rozszerzony																																																
20-29	1	1																																																
30-39	1	1																																																
40-49	1	1																																																
50-59	2	1																																																
60-69	2	1																																																
70-79	1	1																																																
80-89	1	1																																																
<p>Wykres 11a. Czy lubisz uczyć się chemii?</p> <table border="1"> <caption>Data for Wykres 11a</caption> <thead> <tr> <th>Odpowiedź</th> <th>Liczba osób</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tak</td> <td>27</td> </tr> <tr> <td>Nie</td> <td>34</td> </tr> </tbody> </table>	Odpowiedź	Liczba osób	Tak	27	Nie	34	<p>Wykres 11b. Czy lubisz uczyć się chemii?</p> <table border="1"> <caption>Data for Wykres 11b</caption> <thead> <tr> <th>Odpowiedź</th> <th>Liczba osób</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tak</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>Nie</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>brak danych</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Odpowiedź	Liczba osób	Tak	11	Nie	11	brak danych	1	<p>W badanych próbach, bez względu na tryb studiów, połowa studentów deklaruje, że lubi uczyć się chemii a połowa, że nie.</p>																																		
Odpowiedź	Liczba osób																																																	
Tak	27																																																	
Nie	34																																																	
Odpowiedź	Liczba osób																																																	
Tak	11																																																	
Nie	11																																																	
brak danych	1																																																	



Paulina Zimak
 Waldemar Tejchman
 Zakład Chemii i Dydaktyki Chemii, IB
 Uniwersytet Pedagogiczny
 im. Komisji Edukacji Narodowej
 Kraków, PL

Od podręcznika akademickiego do podręcznika w gimnazjum – transfer wiedzy na przykładzie pojęcia „wiązanie chemiczne”

Anna Świerz

Małgorzata Nodzyńska

Wstęp

Szybki, w ostatnich latach, postęp w badaniach naukowych dobitnie ukazując, że stan wiedzy nieustająco się zmienia i te teorie, które były uważane za prawdziwe jeszcze kilka lat temu obecnie powinny ustąpić miejsca nowym. Nowe odkrycia naukowe i idący za nimi postęp powinny mieć swoje odbicie nie tylko w podręcznikach akademickich ale również w podręcznikach do szkół średnich czy gimnazjów [Kuchaska-Żądło & Paško, 2005]. Wynika to z faktu, iż szkoła nie powinna stanowić bariery dla dynamicznie rozwijającej się wiedzy, zwłaszcza, że dla części uczniów wiedza, którą posiadają w gimnazjum czy liceum będzie jedyną dostępną im wiedzą, z której to zasobów będą musieli korzystać całe dorosłe życie. Dlatego też w procesie edukacji uczeń powinien zapoznawać się nie z nieaktualnymi już teoriami naukowymi a mieć możliwość zapoznawania się z najnowszymi teoriami i faktami naukowymi jednak ich sposób przekazywania powinien być dostosowany do poziomu rozwoju intelektualnego ucznia [Paško, 1998; 2006].

Badania

Aby porównać, pod względem aktualności omawianych teorii, wiedzę przekazywaną studentom kierunków chemicznych i uczniom gimnazjów przeprowadzono (w 2010r.) badania porównawcze dotyczące wybranych podręczników akademickich i gimnazjalnych. Badania dotyczyły pojęcia „wiązanie chemiczne”.

Analiza podręczników akademickich

Jako pierwszy zbadano podręcznik akademicki prof. Adama Bielańskiego pt. „Podstawy chemii nieorganicznej”. Autor wymienia i opisuje główne rodzaje wiązań chemicznych, zalicza do nich: wiązanie kowalencyjne, wiązanie jonowe oraz wiązanie metaliczne. Zaznacza przy tym, że wiązania o charakterze czysto kowalencyjnym lub czysto jonowym są rzadko spotykane, najczęściej mamy do czynienia z wiązaniami o charakterze pośrednim. Natura sił działających pomiędzy atomami długo pozostawała dla chemików zagadką. Dopiero rozwój nauki o budowie atomu pozwolił na poznanie istoty wiązań chemicznych. „Według obecnych poglądów wiązania chemiczne wytwarzają się wskutek oddziaływań elektrostatycznych pomiędzy elektronami i jądrami łączących się atomów. Teoria wiązań chemicznych uwzględnić jednak musi specyficzne prawa rządzące światem atomów i cząstek elementarnych; zachowanie się elektronów w cząsteczce, podobnie jak i elektronów w atomie, musi być zatem opisywane prawami mechaniki kwantowej. Charakter wiązania chemicznego i jego własności zależą od wielu czynników, np. od ładunku jąder atomowych, konfiguracji elektronowych, rozmiarów łączących się atomów” [Bielański, 1997]. W dalszej części swego dzieła autor opisuje, historyczne już dziś, koncepcje wiązania jonowego (heteropolarnego) Kossela i koncepcje wiązania kowalencyjnego (homeopolarnego lub atomowego) Lewisa. Wyjaśnia, że punktem wyjścia dla rozważań obu naukowców był fakt, że gazy szlachetne posiadające na najbardziej zewnętrznej powłoce elektronowej konfigurację ośmioelektronową (tzw. oktet), wykazują dużą trwałość i jednocześnie bierność chemiczną. „Na tej podstawie została wysunięta hipoteza, że atomy innych pierwiastków łącząc się ze sobą, a więc tworząc układ bardziej trwały niż wolne atomy, przyjmują analogiczną konfigurację elektronową jak gazy szlachetne” [Bielański, 1997]. Z dalszej lektury dowiadujemy się, że wg teorii Kossela i Lewisa, atomy łączących się pierwiastków, dążą do osiągnięcia oktetu w różny sposób:

- Kossel, opisywał wiązanie jonowe, jako wiązanie powstające wskutek przekazania przez

atomy pierwiastka (zwanego elektrododatnim) elektronów walencyjnych na rzecz atomów drugiego pierwiastka (zwanego elektroujemnym). Powstające w ten sposób jony – dodatnie i ujemne, przyciągają się dzięki działaniu sił elektrostatycznych.

- Lewis, rozpatrywał co dzieje się w przypadku, gdy obydwa rodzaje atomów wykazują taką samą tendencję do przyjmowania i oddawania elektronów. „Według Lewisa w takim przypadku dążność atomów do uzyskania konfiguracji gazów szlachetnych znajduje swój wyraz w utworzeniu jednej lub więcej wspólnych par elektronowych wchodzących równocześnie w układy elektronowe obu łączących się atomów. Każdy z nich dostarcza przy tym jednakowej liczby elektronów do wspólnego użytku (...). Wiązanie tego rodzaju nazwano wiązaniem kowalencyjnym” [Bieleński, 1997].

Po przypomnieniu historii rozwoju pojęcia autor definiuje wiązania w oparciu o teorię mechaniki kwantowej: „W świetle mechaniki kwantowej cząsteczka stanowi układ złożony z pewnej liczby elektronów i jąder. Stan układu opisują funkcje falowe będące rozwiązaniem równania Schrödingera napisanego w postaci odpowiedniej dla tego układu” [Bieleński, 1997]. Funkcje takie nazywamy orbitalami. „Teoria orbitali molekularnych (cząsteczkowych) zakłada, że zachowanie się elektronu w cząsteczce opisuje orbital molekularny (cząsteczkowy), podobnie jak zachowanie elektronu w atomie opisuje orbital atomowy (...). Jedne i drugie są określane odpowiednimi liczbami kwantowymi” [Bieleński, 1997]. W książce wprowadzono także pojęcia orbitali wiążących i antywiązących. Jak objaśnia Bieleński, orbital wiążący to taki orbital cząsteczkowy, któremu odpowiada niższa energia elektronu niż energia odpowiadająca poszczególnym orbitalom atomowym, atomów tworzących daną cząsteczkę. Układy o niższej energii wykazują większą trwałość. Natomiast orbital antywiązący to taki, któremu odpowiada energia wyższa niż energia elektronu na którymkolwiek z dwóch orbitali atomowych. Cząsteczka taka jest mniej trwała. „(...) cząsteczka przedstawia bardziej trwały układ niż dwa izolowane atomy, jeżeli liczba elektronów, których zachowanie opisują wiążące orbitale cząsteczkowe, jest większa od liczby elektronów, których zachowanie opisują orbitale antywiązące. Taki stan rzeczy określamy w potocznym języku chemicznym mówiąc, że pomiędzy obu atomami zostało wytworzone wiązanie chemiczne” [Bieleński, 1997].

Odmianą wiązania kowalencyjnego jest wiązanie koordynacyjne. Bieleński objaśnia, że w przypadku wiązania koordynacyjnego obydwa elektrony tworzące wspólną parę pochodzą od tego samego atomu.

Autor opisuje również wiązania chemiczne spolaryzowane. Z wiązaniem polarnym mamy do czynienia w przypadku cząsteczek heterojądrowych – zbudowanych z jąder dwóch różnych pierwiastków. „Maksimum gęstości prawdopodobieństwa napotkania elektronu przesunięte jest w kierunku atomu B (...). Zachodzi to wtedy, gdy poziom energetyczny, odpowiadający orbitalowi atomowemu Ψ_B , jest niższy od poziomu energetycznego związanego z orbitalem Ψ_A . Oznacza to przesunięcie wspólnej pary elektronowej tworzącej wiązanie w kierunku atomu B (polaryzacja wiązania)” [Bieleński, 1997]. Z polaryzacją wiązania związane jest jeszcze jedno pojęcie – elektroujemność. „Elektroujemność jest wielkością charakteryzującą tendencję atomu znajdującego się w cząsteczce do przyciągania ku sobie elektronów” [Bieleński, 1997].

Inny autor – Lothar Kolditz, w książce „Chemia nieorganiczna” pisze następująco: „Wiązanie chemiczne występuje zawsze w przypadku, gdy energia układu cząsteczkowego jest mniejsza od sumy energii tworzących cząsteczki układów atomowych” [Kolditz, 1994]. Wyróżnia on te same co Bieleński, główne typy wiązań: atomowe, jonowe, metaliczne.

„Wiązanie atomowe. Określone elektrony powłoki atomowej należą jednocześnie do obu połączonych wiązaniem atomów. Często występuje tendencja do tworzenia oktetu w powłoce walencyjnej. Występujące siły wiążące są ukierunkowane; odpowiadają im małe liczby koordynacyjne. Siły te są wysycane przez wiązania” [Kolditz, 1994]. Również ten autor opisując zjawisko tworzenia się wiązań odwołuje się do pojęć mechaniki kwantowej: „(...) utworzeniu

wiązania chemicznego towarzyszy zwiększenie gęstości elektronowej między jądrami tworzącymi wiązanie. To zwiększenie gęstości elektronowej można opisać jako wzajemne przenikanie się uczestniczących w wiązaniu orbitali atomowych. Mówi się o nakładaniu się orbitali atomowych” [Kolditz, 1994]. W dalszej części podręcznika, podobnie jak u Bielańskiego, pojawia się definicja elektroujemności. „Elektroujemność. Gdy jądra w cząsteczce dwuatomowej są niejednakowe, wówczas w wyniku niejednakowego oddziaływania jąder na tworzące wiązanie elektrony powstaje dipol, tj. chmura elektronowa nie jest symetrycznie rozmieszczona między jądrami (...). W przypadku dwuatomowego, homojądrowego związku A–A (np. H₂) można przyjąć, że chmura elektronowa jest symetrycznie rozmieszczona między dwoma jądrami, tj. wiązanie jest całkowicie niepolarne” [Kolditz, 1994]. Natomiast inaczej niż w wcześniej wspomnianego autora, Kolditz nazywa wiązanie spolaryzowane. Mówi on o jonowym charakterze wiązania kowalencyjnego: „Heterojądrowe wiązanie kowalencyjne wykazuje zawsze, ze względu na różne elektroujemności uczestniczących w nim atomów, niesymetryczny rozkład elektronów między jądrami, tj. stanowi dipol. Taką „kowalencyjność” polarną można opisać półilościowo – wychodząc od idealnego wiązania atomowego występującego w cząsteczkach homojądrowych – przez przesunięcie elektronów wiążących do jednego z dwóch partnerów wiązania (bardziej elektroujemnego!). Mówi się o jonowym charakterze wiązania atomowego” [Kolditz, 1994].

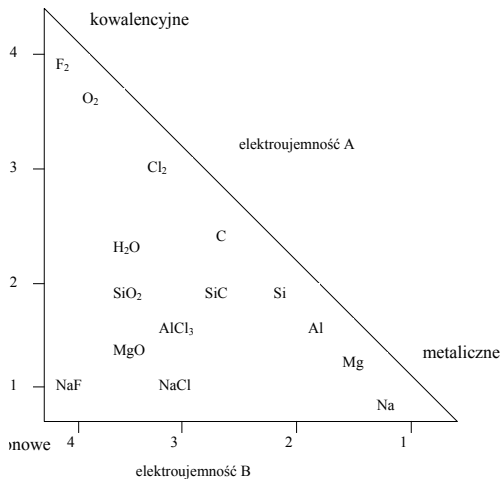
W książce „Elementarna chemia nieorganiczna” autorstwa Przemysława Mastelarza, można znaleźć następującą definicję wiązania kowalencyjnego: „Wiązanie kowalencyjne jest to wiązanie utworzone za pomocą pary elektronów, umieszczonej między atomami. Wiążąca para elektronów jest wspólna dla dwóch atomów. Wspólna para elektronów zajmuje miejsce w powłokach walencyjnych obu połączonych atomów” [Mastelarz, 1997]. Następnie autor opisuje istotę wiązania kowalencyjnego na przykładzie cząsteczki wodoru H₂. Objasnia, że jest to cząsteczka o najprostszej budowie, składająca się z dwóch protonów i dwóch elektronów, czyli dwóch ładunków dodatnich i dwóch ujemnych. W toku dalszej lektury dowiadujemy się o oddziaływaniu sił elektrostatycznych w układzie dwa protony – dwa elektrony. Ładunki jednoimienne odpychają się. Siły odpychania utrudniają zbliżenie się do siebie dwóch atomów wodoru, jednak w miarę zbliżania się pojawia się nowa, korzystna siła – przyciąganie pomiędzy elektronami i protonami (ładunkami różnoimiennymi). Zmiana położenia elektronu (jego odejście od protonu) wymaga pokonania siły przyciągania, a więc nakładu energii. Natomiast przebywanie elektronów w tej pozycji (w przestrzeni pomiędzy dwoma protonami) daje układ o najniższej energii, czyli układ najbardziej trwały. „Na podstawie takiego rozumowania możemy wnioskować, że para elektronów może tworzyć wiązanie, bo gdy się znajdzie między ładunkami dodatnimi, to jest przyciągana przez oba dodatnie ładunki jednocześnie. Gdyby to była cała prawda, to moglibyśmy twierdzić za profesorem Bielańskim, że istotą wiązania kowalencyjnego jest oddziaływanie elektrostatyczne. Niestety jednak prawda jest bardziej skomplikowana. W naszych prostych rozważaniach nie braliśmy pod uwagę sił elektrostatycznego odpychania, jakie powinny wystąpić między elektronami. Okazuje się, że odpychanie takie nie odgrywa roli gdy elektrony mają różne liczby spinowe” [Mastelarz, 1997].

W dalszej części omówione jest wiązanie koordynacyjne: „Wiązanie utworzone przez parę elektronów dostarczoną w całości przez jeden atom nazywamy wiązaniem koordynacyjnym. Atom dostarczający elektronów nazywamy donorem zaś atom przyjmujący parę elektronów do swojej powłoki walencyjnej nazywamy akceptorem elektronów” [Mastelarz, 1997].

W książce znaleźć też można definicję polaryzacji wiązania. Przed jej wprowadzeniem autor objasnia, że w cząsteczkach, w których para elektronów łączy takie same atomy, jest ona zlokalizowana dokładnie w środku między tymi atomami. Jeżeli jednak tworzące cząsteczkę atomy nie są identyczne, wówczas para elektronowa tworząca wiązanie jest w mniejszym lub większym stopniu przesunięta w kierunku jednego z tych atomów. Rolę tutaj odgrywają siły elektrostatyczne. „Przesunięcie elektronów w stronę jednego z atomów połączonych wiązaniem chemicznym powoduje polaryzację wiązania. Skrajnym przypadkiem polaryzacji jest wiązanie

jonowe, gdzie jeden z atomów całkowicie traci elektron na rzecz drugiego atomu. Drugim skrajnym przypadkiem jest brak polaryzacji. Między tymi skrajnościami leżą kowalencyjne wiązania spolaryzowane” [Mastelarz, 1997].

Kolejny autor, Cox, rozdział poświęcony wiązaniom rozpoczyna od podania definicji elektroujemności, której przypisuje ogromną rolę w powstawaniu różnych typów wiązań: „Elektroujemność można zdefiniować jako zdolność atomu do przyciągania elektronów obecnych w wiązaniu chemicznym. Żaden inny parametr nie wpływa w takim stopniu na typ wiązania chemicznego tworzącego się między atomami” [Cox, 2004]. Przedstawia on ciekawy schemat ilustrujący tzw. trójkąt wiązań chemicznych, ukazujący wybrane pierwiastki i związki chemiczne na skali elektroujemności Paulinga.



Rys. 1. Trójkąt wiązań chemicznych (źródło: Cox, 2004)

Powyższy schemat ilustruje, w jaki sposób elektroujemność dwóch pierwiastków, określa typ wiązania tworzącego się między atomami tych pierwiastków. Na skali pionowej i poziomej zaznaczono elektroujemność wg Paulinga. Na przeciwprostokątnej znajdują się pierwiastki czyste, wewnątrz trójkąta związki chemiczne, które te pierwiastki tworzą. Autor omawia schemat w następujący sposób: „Kiedy zarówno A, jak i B są pierwiastkami elektrododatnimi, tworzą one metaliczne ciało stałe, dla którego typowe jest dobre przewodnictwo elektryczne i struktura, w której każdy atom otoczony jest wieloma innymi atomami (...). Charakterystyczną cechą wiązań w stałych substancjach metalicznych jest delokalizacja elektronów w obrębie całego ciała. Atomy dzielą się elektronami, tak jak przy tworzeniu wiązań kowalencyjnych (...), ale w sposób mniej specyficzny i pozbawiony właściwego tym wiązaniom charakteru kierunkowego. Kiedy A i B są pierwiastkami elektroujemnymi, tworzą one związek kowalencyjny. Może on się składać z odrębnych cząsteczek (O₂, H₂O itd.), albo z ogromnych sieci kowalencyjnych (polimerowe ciała stałe), utworzonych przez ciągłą siatkę wiązań (...). Najważniejszą właściwością takich wiązań – zarówno w związkach molekularnych, jak i w ciałach stałych – jest ich wysoce kierunkowy i specyficzny charakter. Dlatego też liczba atomów sąsiadujących z którymkolwiek atomem jest ograniczona (...); są one zwykle rozmieszczone zgodnie ze specyficzną geometrią. Mówiąc najprościej, struktura kowalencyjna polega na uwspólnieniu przez dwa atomy elektronów tworzących specyficzne, zlokalizowane wiązanie między tymi atomami. Kiedy jeden z pierwiastków jest silnie elektrododatni, a drugi silnie elektroujemny, z

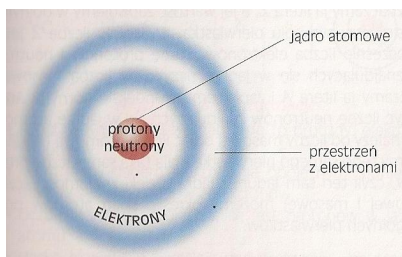
połączenia ich atomów powstaje substancja stała, której zwykle przypisujemy strukturę jonową. Mamy przy tym na myśli całkowite przeniesienie jednego lub więcej elektronów, prowadzące do powstania kationu pierwiastka elektrododatniego i anionu pierwiastka elektroujemnego; jony te są potem utrzymywane w bliskości przez siły przyciągania elektrostatycznego (...). Siły te nie mają charakteru kierunkowego, dlatego też w takich sytuacjach tworzą ciała stałe, a nie struktury cząsteczkowe (...),” [Cox, 2004].

W dalszej części wprowadzone są pojęcia wiązania homopolarnego (między dwoma atomami tego samego pierwiastka), wiązania heteropolarnego (między atomami dwóch różnych pierwiastków) oraz polarności wiązania: „Termin ogólny polarność wiązania odzwierciedla nierówną przynależność elektronów wiązania do obu połączonych nim atomów; taka nierówność jest typowa dla wiązań heteropolarnych między atomami pierwiastków, różniących się elektroujemnością. Atom o większej elektroujemności przyciąga elektrony i uzyskuje cząstkowy ładunek ujemny, podczas gdy drugi atom staje się centrum cząstkowego ładunku dodatniego” [Cox, 2004].

Wiedza, jaką można zdobyć z cytowanych powyżej źródeł jest obszerna i zdecydowanie za szczegółowa, a tym samym i za trudna dla uczniów na poziomie gimnazjum. Nauczyciel musi dokonać tzw. transformacji wiedzy chemicznej, czyli jej przekształcenia z poziomu akademickiego na odpowiedni poziom kształcenia, w tym przypadku gimnazjum. Warto przeanalizować, w jaki sposób różni autorzy podręczników do gimnazjum poradzili sobie z zagadnieniem łączenia się atomów w cząsteczki, w podręcznikach do gimnazjum.

Podręczniki do gimnazjum

W podręczniku do chemii wydawnictwa Operon [„Chemia 1. Podręcznik dla gimnazjum”, Kupeczyk, Nowak & Szczepaniak, 2007], uczniowie dowiadują się najpierw z jakich cząstek elementarnych zbudowany jest atom. Te cząstki to: protony, neutrony i elektrony. Uczniowie zdobywają wiedzę na temat rozmieszczenia poszczególnych cząstek w atomie. Autorzy podręcznika piszą, że pierwszym uczonym, który zaproponował układ planetarny – jako sposób rozmieszczenia cząstek elementarnych w atomie, był Rutherford. W układzie tym można przyjąć w uproszczeniu, że atom zbudowany jest z dodatnio naładowanego jądra, umieszczonego w środku atomu (tak jak Słońce w naszym układzie planetarnym), natomiast elektrony krążą wokół niego (tak jak planety wokół Słońca). Model ten został udoskonalony przez Bohra, który założył, że elektrony poruszają się z bardzo dużą prędkością tworząc chmurę elektronową. W jądrze atomowym oprócz protonów znajdują się także neutrony. Następnie uczniowie dowiadują się co to jest liczba atomowa i liczba masowa.



Rys. 2. Schemat rozmieszczenia cząstek elementarnych w atomie (źródło: Kupeczyk., Nowak & Szczepaniak., 2007)

Kolejna lekcja w tym podręczniku poświęcona jest omówieniu rozmieszczenia elektronów w atomie. Pojawiają się dwie definicje: powłoka elektronowa oraz elektrony walencyjne:

- „Zbiór elektronów znajdujących się w podobnych odległościach od jądra nazywamy powłoką elektronową”

- „Elektrony znajdujące się w powłoce najbardziej oddalonej od jądra nazywamy elektronami walencyjnymi” [Kupczyk, Nowak & Szczepaniak, 2007].

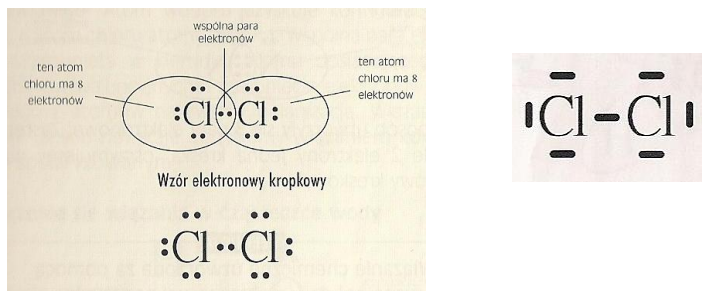
Wyjaśnione jest, że elektrony to cząstki obdarzone ładunkiem ujemnym, poruszające się z ogromną szybkością. Ich ruch daje efekt chmury (smugi) ładunku ujemnego. Kilka stron dalej uczniowie poznają wreszcie, w jaki sposób atomy łączą się ze sobą tworząc cząsteczki. Najpierw wprowadzone są pojęcia cząsteczek homoatomowych (składających się z atomów takich samych pierwiastków) oraz cząsteczek heteroatomowych (składających się z atomów różnych pierwiastków). Następnie pojawia się definicja cząsteczki: „Cząsteczka jest najmniejszą częścią związku chemicznego zachowującą jego właściwości” [Kupczyk, Nowak & Szczepaniak, 2007].

Przechodząc do zagadnienia łączenia się atomów w cząsteczki, autorzy nawiązują do gazów szlachetnych. Uczniowie mają sobie przypomnieć jak zbudowane są powłoki elektronowe helocjów (8 elektronów walencyjnych, wyjątek hel – dwa elektrony walencyjne). Wprowadzone są pojęcia oktetu elektronowego oraz dubletu elektronowego. Następnie objaśnione jest: „Atomy wszystkich pierwiastków dążą do uzyskania budowy powłok elektronowych najbliższego gazu szlachetnego. Dzieje się tak:

- przez oddawanie elektronów walencyjnych,
- przez pobieranie elektronów na powłokę walencyjną,
- w wyniku uwspólnienia elektronów” [Kupczyk, Nowak & Szczepaniak, 2007].

W pierwszej kolejności opisano tworzenie się cząsteczek przez uwspólnienie elektronów. Podane są cztery przykłady: cząsteczki wodoru – H_2 , cząsteczki chloru – Cl_2 , cząsteczki tlenu – O_2 oraz cząsteczki azotu – N_2 . Wprowadzone zostały wzory kropkowe i kreskowe. Po omówieniu przykładów, podana jest definicja: „Wiązanie chemiczne utworzone za pomocą wspólnej pary elektronowej nazywamy wiązaniem kowalencyjnym (atomowym)” [Kupczyk, Nowak & Szczepaniak, 2007].

Poniżej przedstawiono wzory kropkowe kreskowe z podręcznika:

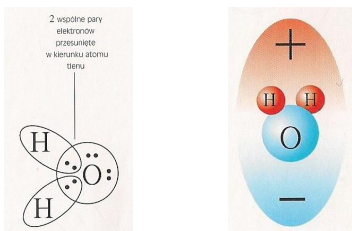


Rys. 3. Wzory elektronowe kropkowe i kreskowe w cząsteczce chloru (źródło: Kupczyk, Nowak & Szczepaniak M.B., 2007).

Kolejny przykład opisuje już sposób łączenia się ze sobą atomów różnych pierwiastków, są to wodór i chlor tworzące cząsteczkę chlorowodoru – HCl . Autorzy wprowadzają pojęcie wiązania kowalencyjnego spolaryzowanego: „Atomy wodoru i chloru, łącząc się ze sobą, uzyskują budowę powłok elektronowych podobną do najbliższego im gazu szlachetnego. Atom wodoru uzyskuje konfigurację atomu helu, a atom chloru atomu argonu. Wspólna para elektronów jest przesunięta w kierunku atomu posiadającego więcej elektronów walencyjnych. Przesunięcie elektronów w stronę jednego z atomów nazywamy polaryzacją. Wiązanie, które w ten sposób powstaje, nazywamy wiązaniem kowalencyjnym spolaryzowanym” [Kupczyk, Nowak & Szczepaniak, 2007].

Uczeń dowiadyuje się także jak zbudowana jest cząsteczka wody – H_2O . Autorzy objaśniają, że atom tlenu, aby uzyskać oktet elektronowy, musi utworzyć dwie wspólne pary elektronowe z

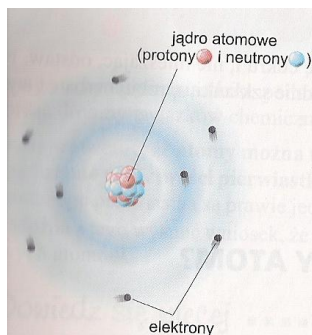
dwoma atomami wodoru. Pary te są przyciągane – spolaryzowane przez atom tlenu. „Atom tlenu ma więcej elektronów walencyjnych, dlatego od strony tlenu gromadzi się ładunek ujemny. Od strony wodoru gromadzi się ładunek dodatni z powodu ładunku protonu w jądrze. Mówimy, że cząsteczka wody jest dipolem (ma dwa pola)” [Kupczyk, Nowak & Szczepaniak, 2007].



Rys. 4. Schematy ilustrujące budowę cząsteczki H_2O (źródło: Kupczyk, Nowak & Szczepaniak, 2007)

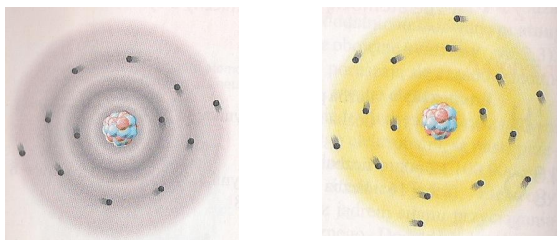
W podsumowaniu lekcji uczniowie znajdują informacje, że wiązanie kowalencyjne różni się od wiązania kowalencyjnego spolaryzowanego położeniem wspólnej pary elektronowej.

W kolejnym podręczniku „Ciekawa chemia”, wydawnictwa WSiP („Ciekawa chemia. Podręcznik. Część 1.”, Gulińska, Haładuda & Smolińska, 2006), w lekcji poświęconej budowie atomu, autorzy poruszają następujące zagadnienia: rozmiary i masy atomów, jądro atomowe i elektrony, liczba atomowa i liczba masowa, rozmieszczenie elektronów w atomie, elektrony walencyjne. W tekście wprowadzone jest także pojęcie atomowej jednostki masy. Następnie uczniowie dowiadują się z jakich cząstek zbudowane jest jądro atomowe – dodatnio naładowanych protonów i elektrycznie obojętnych neutronów, oraz że wokół jądra krążą ujemnie naładowane elektrony.



Rys. 5. Budowa atomu przedstawiona w sposób modelowy (źródło: Gulińska, Haładuda & Smolińska, 2006)

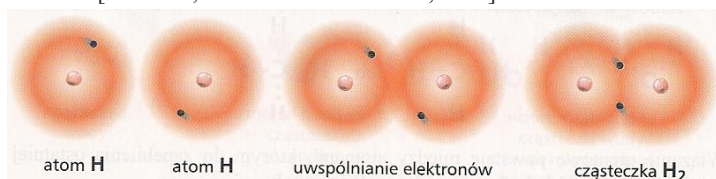
W dalszej części objaśnione jest, że atomy są elektrycznie obojętne ponieważ liczba protonów znajdujących się w jądrze jest równa liczbie elektronów krążących wokół jądra. Wprowadzone są pojęcia liczby atomowej i liczby masowej oraz wyjaśnione jest czym są powłoki elektronowe: „Elektrony poruszają się wokół jądra w różnych odległościach i w określonych przestrzeniach. Przestrzenie, w których jest największe prawdopodobieństwo znalezienia elektronów, nazwano powłokami elektronowymi” [Gulińska, Haładuda & Smolińska, 2006]. Uczniowie dowiadują się także co to jest konfiguracja elektronowa (rozmieszczenie elektronów w poszczególnych powłokach) oraz co nazywamy elektronami walencyjnymi (elektrony znajdujące się na ostatniej, zewnętrznej powłoce elektronowej).



Rys. 6. Model atomu magnezu obok model atomu siarki (źródło: Gulińska, Haładuda & Smolińska, 2006).

Podobnie jak w poprzednio analizowanym podręczniku, temat wiązań chemicznych rozpoczyna się od wprowadzenia pojęć oktetu i dubletu elektronowego, autorzy objaśniają: „Atomy pierwiastków, dążąc do uzyskania na ostatniej powłoce trwałego dubletu lub oktetu elektronowego, łączą się z innymi atomami” [Gulińska, Haładuda & Smolińska, 2006].

Tworzenie wiązania kowalencyjnego jest omówione na przykładzie łączących się atomów wodoru: „Każdy atom wodoru ma jeden elektron walencyjny i do uzyskania trwałej konfiguracji elektronowej (dubletu) brakuje mu jednego elektronu. Atomy wodoru łączą się więc po dwa i oddają do wspólnego użytkowania po jednym elektronie. Powstaje w ten sposób wspólna para elektronowa” [Gulińska, Haładuda & Smolińska, 2006].



Rys. 7. Tworzenie wiązania kowalencyjnego na przykładzie łączących się atomów wodoru (źródło: Gulińska, Haładuda & Smolińska, 2006)

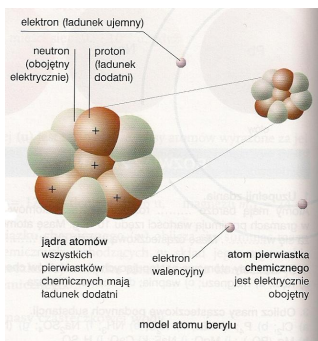
Inne objaśnione przykłady to cząsteczka tlenu O_2 (z wiązaniem podwójnym), oraz cząsteczka azotu N_2 (z wiązaniem potrójnym). Podana jest następująca definicja wiązania kowalencyjnego: „Wiązanie chemiczne utworzone w wyniku uwspólnienia elektronów walencyjnych łączących się atomów nazywamy wiązaniem atomowym (kowalencyjnym)” [Gulińska, Haładuda & Smolińska, 2006]. Przechodząc do omówienia wiązania kowalencyjnego spolaryzowanego autorzy, podają przykład cząsteczki chlorowodoru – HCl. Najpierw uczniowie dowiadują się, że wspólna para elektronowa może być przesunięta w kierunku jednego z atomów tworzących daną cząsteczkę. Dzieje się tak, gdy jeden z atomów dużo silniej przyciąga elektrony niż drugi. Atomem silniej przyciągającym elektrony będzie ten, który ma ich więcej na ostatniej powłoce. W przypadku chlorowodoru, atomem tym jest chlor. Wspólna para elektronów będzie zatem przesunięta w kierunku atomu chloru.



Rys. 8. Tworzenie wiązania kowalencyjnego spolaryzowanego na przykładzie cząsteczki chlorowodoru (źródło: Gulińska, Haładuda & Smolińska, 2006).

W związku z tym, że wokół atomu chloru jest więcej ujemnie naładowanych elektronów niż wokół atomu wodoru, w cząsteczce chlorowodoru tworzą się dwa bieguny: dodatni (po stronie wodoru) i ujemny (po stronie chloru). „Cząsteczkę, która ma dwa bieguny (dodatni i ujemny), nazywamy dipolem elektrycznym” [Gulińska, Haładuda & Smolińska, 2006]. „Wiązanie chemiczne, w którym wspólna para elektronowa przesunięta jest w stronę jednego z tworzących je atomów, nazywamy wiązaniem atomowym (kowalencyjnym) spolaryzowanym” [Gulińska, Haładuda & Smolińska, 2006].

W podręczniku „Chemia Nowej Ery” („Chemia Nowej Ery. Podręcznik dla gimnazjum. Część 1.”, Kulawik, Kulawik & Litwin, 2010), w temacie poświęconym budowie atomu, uczniowie dowiadują się najpierw, że każdy atom pierwiastka chemicznego składa się z dwóch obszarów – dodatnio naładowanego jądra oraz ujemnie naładowanej sfery elektronowej (powłoki elektronowej) [Kulawik, Kulawik & Litwin, 2010]. Na tej samej stronie umieszczony jest schemat ilustrujący budowę atomu.

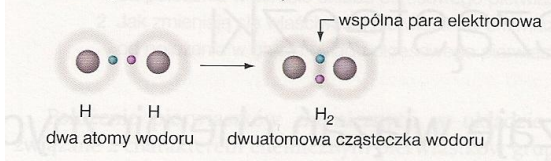


Rys. 9. Schemat ilustrujący budowę atomu (źródło: Kulawik, Kulawik & Litwin, 2010)

W tekście uczniowie znajdą wyjaśnienie do schematu. Autorzy piszą, że naładowane ujemnie elektrony, poruszające się w różnych odległościach od jądra, tworzą powłoki elektronowe. Elektrony tworzące ostatnią powłokę (najbardziej oddalone od jądra), to elektrony walencyjne, które biorą udział w tworzeniu wiązań chemicznych. Elektrony niewalencyjne wraz z jądrem atomowym tworzą tzw. rdzeń atomowy. Jądro atomowe ma dodatni ładunek ze względu na wchodzące w jego skład dodatnio naładowane cząstki elementarne – protony. Oprócz protonów, jądro atomowe zawiera także elektrycznie obojętne cząstki – neutrony. Protony i neutrony, nazywane są nukleonami (łac. nucleus – jądro). Wprowadzone są pojęcia liczby atomowej i masowej. Temat poświęcony rodzajom wiązań chemicznych rozpoczyna się podobnie jak we wcześniej analizowanych podręcznikach od definicji oktetu i dubletu elektronowego. Sposoby łączenia się atomów w cząsteczki omówiono na przykładach.

Wzór elektronowy: $\text{H} \cdot \text{H}$ lub $\text{H} - \text{H}$

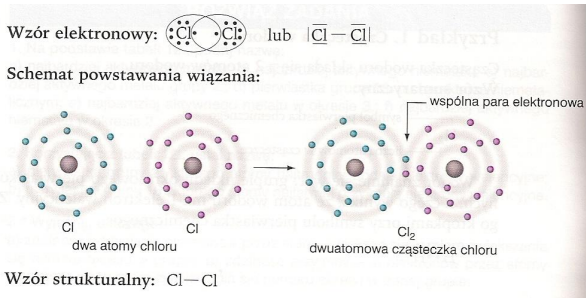
Schemat powstawania wiązania:



Rys. 10. Schemat powstawania wiązania kowalencyjnego w cząsteczce wodoru (źródło: Kulawik, Kulawik & Litwin, 2010)

Przykład pierwszy – cząsteczka wodoru H_2 . Autorzy objaśniają: „Gdy atomy wodoru tworzą cząsteczkę, ich elektrony rozmieszczają się w specyficzny sposób wokół jąder atomu, tworząc parę elektronową (dwa elektrony). Każdy atom wodoru w cząsteczce „wykorzystuje” wspólnie z drugim atomem dwa elektrony” [Kulawik, Kulawik & Litwin, 2010].

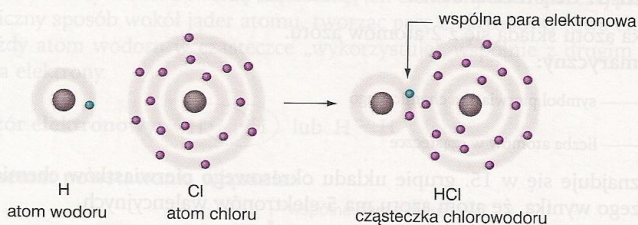
Kolejny przykład to cząsteczka chloru – Cl_2



Rys. 11. Schemat powstawania wiązania kowalencyjnego w cząsteczce chloru (źródło: Kulawik, Kulawik & Litwin, 2010)

W tym przypadku, każdy z atomów chloru ma 7 elektronów walencyjnych. Dążąc do uzyskania oktetu elektronowego, utworzą jedną wspólną parę elektronową. Opisany jest także przykład cząsteczki azotu – N_2 ukazujący wiązanie potrójne. Przechodząc do omówienia wiązań chemicznych, powstających między atomami różnych pierwiastków, autorzy podają przykłady: cząsteczki chlorowodoru – HCl , cząsteczki amoniaku NH_3 , cząsteczki tlenku węgla(IV) – CO_2 , oraz cząsteczki tlenku wodoru (wody) – H_2O

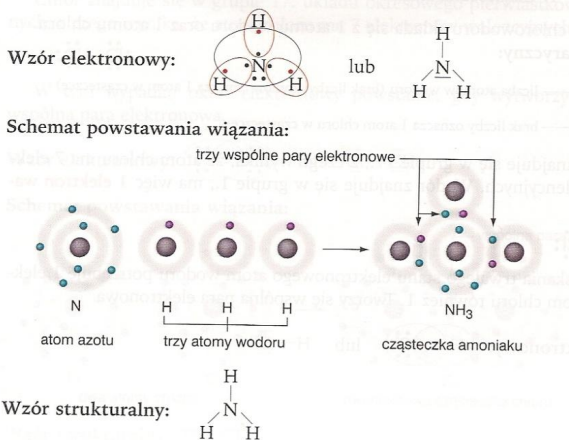
Schemat powstawania wiązania:



Rys. 12. Schemat powstawania wiązania kowalencyjnego spolaryzowanego w cząsteczce chlorowodoru (źródło: Kulawik, Kulawik & Litwin, 2010)

W przypadku cząsteczki chlorowodoru – HCl , atom chloru ma 7 elektronów walencyjnych, zaś atom wodoru – 1 elektron walencyjny. Zatem do uzyskania trwałego stanu elektronowego, oba atomy potrzebują 1 elektronu, tworzą więc jedną wspólną parę elektronową.

W cząsteczce amoniaku – NH_3 , sytuacja jest nieco bardziej skomplikowana, ponieważ atom azotu posiada 5 elektronów walencyjnych. Do uzyskania oktetu elektronowego brakuje mu 3 elektronów. Atom wodoru posiada jeden elektron walencyjny. Atom azotu aby uzyskać trwały stan elektronowy musi połączyć się z trzema atomami wodoru – utworzą się trzy wspólne pary elektronowe.



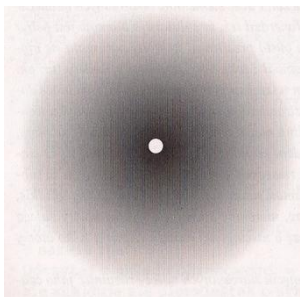
Rys. 13. Schemat powstawania wiązania kowalencyjnego spolaryzowanego w cząsteczce amoniaku (źródło: Kulawik, Kulawik & Litwin, 2010)

Po omówieniu dwóch kolejnych przykładów (CO_2 , H_2O), autorzy objaśniają: „W podanych przykładach atomy pierwiastków chemicznych łączą się ze sobą za pomocą wspólnych par elektronowych, tworzących wiązania chemiczne. Takie wiązania nazywa się kowalencyjnymi lub atomowymi. Wiązanie kowalencyjne może być niespolaryzowane, np.: w cząsteczkach O_2 , Cl_2 , H_2 , tzn. że wspólna para elektronowa nie jest przesunięta w stronę żadnego z atomów, gdyż są to atomy tego samego pierwiastka. Wiązanie kowalencyjne spolaryzowane występuje np. w cząsteczkach amoniaku NH_3 , chlorowodoru HCl i wody H_2O . W takim wiązaniu wspólne pary elektronowe są przesunięte w stronę jednego z atomów (o większej liczbie elektronów walencyjnych, czyli o większej zdolności przyjmowania elektronów)” [Kulawik, Kulawik & Litwin, 2010].

Zupełnie inaczej skonstruowany jest podręcznik „Moja chemia” wydawnictwa Kubajak („Moja chemia. Podręcznik dla gimnazjum. Część 1.”, Paško & Nodzyńska, 2009). Autorzy, w lekcji wyjaśniającej jak zbudowany jest atom, piszą, że atomy są mikroskopijnymi elementami budującymi otaczający nas świat, często porównuje się je do kulek o bardzo małych rozmiarach. Uczniowie mają zapamiętać następującą informację o atomie: „Atom jest to najmniejsza ilość pierwiastka zachowująca jeszcze jego właściwości chemiczne” [Paško & Nodzyńska, 2009].

W dalszej części uczniowie dowiadują się, że atom nie jest jednolity. W jego centralnym punkcie znajduje się jądro. Jądro atomu zawiera cząstki elementarne – protony i neutrony, otoczone jest chmurą elektronową. Chmura może składać się z jednego lub wielu elektronów. Uczeń znajdzie w podręczniku następujące definicje:

- „Proton jest to cząstka elementarna obdarzona ładunkiem elektrycznym określanym jako „+1” o masie 1u.
- Neutron jest to cząstka elementarna o masie prawie takiej samej jak proton, ale niemająca ładunku elektrycznego.
- Elektron jest to cząstka elementarna obdarzona ładunkiem elektrycznym określanym jako „-1”. [Paško & Nodzyńska, 2009].

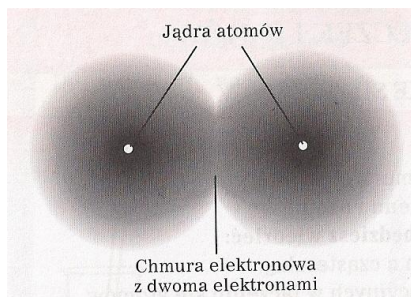


Rys. 14. Model atomu wodoru (źródło: Paško & Nodzyńska, 2009)

Autorzy objaśniają następnie, że atomy mogą różnić się od siebie liczbą protonów i liczbą neutronów w jądrze. Natomiast te, które posiadają taką samą liczbę protonów, wykazują takie same właściwości. Wprowadzona jest definicja „pierwiastka”, wyjaśnione czym jest liczba porządkowa pierwiastka (liczba atomowa) oraz liczba masowa pierwiastka. Uczniowie dowiadują się także, że atom jest tak małym elementem, że nie można określić ani jego barwy, ani temperatury. To, co obserwujemy w otaczającym nas świecie, to ogromne zbiory takich samych atomów.

W lekcji poświęconej omówieniu zagadnienia łączenia się atomów, uczniowie poznają najpierw definicję cząsteczek: „Cząsteczki są to atomy połączone ze sobą w pewien sposób” [Paško & Nodzyńska, 2009].

Podane są przykłady pierwiastków występujących w postaci dwuatomowych cząsteczek oraz w postaci atomów. Autorzy zadają uczniom pytanie: dlaczego jedne pierwiastki występują w postaci atomów, a inne w postaci cząsteczek? Nakierowują ich, że odpowiedzi należy szukać w budowie chmury elektronowej. Podany jest przykład atomu wodoru. Jądro atomu wodoru składa się z jednego protonu. „Z tego wniosek, że wokół tego jądra rozpościera się chmura elektronowa zbudowana z jednego elektronu. Jeżeli atomy wodoru zbliżą się do siebie, to chmury elektronowe nałożą się na siebie i powstanie cząsteczka” [Paško & Nodzyńska, 2009].



Rys. 15. Model cząsteczki wodoru (źródło: Paško & Nodzyńska, 2009)

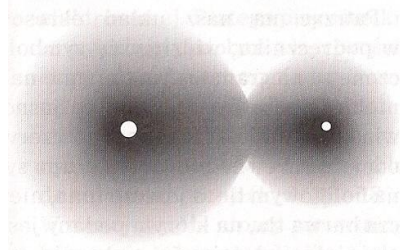
„Pomiędzy atomami wodoru powstało wiązanie poprzez nałożenie się na siebie dwóch obszarów, z których każdy zawierał po jednym elektronie” [Paško & Nodzyńska, 2009].

Następnie autorzy objaśniają, że chmura elektronowa składa się z dwóch rodzajów elektronów – nie biorących udziału w tworzeniu wiązań elektronów sparowanych oraz tworzących wiązania elektronów niesparowanych. Jednak w określonych warunkach elektrony sparowane mogą ulegać rozdzieleniu na dwa elektrony niesparowane i wówczas zyskują zdolność tworzenia

wiązań chemicznych. Ogólnie, wszystkie elektrony, które mogą brać udział w tworzeniu wiązań chemicznych nazywamy elektronami walencyjnymi. Pierwiastki, które występują w postaci pojedynczych atomów (gazy takie jak: hel, neon, argon, krypton, ksenon i radon), mają wszystkie elektrony sparowane.

Cała kolejna lekcja poświęcona jest wiązaniu atomowemu. Na początku podana jest definicja pierwiastka elektroujemnego: „Pierwiastek elektroujemny jest to pierwiastek, którego atomy, łącząc się z atomami innych pierwiastków, mają tendencję do przyciągania elektronów ze wspólnego obszaru w swoją stronę” [Paško & Nodzyńska, 2009].

Wyjaśniono to na przykładzie chlorowodoru – HCl. Atom chloru, jako bardziej elektroujemny niż atom wodoru, będzie ściągał w swoją stronę obszar ze wspólnymi elektronami.



Rys. 16. Model cząsteczki chlorowodoru (źródło: Paško & Nodzyńska, 2009)

Wprowadzone są definicje:

- „Wiązanie atomowe jest to wiązanie pomiędzy atomami o jednakowej elektroujemności, powstałe poprzez uwspólnienie obszarów z elektronami”

- „Wiązanie atomowe spolaryzowane to wiązanie atomowe, w którym obszar z uwspólnionymi elektronami jest przesunięty w kierunku atomu bardziej elektroujemnego” [Paško & Nodzyńska, 2009].

Zwraca uwagę fakt, że autorzy nie używają pojęć „uwspólnienie elektronów”, czy „wspólna para elektronów”. Stosują bardziej poprawne i oparte na nowszych badaniach słownictwo chemiczne („elektroujemność”, „uwspólnione obszary z elektronami”). Jest to także jedyny podręcznik, w którym wprowadzono pojęcie elektroujemności. Inaczej niż w pozostałych podręcznikach, w których tłumaczono, że wspólna para elektronów jest przesunięta w kierunku atomu, który posiada więcej elektronów, autorzy objaśniają polaryzację wiązania (jako przesunięcie obszaru ze wspólnymi elektronami w kierunku atomu bardziej elektroujemnego). Także modele przedstawiające budowę atomów czy cząsteczek są całkowicie różne od tych wcześniej prezentowanych.

Wnioski

Jak widać z przedstawionych wyżej schematów, definicji, wiedza jaką zdobywają uczniowie na lekcjach chemii, może znacznie się różnić, w zależności od dokonanego przez nauczyciela wyboru podręcznika. Oczywiście nie sam podręcznik kształtuje wiedzę ucznia, ale z pewnością odgrywa on zasadniczą rolę w procesie nauczania – uczenia się, a to z kolei wpływa na powstające w umyśle ucznia wyobrażenia. Jest to szczególnie widoczne przy tematach dotyczących budowy mikroświata, gdy nauczyciel, by ułatwić uczniom zrozumienie tych zagadnień, musi pobudzać ich wyobraźnię.

Literatura:

- Bieliański A. (1997): *Podstawy chemii nieorganicznej. Część 1.*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa
- Cox P.A. (2004): *Chemia nieorganiczna*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

- Gulińska H., Haładuda J., Smolińska J. (2006): *Ciekawa chemia. Podręcznik. Część 1.*, Wydawnictwo Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa.
- Kolditz L. (1994): *Chemia nieorganiczna. Część 1.*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Kulawik J., Kulawik T., Litwin M. (2010): *Chemia Nowej Ery. Podręcznik dla gimnazjum. Część 1.*, Wydawnictwo Nowa Era, Warszawa.
- Mastelarz P. (1997): *Elementarna chemia nieorganiczna*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Nodzyńska M. (2004): *Wpływ modeli graficznych występujących w podręcznikach do nauczania chemii w gimnazjum na wyobrażenia uczniów o mikroświecie w świetle badań*, [w:] *Badania w dydaktyce chemii* (red. Paśko J.R.), Wydawnictwo Naukowe AP, Kraków.
- Nodzyńska M. (2009): *Rola wizualizacji w nowej podstawie programowej* [w:] *Chemia bliżej życia: dydaktyka chemii w dobie reformy edukacji* (red. Gulińska H.), Wydawnictwo Sowa, Poznań.
- Paśko J.R. (1999): *Chemia. Program nauczania w klasach I-III gimnazjum przeznaczony dla III etapu edukacyjnego gimnazjum*, Wydawnictwo Kubajak, Kraków.
- Paśko J.R., Nodzyńska M. (2009): *Moja chemia. Podręcznik dla gimnazjum. Część 1.*, Wydawnictwo Kubajak, Kraków.
- Paśko J.R. (1998): *Nauczanie chemii historyczno-strukturalne czy funkcyjne* Materiały Międzynarodowego seminarium problemów dydaktyki chemii, Opole 21.
- Paśko J.R. (2006): *Czy musimy uczyć historii chemii zamiast chemii współczesnej?* [w:] *Súčasnost a perspektívy didaktiky chémie: Donovaly 11.-13.10.2006.* - Banská Bystrica : Fakulta prírodných ved, Univerzita Mateja Bela.
- Kuchaska-Żądło M., Paśko J.R. (2005): *Od odkrycia do podręcznika szkolnego - droga daleka czy bliska?* [w:] *Acta Facultatis Paedagogicae Universitatis Tyrnaviensis, Séria D, Vedy o výchove a vzdelávaní, Suplementum 1*, Trnava 2005.

Anna Świerz

Małgorzata Nodzyńska

Zakład Chemii i Dydaktyki Chemii IB

Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej

Kraków, PL

Spatial models created by computer and the effectiveness of education from the range of organic chemistry on the level of the higher school

Robert Wolski

Piotr Jagodziński

Chemistry is an experimental science based on chemistry experiments. However, in order to understand it better, models of structures are needed. One may use sets for modeling which are available on the market. On the other hand, computers may be used. Below a simple and effective manner of preparing computer animation of chemical compounds is presented. The method makes it possible to prepare numerous animations which might be used to present various phenomena [Siemieniecki, 1991].

Stages of creating animations

The first stage of creating a model involves drawing a two-dimensional model of a compound. There are numerous types of software available on the market. One may choose from the following: ISIS Draw, Chem Sketch (available as a free of charge tool to be downloaded from its manufacturer's site) and ChemDraw. The authors chose ChemDraw due to its user friendliness and the function of saving the resulting file in various formats. In figure 1 several tools which may be used to draw the formula in a very short time are presented. They include various types of bonds and different graphics depending on the model which is to be drawn. In the software, there is a library of ready-made compound patterns which are most frequently used for drawing more complex structures. In figure 2 we can see a ready-made model of nucutone (grapefruit oil). Once the structure was drawn, its structure was ordered using the command clean up structure. The formula was then saved in the format which can be read by Chem3D – the software which makes it possible to transform a two-dimensional drawing into a 3D one. The transformation is carried out by importing the drawing into Chem3D. The software automatically generates a three-dimensional compound. The image of this imported file is presented in figure 3.

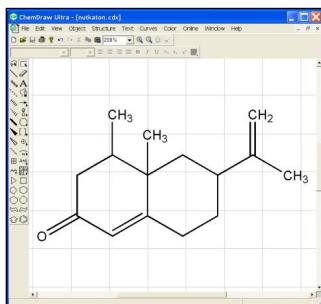
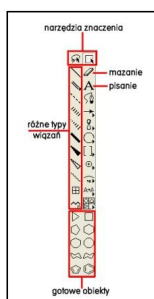


fig. 1. ChemDraw tools fig. 2 A ready-made formula of nucutone (grapefruit oil) drawn by means ChemDraw

In addition to transforming a flat, two-dimensional structure into a three-dimensional one, the software offers advanced calculation functions. Classical manuals frequently use models which are not optimized with respect to their energy. Once a 3D model was generated, computer calculations were commenced in order to optimize the model. In order to achieve this, an internal module of Chem3D was used. The models were optimized using molecular mechanics (fig. 4).

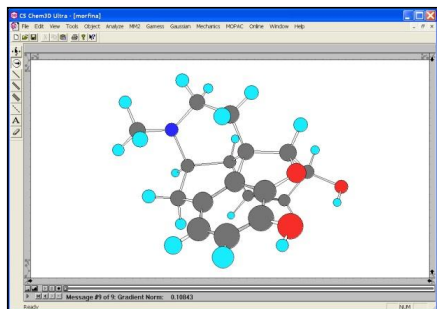


fig. 3. Automatically generated model of morphine after importing the file created in ChemDraw

Once the calculations were completed, the file was saved. The calculations allowed to obtain spatial coordinates of the compound as well as distances between its atoms. The file was subsequently imported to Word. Thus the data obtained could be introduced to the modeling software. The data could be printed together with the drawing of the molecule structure. In figure 5, the result of the above is presented in the form of a text file.

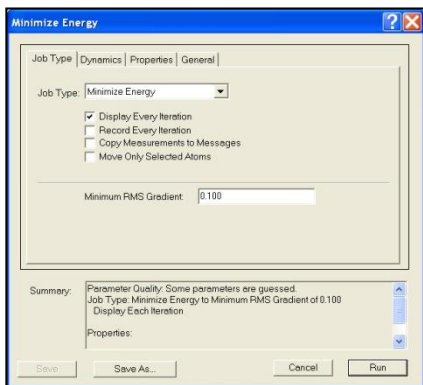


fig. 4. The panel of saving energy by means of internal calculation model

Atom	X	Y	Z
BTCCN 1 C	-0.889	-1.325	-0.889
BTCCN 2 C	-0.889	-1.889	-1.889
BTCCN 3 C	-0.889	-1.325	-1.325
BTCCN 4 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 5 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 6 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 7 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 8 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 9 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 10 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 11 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 12 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 13 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 14 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 15 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 16 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 17 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 18 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 19 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 20 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 21 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 22 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 23 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 24 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 25 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 26 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 27 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 28 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 29 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 30 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 31 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 32 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 33 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 34 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 35 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 36 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 37 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 38 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 39 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 40 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 41 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 42 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 43 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 44 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 45 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 46 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 47 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 48 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 49 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 50 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 51 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 52 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 53 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 54 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 55 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 56 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 57 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 58 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 59 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 60 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 61 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 62 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 63 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 64 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 65 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 66 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 67 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 68 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 69 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 70 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 71 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 72 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 73 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 74 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 75 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 76 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 77 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 78 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 79 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 80 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 81 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 82 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 83 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 84 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 85 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 86 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 87 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 88 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 89 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 90 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 91 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 92 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 93 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 94 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 95 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 96 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 97 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 98 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 99 C	-0.889	-0.889	-0.889
BTCCN 100 C	-0.889	-0.889	-0.889

fig. 5. A screen with data of the model and a drawing presenting the structure of an organic compound

The data was subsequently transferred to the software for 3D modeling. There are numerous types of such software. One may choose one of the following: Maya, LightWave, TrueSpace, 3D Studio MAX, Canvas 3D. The authors chose 3D Studio MAX.

Using 3D Studio MAX may be compared to recording objects created by the user of the software on video-tape. It allows designing any scene by means of numerous basic 3D objects such as cubes, spheres, cylinders, cones which might be chosen and added to the scene being designed. In addition to the basic objects, the software includes tools for making complex objects.

Once the objects are created and placed in the scene, materials defined in the software such as plastic, wood, metal and stone may be chosen from its library and applied to the objects. The materials, however, may be created by users themselves. For this purpose the Material Editor may be used which allows choosing color, brightness and transparency of the material. The editor

also makes it possible to apply painted and scanned images to the surface of the objects.

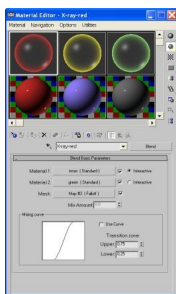
Once the materials are added, the user may proceed to create the camera which will be used to film the scene. The software renders it possible to create virtual cameras equipped with control parameters which simulate the parameters of real-life cameras.

It is also possible to use several types of lighting and define its color and intensity. The position of lights in the scene decides on the color and brightness of the objects. The user may choose the shadows the lights might cast on the scene as well as on the objects.

The scene might be made more vivid by moving the objects, the cameras and the lights. The objects may move mechanically, but they may also imitate the movement of living organisms. This may be obtained owing to the in-built reverse kinematics mechanisms.

Finally, the animation is saved in a digital file which makes it possible to present the results to the others.

In addition to the above-mentioned advantages, this particular software was also chosen by the authors because the users may get additional information from numerous manuals regarding its operation available on the market as well as due to the fact that the software is extremely user-friendly. Spatial coordinates may be introduced manually or by means of a special plug-in which automatically reads the data. For instance, when choosing a Sphere, the data may be introduced as X,Y,Z and the radius r.



Once the model was designed, it was covered with appropriate material depending on its type. Canopy and ball and stick models were covered with plastic-like material. For a hybrid model, an especially designed type of material was used. The material was obtained by means of a procedural map of the Falloff type. This type of procedural map is not an ordinary bitmap image as it is described by mathematic equations. Depending on the angle of viewing, the transparency of the material changes. If we look at the object at the right angle, it is absolutely transparent [McAlister, 1993]. When the angle is different than 90 degrees, the transparency of the object changes. The smaller the angle, the less transparent the object becomes. This is shown in figure 6.

fig. 6. The examples of materials used for covering the models. Below - material editor with the shadowing toolbar.

Once the model was prepared, cameras and light could be positioned.

Lighting was set according to the basic rules of photography. There were three sources of light. The first one followed the direction at which the lens was positioned so that the model could be lit from the front. The second reflector was placed slightly above the model. The third one lit the object from behind. The position of the lights is shown in figure 8.

Once the lights were set up, the cameras had to be positioned. In order to obtain standard animation, only one camera is needed. However, if we need to obtain anaglyphic animation, two cameras need to be used. They must be placed on the same plane and the distance between them must be identical with the distance between the eyes. It usually amounts to 10 or 12 cm. The software makes it possible for the user to conveniently choose the units. For model designing, the units chosen were meters. Therefore it was possible to precisely set the cameras. The scene with well-positioned cameras is shown in figure 9.

With all of the elements of the scene positioned, the proper animation could commence. Similarly to classical animation where the graphic artist used to draw only the key frames, i.e.

only those frames in which the set of the scene clearly changed and the rest was just drawn by his assistants, in 3D Studio MAX only the key frames must be made, and the other elements are provided and calculated by the computer. Key frames may be positioned in two ways: by means of a timeline or using the path editor (Track View). If the animation is to be made very precisely, path editor must be used. A blank path editor is presented in figure 10.

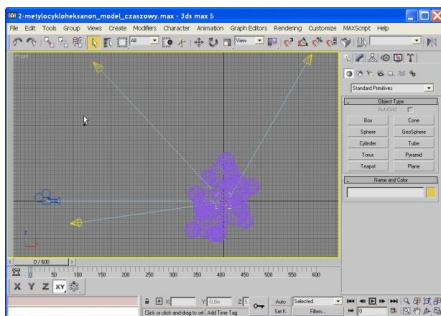


fig. 7. Positions of lights

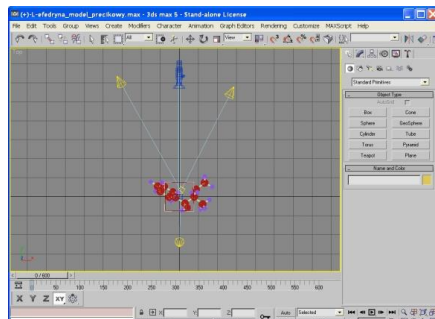


fig. 8. Positioning the cameras so that two animations could be obtained

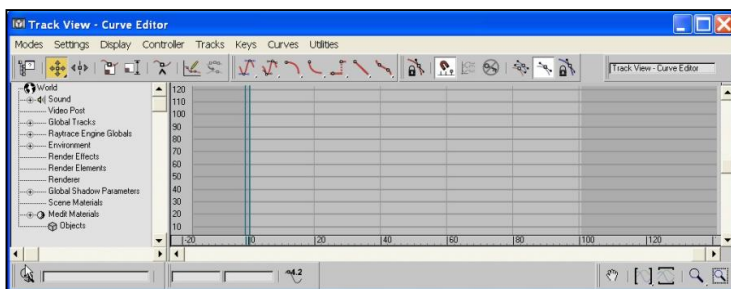


fig. 9. Track View – path editor

The necessary calculations may be made by single computer, however this does not allow the user to work with the computer calculating the animation.

Then such parameters as the size of the drawing and the method of saving the work had to be determined. The animation was initially saved as a sequence of JPG files. The panel in which the settings of the final file as well as the methods of calculation were to be chosen is shown in figure 12. The calculations obtained allowed the user to complete the animation sequence. A postproduction module of 3D Studio MAX was then used. The animation is completed when compression technique is applied to the sequence of files. In order to finalize the animation, a XviD was used as it produces high quality animation of rather small load. This codec (the name is an abbreviation of two words: compression - decompression) employs a modern method of MPEG 4 compression. In order to determine the best compression parameters, a two-directional analysis of the material to be compressed must be carried out [Bell].

Whilst doing the calculations, a set of animation frames is obtained. The advantage of the sequence of frames is the ability to transform the set into a graphic or video format. If the compression is too high, the file may not be further processed due to substantial distortions.

The models prepared by means of this method have been used in Chemical Education seminars carried out at the Institute of Chemical Education at Adam Mickiewicz University in

Poznań. They have also been included in the following multimedia software: Intensification of Agricultural Production and Related Threats and Ecological Farming.

Pedagogical studies with using different types of animation models of organic compounds were conducted among the students of the Faculty of Chemistry AMU.

From the results it can be concluded that the increase of knowledge in the experimental groups, it is, those in which classes were conducted with the use of animated models of the structures of organic compounds is always higher than the growth of knowledge in the control groups. Gain of knowledge for the experimental group working with anaglyph is 64.41% for the experimental group working with hybrid models is 29.21% for experimental group working with color models is 20.90%. While the increase of knowledge in the control group is 3.41%.

At high rates persist values and ranges of animated models of teaching, respectively, for the experimental group from 17.49% to 61.00%, which means a much better results compared to control groups.

The distance test helped to determine the knowledge permanency, calculated from the loss of knowledge between end research and distance tests, and in any case it is lower in the experimental groups and it is respectively: in the experimental group E2 working with anaglyph animations 11.68%, in the experimental group E3 working with hybrid models 18.34%, in the experimental group E1 working with color models is 27.57%. However, in the control group loss of knowledge is 36.51%. A valuable source of information about the advisability of the use of different types animated models of the structures of organic compounds, was to determine the effectiveness of training during the final testing and spacers. For these studiem clarified learning objectives, according to the B. German taxonomy, distinguishing categories: news, comprehension, problem solving skills in typical situations, and problem-solving skills. Such diversity curriculum for various categories of taxonomic process revealed a higher effectiveness in teaching students from the experimental groups in the category of the understanding and use of messages in typical situations. While the experimental group who worked with anaglyph animations achieved the highest increase of knowledge in problem solving, and it average was 63.54%.

On the basis of statistical hypothesis testing, can be considered that different types of organic compounds animation models differ in their effect on teaching effectiveness significantly, at a significance level of 0.05.

Effect of different types of animation models of the organic structures compounds on the effectiveness of teaching is more visible in future studies, it is during distance testing, where in all categories the results were more favorable for the experimental group than for the control group. Among the experimental groups the smallest loss of knowledge showed a group working with anaglyph animations.

The issue of problem solving as the highest education category in the B. German taxonomy, which was used in this work, is in all parts of this experiment so interesting that it requires to devote a few words to discuss the issue.

Taking into account the results of final tests, the best results achieved in problems solving the E2 group, who worked with anaglyph animations and they was 63.54%, compared to the control group in which the rate was 10.59% it is very good result. But in the other experimental groups ranged, respectively, 13.07% for E1, 12.10% for E3. This fact may explain the impact of technology used in the anaglyph models, allowing to see three-dimensional molecules. Can be inferred by comparing the control groups among themselves that the introduction of three-dimensional animations of models increases the effectiveness of teaching both in terms of problem solving as well as lower taxonomic categories. In the case of lower taxonomic categories difference in the experimental groups always falls in favor of E2, which worked with anaglyph animations.

Similar is the situation in the distance studies. The best results has the experimental group who works with anaglyph animations. Comparing the difference in the effectiveness of training in problem solving skills, between the final research and spacers, the smallest decrease was recorded for the E2 group it is 20.83%. Compared to the control group where the decline amounted to 71.42%.

Based on the results of pedagogical experiment conducted among students of the Faculty of Chemistry AMU to pursuit issues related to stereochemistry, the desirability of using various types of animation structures of organic compounds can be determined in particular with the anaglyph animation.

Given the taxonomic categories, the best results were obtained in a category C and D, application of knowledge in common situations and solve problems for anaglyph animation. However, in category B - understand the differences in the messages of the results achieved by groups were not as varied, although the best result achieved E2 group. Likewise is the case of Category A - passive knowledge.

In the distance test, despite the logical reduction in the number of obtained points, in all cases the experimental group gained higher scores compared to the control group.

In summary, we can certify the educational usefulness of computer animations structures of organic compounds, in particular, anaglyph animation, as demonstrated by analysis of the statistical significance of differences. It increases the durability of students knowledge and the effectiveness of teaching chemistry, with very good results obtained in the category of application knowledge in common situations and problematic situations. Stereochemical issues raised in the study are typical during the basic courses in organic chemistry and it is understood that similar models of the organic compounds structures are also useful in improving teaching and learning organic chemistry in college.

Literature:

Bell J.A. *3D Studio Max f/x*, The Coriolis Group, Scottsdale, Arizona 85260, USA.

McAlister D. (1993): *Stereo Computer Graphics and Other True 3D Technology*, Princeton University Press, Princeton.

Siemieniecki B. (1991): *Środki dydaktyczne w procesie myślenia twórczego*, Wyd. WSP, Kraków.

Surmiak P. (2000): *Filmy w świecie komputerów*, Chip Special, Vogel Publishing, Wrocław.

Robert Wolski

Piotr Jagodziński

Department of Chemical Education, Faculty of Chemistry

Adam Mickiewicz University

Poznań, PL

Próba wykorzystania tunelu aerodynamicznego w szkolnym laboratorium przyrody

Andrzej Wręczycki

Tunel aerodynamiczny

Działanie symulatora żeglowania opiera się na wykorzystaniu tunelu aerodynamicznego. Pierwszy tunel zbudowali prawdopodobnie bracia Wright – twórcy samolotu. Jest to podstawowe urządzenie badawcze wykorzystywane w aerodynamice doświadczalnej.

Istota działania:

- Jednorodny strumień powietrza opływa badany przedmiot.
- Z zasady względności ruchu wynika, że poruszające się powietrze działa tak samo na model jakby to powietrze było nieruchome a poruszał się w nim model.
- Dla stacjonarnego obserwatora zjawiska występujące na modelu odpowiadają zachowaniu się modelu w trakcie jego rzeczywistego ruchu.

Zaproponowany w pracy swego rodzaju symulator do nauki żeglowania jest systemem modelowym. Model może być wykorzystany do demonstracji i pogładowego przedstawienia następujących elementów postępowania na jachcie:

- Stawianie i zrzucanie żagli.
- Ustawianie żagli w kursie bejdedwind.
- Ustawianie żagli w półwietrze.
- Ustawianie żagli w kursie baksztag.
- Ustawianie żagli w kursie fordewind.

Szkolenia w manewrowaniu:

- Ostrzenie (kurs na wiatr).
- Odpadanie (odchodzenie od linii wiatru).
- Zwrot przez sztag.
- Zwrot przez rufę.

Różne kombinacje zwrotów: np. manewrowanie w ósemce sztagowej, dojście do boi, dojście do pomostu itp.

Przedmiotem eksperymentu jest jakościowa analiza zachowania się modelu, a nie ilościowe badanie sił występujących na ożaglowaniu, co zmuszałoby do przyjęcia współczynników korekcyjnych wynikających z braku składowej ruchu jachtu względem kierunku wiatru. Niemniej możliwym jest potencjalne wykorzystanie stanowiska demonstracyjnego, po zamontowaniu odpowiednich czujników umieszczonych na modelu, do:

- Ustalania różnicy ciśnień przy opływie profili żagli przez wiatr.
- Dokonanie pomiaru sił działających na żagle w różnych kursach względem wiatru.
- Wizualizacja przepływu strug wiatru na żaglach w różnych kursach.

Elementy szkolnej wiedzy przyrodniczej możliwe do realizacji na bazie przedstawionego modelu

Model działania jachtu w tunelu aerodynamicznym może służyć również do realizacji treści przyrodniczych, obejmujących różne przedmioty nauczania, w formie demonstracji, obliczeń lub omówienia (podanie jako przykładu).

Stany skupienia materii:

- stan stały - łądz; posiada określony kształt i objętość oraz przeciwstawia się ich zmianom zachodzącym pod wpływem sił zewnętrznych (dzielność jednostki żaglowej),
- woda – stan ciekły, przybiera kształt naczynia w którym się znajduje,
- powietrze – stan lotny, wypełnia całą objętość pomieszczenia, widoczne skutki wiatru:

łopotanie żagli, praca żagli, icki, wimple, przechyły żagłówek.

Gęstość, objętość, siła wyporu:

- zasada unoszenia się na powierzchni,
- ciężar i siła wyporu - nośność jednostek pływających,
- Prawo Archimedesesa.

Mechanika:

- „mechos” – „ułatwić wykonanie czynności”,
- oddziaływanie siłą,
- siła – wielkość wektorowa,
- maszyny proste – Heron z Aleksandrii (II w. p.n.e.) był przekonany, że każdą maszynę można skonstruować z 5 maszyn prostych (równia pochyła, krążek, śruba, dźwignia i koło) a 1500 lat później Leonardo da Vinci w swojej książce „Elementy maszyn” wymienił aż 22 maszyny proste,
- płat lotniczy- jedna z maszyn prostych; F.W. Lanchester w 1884 r. – żagiel, skrzydło samolotu.

Maszyny proste w żeglarstwie:

- dźwignie – bomy, wiosła, gaffe,
- koła zębate – kabestany,
- wielokrążek – talia grota,
- bloczki – stawianie żagli,
- płat lotniczy – żagle.

Siły:

- Siły wpływają na kształty i ruchy modelu żagłowca (zmiana „sylwetki” żagli w różnych kursach względem wiatru, zwroty przez sztag i rufę oraz zmiany kursów obserwowane względem kierunku wiatru w tunelu aerodynamicznym),
- Siły tarcia, tarcie- powstaje na styku kadłuba modelu żagłowca i wody (wpływ kształtu na pływalność, rola kila, steru, miecza)

Praca:

Żagłówka przesuwa się po wodzie pod wpływem działania siły (wiatr wypełniający żagle).

Energia jako zdolność do wykonania pracy:

Energia kinetyczna związana z ruchem modelu jachtu w zależności od rodzaju ruchu może mieć postać energii:

- translacyjnej (zmiana położenia jachtu w ustalonym kursie),
- rotacyjnej (wykonywanie manewru krążenia po kole),
- oscylacyjnej (wykonywanie manewru ósemki sztagowej).

Ruch (kinematyka):

- model żagłówki porusza się, gdyż zmienia swoje położenie lub orientację w przestrzeni,
- model wykonuje ruch postępowy, gdyż płynąc przesuwa się środek jego masy,
- ruch obrotowy wykonują np. bomy żagli podczas zmiany kursu i zwrotów,
- model żagłówki jest bryłą sztywną, nie zmienia swego kształtu pod wpływem sił zewnętrznych. Problem do dyskusji, zależnie od przyjętych założeń,
- prędkość względna. Często problem prędkości ciała względem obserwatora tłumaczy się na przykładzie dwóch łodzi płynących naprzeciw siebie z różnymi prędkościami (prędkość jaką rejestruje obserwator również znajdujący się w ruchu).

Dynamika:

- masa jako miara bezwładności ciała – inercja łodzi jest wykorzystywana w manewrach prostych i złożonych np. zwrot przez sztag byłby niemożliwy do wykonania bez inercji, uwzględnianie inercji jednostek pływających w manewrach portowych,

- zwroty (zmiany kursu) statki, łodzie realizują zgodnie z II zasadą dynamiki,
- działanie wiosła w wodzie jest przykładem III zasady dynamiki (akcja i reakcja).

Jak działają śruby napędowe statku?

Śruby napędowe swą nazwę zawdzięczają temu, że „wkręcają” statek w wodę (tak jak śrubokręt wkręca śrubkę w drewno). Obracają się a skierowane pod kątem łopatki uderzają w wodę, odpychając ją do tyłu. Reakcją na ten ruch wsteczny jest siła napędowa, która popycha statek do przodu (akcja – reakcja).

Moment siły:

- równowaga trwała – łodzie żaglowe kilowe (niewywracalne lecz zatapialne),
- łodzie żaglowe mieczowe (wywracalne ale niezatapialne).

Fale:

- ruch falowy,
- grzbiet fali,
- dolina fali.
- obserwacja zmian na wodzie pod wpływem strumienia powietrza (wiatru) z tunelu aerodynamicznego.

Magnetyzm ziemski:

Kompas – sterowanie i zmiany kursu modelu jachtu względem wskazań kompasu.

Matematyka:

Obliczanie powierzchni żagli jako pola różnych figur geometrycznych: fok, grot, gafel, topsel, ożaglowanie rejowe, spinaker itp.

Meteorologia:

- powstawanie i kierunki wiatrów,
- układy baryczne,
- bryza,
- rozpoznawanie rodzajów chmur.

Dyskusja wyników eksperymentu

Symulator do nauki manewrowania jest systemem modelowym. Warto przeprowadzić dyskusję na ile możliwe jest jego wykorzystanie w stosunku do realnie występujących warunków w praktyce żeglarskiej oraz możliwości szkolenia zgodnie z procedurami manewrów i zwrotów zalecanych w podręcznikach rekomendowanych do szkolenia. W trakcie eksperymentu w tunelu aerodynamicznym zachodzą również warunki do omówienia zagadnień fizycznych z programu nauczania przyrody.

Rozpoznawanie kierunku wiatru

Pierwszoplanową sprawą w nauczaniu żeglarstwa jest umiejętność rozpoznawania kierunku wiatru przez żeglarza na płynącym jachcie. Kierunek wiatru odczuwany przez załogę w ruchu jachtu jest inny niż kierunek wiatru wskazywany na nabrzeżu, np. przez drzewo, które wyginając się wskazuje wiatr rzeczywisty. Gdy jacht porusza się oddziałuje na niego wiatr własny – równy prędkości jachtu, ale przeciwnie skierowany. Wiatr odczuwany przez żeglarza na jachcie zawsze jest wypadkową wiatru rzeczywistego i własnego jachtu i określany jest wiatrem pozornym, aczkolwiek to on realnie wypełnia żagle. Wiatr pozorny jest zawsze ostrzejszy od rzeczywistego, a może być :

- słabszy, powolniejszy od rzeczywistego – zawsze przy fordewindzie, gdy stanowi różnicę prędkości wiatru rzeczywistego i jachtu, ale też na kursach baksztagowych, dla powolnych jachtów, gdy wpływ prędkości własnej jachtu nie jest duży,
- szybszy i silniejszy od rzeczywistego – dla wszystkich jachtów przy żegludze na wiatr, a dla jachtów bardzo szybkich – najszybszy przy baksztagu.

Na żagle zawsze oddziałuje wiatr pozorny i według niego ustawiamy żagle, niestety w omawianym symulatorze (modelu) występuje tylko wiatr rzeczywisty, dlatego ustawienia żagli na modelu różnią się od optymalnego, proporcjonalnie do hipotetycznej prędkości jachtu (gdymy jacht rzeczywiście płynął) i kierunku wiatru rzeczywistego.

Fakt ten nie wpływa jednak zasadniczo na możliwość symulacji zwrotów i manewrowania jachtem, gdyż w konsekwencji jacht zajmuje jedynie inne położenie kątowe na makiecie, niż miałoby w rzeczywistości (kąt ten można oszacować i nie wyniesie on więcej niż kilka stopni), a procedura manewru lub zwrotu od tych wielkości jest niezależna.

Wykorzystanie modelu do wizualizacji przepływu strug wiatru na żaglach – stawianie żagli

Jacht nie może płynąć dokładnie pod wiatr. Siła pozwalająca jachtowi żeglować pod pewnym kątem w stronę skąd wieje wiatr podobna jest do siły dającej wznoszenie skrzydłom szybowca. Żagiel staje się odpowiednikiem płata nośnego.

Dobrze wytrymowany żagiel ma charakterystykę płata, którego profil jest krzywą paraboliczną, posiadającą punkt najgłębszy niedaleko masztu i wypłaszczającą się w miarę zbliżania się do liku wolnego. Powietrze opływając żagiel (pędnik), zgodnie z prawem Pascala, oddziałuje zawsze prostopadle na powierzchnię z którą się styka.

Powietrze opływające żagiel w związku z jego profilem zmienia kierunek swego ruchu. Cząsteczki powietrza po zawietrznej mają większą drogę do przebycia od cząsteczek pędzących po nawietrznej.

Zgodnie z prawem laminarnego ruchu, dla tej prędkości ruchu cząsteczek, cząsteczki powietrza rozdzielone na dwie strugi opływające żagiel muszą spotkać się w tym samym czasie przy liku tylnym żagla. W konsekwencji cząsteczki powietrza biegnące po stronie zawietrznej muszą przyspieszyć.

Zgodnie z prawem Bernoulliego, wzrost prędkości przepływu powoduje spadek ciśnienia. Dlatego też po obu stronach żagla powstaje różnica ciśnień. Po stronie nawietrznej wystąpi nadciśnienie w stosunku do ciśnienia atmosferycznego, spowodowane wystąpieniem na drodze cząsteczek powietrza przeszkody, jaką jest żagiel, natomiast po stronie zawietrznej występuje znaczne podciśnienie, wynikłe z przyspieszonego przepływu.

Różnica ciśnień powoduje powstanie siły aerodynamicznej, która stara się przemieścić żagiel z obszaru o ciśnieniu wyższym do niższego. Działa ona na cały żagiel, w przybliżeniu prostopadle do jego powierzchni. Dla lepszego zobrazowania można wszystkie siły powstające w poszczególnych punktach żagla zsumować i zastąpić je jednym wektorem. Jest to wypadkowa siła aerodynamiczna. Pokazuje ona w jakim kierunku będzie chciał przemieszczać się żagiel na skutek różnicy ciśnień po jego obu stronach.

Rozpylenie w tunelu aerodynamicznym np. barwnego aerozolu wskazuje obserwatorowi drogą strug powietrza, co można wykorzystać do demonstracji działania fok jako dyszy (tzw. dyszowe działanie fok). Prawidłowo wybrany fok stanowi wraz z przednią krawędzią grotu wąską szparę zwaną slotem. Aby w niezmięnionej objętości cząsteczki wiatru przeszły przez slot muszą przyspieszyć, co w efekcie powoduje dalsze obniżenie ciśnienia po zawietrznej stronie grotu. Następuje ssanie i zwiększa się tym samym siła aerodynamiczna na grocie.

Ostrzenie na wiatr i odpadanie od linii wiatru

Manewry proste polegają na zmianie kierunku żeglowania z uwzględnieniem siły i przede wszystkim kierunku wiatru. Zmianę kierunku ruchu realizujemy odpowiednim ustawieniem żagli i steru. Działanie steru jest skuteczne tylko w czasie ruchu jachtu względem wody.

W symulatorze naturalna praca steru zastąpiona jest mechanizmem utrzymującym położenie jachtu względem wiatru. W związku z tym w modelu nie występuje tendencja do samoczynnego

ostrzenia lub odpadania jachtu, która w rzeczywistych warunkach wymaga kontrowania sterem, aby uniknąć zmiany kursu.

Tendencja do ostrzenia lub odpadania jachtów jest naturalną skłonnością wynikającą z konstrukcji jachtów. Nawietrzność i zawietrzność można zmieniać, zmieniając wielkość i ustawienie żagli – wybierając je lub luzując, a także przez odpowiednie rozmieszczenie załogi. Przyjmuje się, że nawietrzność jest bezpieczniejsza, bo prowadzi do ustawienia łodzi w linii wiatru i zlikwidowania przechyłu, ale z kolei powoduje to wytracenie prędkości, co może pozbawić jacht zdolności manewrowej. Najlepiej kiedy łódź jest zrównoważona, ale stan taki w trakcie pływania ulega zmianom, które można niwelować pracą na sterze.

Te elementy, wynikające z teorii żeglowania, należy uwzględnić jako ważną poprawkę przy wykorzystywaniu omawianego modelu (symulatora) nauki żeglowania.

Procedury zwrotów i manewrów jachtem

Narzędziem do sprawnego prowadzenia jachtu jest system komend i poleceń, który jest rezultatem tradycji ukształtowanej wieloletnią praktyką różnych ludzi na różnych akwenach i w najróżniejszych warunkach.

Ze względu na pewne niuanse terminologiczne ustalono uniwersalne sposoby wydawania poleceń, aby zapewnić porozumiewanie się kapitana i żeglarzy obsługujących poszczególne stanowiska. Konieczność ujednoczenia i usystematyzowania komend żeglarskich sygnalizowana była już dawno. Szczególnie pilną stała się w latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku, kiedy to żywiołowy rozwój szkolenia – prowadzonego przez różne ośrodki – pogłębiał dalsze różnicowanie terminologii. Główna Komisja Szkolenia Polskiego Związku Żeglarskiego zleciła opracowanie komend, które po raz pierwszy drukiem ukazały się w 1967 r.. Tekst przedstawiony w Trzebieży w 1968 roku na ogólnopolskiej konferencji instruktorów-egzaminatorów PZŻ, przyjęty został jako obowiązujący i zalecony jako podstawowy podręcznik w zakresie nauczania komend żeglarskich.

W latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku ukazał się podręcznik Jerzego Dziewulskiego, Marka Berkowskiego i Zbigniewa Dąbrowskiego pt. „Manewrowanie jachtem żaglowym, Komendy, polecenia, ostrzeżenia i meldunki” [Dziewulski, Berkowski & Dąbrowski, 1995], który jest rekomendowany do szkolenia.

W omawianym symulatorze w pełni możliwa jest techniczna realizacja komend i poleceń za pomocą szotów i steru (funkcję steru w modelu spełnia mechanizm utrzymujący położenie jachtu względem wiatru). Model jachtu ma zdolności manewrowe zgodnie z procedurami, które realizuje się za pomocą systemu komend i poleceń.

Podsumowanie i wnioski

Modelowanie i projektowanie eksperymentu umożliwia doskonalenie metodyki kształcenia. Tunel aerodynamiczny jest wykorzystywany w żeglarstwie w projektowaniu kadłubów jachtów i trymowaniu ożaglowania. Nie ma natomiast doniesień literaturowych na temat wykorzystania tunelu aerodynamicznego do interakcyjnego dynamicznego uczenia manewrowania jachtem, które jest realizowane za pomocą modelu jachtu.

Przedstawiona propozycja należy do metod aktywizujących działalność uczącego się. Zaletą jest również możliwość ćwiczenia współdziałania członków załogi, co w wyszkoleniu żeglarskim odgrywa ważną rolę, ale jest również niezbędnym elementem w nauczaniu metodą projektów.

Z analizy działania symulatora w aspekcie teorii i praktyki żeglowania wynikają następujące wnioski:

- Na symulatorze wiatr pozorny równy jest co do siły i kierunku z wiatrem rzeczywistym, wskutek braku składowej wiatru własnego jachtu. Konsekwencją jest niewielka zmiana położenia

kątowego modelu jachtu w stosunku do rzeczywistej pozycji jachtu, gdyby miał on prędkość własną. Fakt ten nie wpływa na możliwości manewrowe modelu jachtu.

- Nie występuje na symulatorze samoczynna tendencja modelu jachtu do ostrzenia lub odpadania, co zawsze w mniejszym lub większym stopniu zachodzi w praktyce żeglarskiej. Zagadnienie to powinien zademonstrować na modelu instruktor, aby unaocznić znaczenie kontrowania sterem w utrzymaniu kursu jachtu.

- Zwroty przez sztag i rufę realizuje się na modelu zgodnie z procedurami poleceń i komend określonych w teorii żeglowania, co umożliwi wykonywanie manewrów złożonych.

- W symulatorze możliwa jest wizualizacja przepływu strug wiatru w różnych kursach i trymowania żagli.

- Żeglarstwo jest dyscypliną, która wymaga od uprawiającego ją żeglarza przygotowania specjalistycznego oraz odpowiednich cech psychofizycznych, ale również wiedzy przyrodniczej.

- Nauczanie przyrody metodami innowacyjnymi może obejmować metodę projektów, której jedną z cech jest współdziałanie i podział ról wykonawców. Żeglarstwo jest dziedziną aktywności zespołowej. Obsługa jachtu wymaga kilku rąk, ale i dzielenie się radością potrzebuje obecności innych osób na pokładzie.



Rys. 1. Pokaz działania modelu (zdjęcie M. Nodzyńska)

Literatura:

Dziewulski J., Berkowski M., Dąbrowski Z. (1995): *Manewrowanie jachtem żaglowym. Komendy, polecenia, ostrzeżenia i meldunki*. Oficyna Wydawnicza Alma-Press, Warszawa.

Andrzej Wręczycki

Instytut Chemii, Ochrony Środowiska i Biotechnologii

Akademia im. Jana Długosza

Częstochowa, PL

Wstęp

Projekt E-nauczyciel przyrody. Zintegrowane środowisko edukacyjne dla rozwijania myślenia naukowego, umiejętności informacyjnych oraz kompetencji językowych uczniów II i III etapu edukacyjnego podejmuje działania służące zwiększeniu zainteresowania uczniów szkół podstawowych i gimnazjalnych. Prace grupy składającej się ze specjalistów zrzeszonych w ramach Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza oraz amerykańskiej firmy Boulder Language Technologies zmierzają do zbudowania platformy e-learningowej wykorzystującej nowoczesne technologie komputerowe (filmy i prezentacje Flash, syntezytor mowy, modelowanie awatarów) w celu prezentacji materiałów i ewaluacji uczniów.

Opis projektu

W ramach projektu przygotowano 180 jednostek lekcyjnych, w tym 30 z chemii w gimnazjum i 30 z części chemicznej objętej przedmiotem przyroda. W opracowanych scenariuszach uwzględniono treści rozmów QtA oraz opisano animacje, które zostały zrealizowane w języku programowania Flash. Przygotowane animacje podzielono na cztery części: animacje używane przez nauczyciela w rozmowie QtA z uczniami oraz jednolity strukturalnie pakiet animacji do samodzielnej pracy ucznia przy komputerze. Pakiet ten zawiera animacje ilustrujące zjawiska przyrodnicze, wyjaśniające je oraz podsumowujące pozyskaną wiedzę i ćwiczące nabyte umiejętności.

Wszystkie komponenty osadzono na dedykowanej platformie. Należą do nich:

- Wirtualna nauczycielka Monika – awatar stworzony za pomocą nowoczesnych technik modelowania awatarów. Monika będzie komunikować się z uczniami przy pomocy syntezytora mowy.

- Moduł prezentacji – przedstawianie materiału podczas zajęć będzie przeprowadzane poprzez interaktywne prezentacje i filmy wykonane w technologii Flash opatrzone dodatkowo komentarzami wirtualnej nauczycielki.

- Minisieć internetowa wraz z wyszukiwarką – baza uproszczonych artykułów naukowych, które będą dostępne dzięki wyszukiwarce. W ten sposób uczniowie będą mieli możliwość wykształcenia odruchu stosowania zapytań zrozumiałych dla większości wyszukiwarek, a także zapoznają się z formą artykułów naukowych.

- Moduł dwujęzyczny – podczas uczestnictwa w projekcie, uczniowie będą mogli zapoznawać się ze słownictwem oraz zwrotami angielskimi w zakresie nauk przyrodniczych.

- Moduł ewaluacyjny – po zapoznaniu się z materiałem podczas lekcji, uczniowie będą mogli skorzystać z modułu ewaluacyjnego, który sprawdzi, w jakim stopniu zrozumieli oni materiał przedstawiony podczas zajęć. W przypadku błędnych odpowiedzi, będzie możliwość zasugerowania uczniowi materiału przedstawiającego dany aspekt tak, aby uczeń mógł lepiej zrozumieć dane zagadnienie.

Platforma e-learningowa będzie mogła również być wykorzystywana przez uczniów w domu. Dzięki temu, uczniowie będą mogli wielokrotnie przeglądać materiał poznany podczas zajęć, czytać artykuły i materiały zawarte w module Minisieć, a także zapoznawać się ze słowniczkiem i materiałem z modułu dwujęzycznego.

Nauczenie zgodne z metodą QtA (Questioning the Author)

Metoda QtA jest głęboko osadzona w teorii pedagogicznej programem budowania dialogów w klasie, stosowanym z powodzeniem przez wielu nauczycieli w amerykańskich szkołach. Program ten dostarcza zarówno nauczycielom, jak i uczniom pozytywnych doświadczeń

w zakresie komunikacji w klasie oraz znaczących rezultatów w procesie uczenia się. Skupia się on na zmobilizowaniu uczniów do wnikliwej analizy materiału oraz wykształcenia w nich umiejętności do późniejszego przedstawienia materiału zaprezentowanego przez autora.

Strategia pracy z tekstem w Questioning the Author

- Nauczyciel powinien wybrać fragment, który jest jednocześnie interesujący, a zarazem może stanowić bodziec do rozmowy.

- Nauczyciel powinien zdecydować o punktach postojów w trakcie czytania tekstu, gdzie uczniowie powinni zgłębić wiedzę na dany temat lub odnieść się do poznanych wcześniej wiadomości.

- Nauczyciel powinien stworzyć początkowe pytania inicjujące rozmowę uczniów, aby zachęcić ich do krytycznego myślenia oraz pytania zachęcające do dalszej dyskusji. Najczęściej zadawanymi przez nauczyciela pytaniami, są np.: *Co autor tekstu chciał przekazać w tym fragmencie? Jakie wiadomości przekazuje autor w przytoczonym fragmencie tekstu? Co autor chciał przez to powiedzieć/przesłać/przekazać? Jak myślisz, dlaczego autor stosował następujące słownictwo? Jaki sens dla ciebie miał przytoczony fragment tekstu? Co autor próbuje powiedzieć? Co autor sugeruje? Czy autor wyraźnie wyjaśnia, to co chce przekazać? Jeśli nie, to co jest dla was niejasne? Co autor zakłada, że już powinniście wiedzieć z wcześniejszych lat nauki? Jak myślisz, dlaczego autor tekstu mówi o tym właśnie teraz/w tym fragmencie? Jak to połączyć z tym, co autor powiedział wcześniej? Czy autor w tekście przedstawia jednostronny punkt widzenia? Co zdaniem autora jest najważniejsze? Czy autor dokonuje porównań? Jakiego typu są to porównania? Czy mógłbyś po przeczytaniu tekstu nawiązać do jakichś sytuacji z życia codziennego? Dlaczego, autor mówi, że...? Czy autor powiedział jasno o? Co byś powiedział na ten temat, co nie zostało powiedziane w tekście? Czy autor mógł powiedzieć o jasniej?*

QtA staje się narzędziem do rozpoznawania, analizowania, diagnozowania, badania często bezmyślnie czytanych tekstów. Niezrozumienie treści przekazywanych informacji często odciąga uczniów od dalszej analizy, wnikliwego czytania ze zrozumieniem i dalszego przyswajania wiedzy. Odbiorcy angażują się w krytyczne myślenie, pragną jak najlepiej zrozumieć przekaz, stają się kompetentnymi czytelnikami. Wprowadzając taką strategię prowadzenia lekcji nauczyciel powinien wcześniej mieć zaplanowane kilka pytań, które pomogą uczniom w zainicjowaniu rozmowy na temat informacji zawartych w tekście. Może on także zaprosić studentów, uczniów do czytania i pracy w małych grupach, parach, gdzie jego rolą jest nadzór i ewentualne ułatwianie dyskusji, a nie jak w tradycyjnej lekcji podawanie uczniom gotowych reguł i zasad. Uczniowie podczas samodzielnej pracy automatycznie sami używają strategii QtA, komunikują się ze sobą, zachodzi pomiędzy nimi wymiana opinii i poglądów na dany temat, każdy może inaczej interpretować to, co przed chwilą usłyszał lub przeczytał. Kiedy niektórzy uczniowie zadają pytania pozostające bez udzielenia na nie odpowiedzi przez innych uczniów nauczyciel powinien zachęcić młodzież do pracy w celu ustalenia wspólnej odpowiedzi na zadane pytanie, żeby nie pozostało ono bez odpowiedzi. Gdy żaden uczestnik zajęć nie zna prawidłowej odpowiedzi w ostateczności może udzielić jej nauczyciel. Odpowiadając na pytania otwarte, nauczyciel zachęca uczniów do podsumowania i wnioskowania, wytworzenia nowych pytań, buduje zaangażowanie, motywuje ich do działania, by osiągnąć zamierzony cel – zrozumienie.

Problemy utrudniające zrozumienie tekstu, które nauczyciel może zidentyfikować podczas przeprowadzania lekcji wg strategii QtA to brak przejrzystości, jasności tekstu, jego spójności i gęstości informacji. Zgłębianie fragmentów przez czytelnika stawia na jakość zrozumienia wypowiedzi. Tekst ma stać się sojusznikiem i służyć do weryfikacji, interpretowania, myślenia i zastanawiania się nad jego przekazem, tak więc aby coś zrozumieć uczniowie powinni aktywnie korzystać z informacji, a nie biernie jej gromadzić.

Nauczyciel za pomocą QtA w większości przypadków nie powinien dostarczać informacji i wyjaśnień, ale raczej skłaniać uczniów do własnych opracowań, refleksji, połączeń.

Metoda QtA może być wykorzystywana nie tylko do pracy z tekstem. Kluczowym elementem strategii są skuteczne zapytania. Łącząc tekst lub prezentowany obraz z dyskusją i pomagając uczniom w budowaniu odpowiedniego poznania znaczenia przekazywanych treści. Zapytania uzupełniają tekst, obraz, pomagają kontrolować zrozumienie, mają na celu pomóc uczniom myśleć o prezentowanych informacjach.

W późniejszych latach metoda modelowania dialogów w klasie QtA zaczęła być także wykorzystywana nie tylko do analizy tekstów literackich i naukowych, ale do nauczania innych przedmiotów, w tym przedmiotów przyrodniczych i ścisłych. Nauczyciel za pomocą QtA motywuje uczniów do pracy z materiałem edukacyjnym i jego wnikliwej analizy oraz kształtuje u uczniów umiejętność późniejszego słownego przedstawienia, omówienia materiału zaprezentowanego przez autora. Strategia QtA usprawnia również uczniowskie rozumienie tekstów i materiałów informacyjnych, może więc być używana w klasowych dyskusjach (rozmowach) dotyczących zagadnień przyrodniczych i naukowych. W QtA nauczyciel stosując aktywne słuchanie, stara się wzbudzić zainteresowanie wyrażając to w swoich pytaniach, odpowiednio parafrazuje wypowiedzi uczniów oraz stawia pytania, zachęca uczniów do dyskusji nad postawionym problemem, aktywizuje poszczególnych uczniów do formułowania i wyrażania swoich opinii na temat zjawisk przyrodniczych. Dzięki zestawowi określonych strategii komunikacji, nauczyciel jest w stanie podtrzymywać oraz kierować dyskusją w taki sposób, że w konsekwencji wymiany pomysłów i poglądów, uczniowie dochodzą samodzielnie do poprawnych naukowo wyjaśnień. Uczeń potrafi formułować pytania, uczy się jak należy stawiać hipotezy, rozwiązywać problemy.

Różnice pomiędzy pytaniami szkolnymi a pytaniami QtA

Pytania szkolne:

- weryfikują stopień zapamiętania, sprawdzają wiedzę ucznia;
- skupiają się na interakcji nauczyciel-pojedynczy uczeń;
- odpowiedzi udzielane przez ucznia podlegają ocenie nauczyciela;
- błędne odpowiedzi ucznia są niepożądane i szybko korygowane przez nauczyciela;
- są to przede wszystkim pytania zamkniętymi.

Pytania QtA:

- weryfikują rozumienie zjawisk, pomagają uczniom w odkrywaniu znaczenia, rozwijają myślenie;
- wyzwalają grupową dyskusję na temat problemu i zachęcają do interakcji na linii: uczeń-uczeń i uczeń-nauczyciel;
- błędna odpowiedź ucznia jest dla nauczyciela cenna, stanowi bowiem kanwę dyskusji;
- są to pytania otwarte; (odpowiedź ucznia ma charakter rozbudowany; jest własną wersją wyjaśnienia zjawiska)

Porównanie cech dyskusji tradycyjnej i dyskusji w metodzie QtA

Rozmowa (pogadanka) tradycyjna	Dyskusja QTA
krótkie, "hasłowe" odpowiedzi	dłuższe, rozwinięte wypowiedzi
sformułowane w języku nauczyciela i nauki	sformułowane w języku ucznia
odpowiedzi poszczególnych uczniów nie budują całościowego obrazu problemu; dotyczą fragmentarycznych, niepowiązanych ze sobą informacji	odpowiedzi poszczególnych uczniów są częścią toczącej się, połączonej dyskusji;
małe zaangażowanie uczniów	duże zaangażowanie uczniów
zorientowana na „produkt”; zakłada, że jeśli jeden uczeń poda odpowiedź, wszyscy U to rozumieją	zorientowana na proces; słyszymy, w jaki sposób uczniowie rozumują
pytania inicjuje tylko nauczyciel	pytania inicjuje tylko nauczyciel

Rodzaje pytań w metodzie QTA:

Pytania początkowe (otwierają dyskusję)

- Co odkryłeś?
 - Co zaobserwowaliście?
 - Czego się dowiedziałeś?
 - Co zauważyliście?
- Pytania podążające (rozwijają i ukierunkowują dyskusję; zachęcają do wypowiedzania się)
- Co się działo z żarówką, kiedy...?
 - Co zauważyliście, kiedy przysunęliśmy magnes do przedmiotów?
 - O co chodzi z tym napięciem powierzchniowym?
 - Opowiedz mi coś więcej o tym obwodzie.

Techniki QTA

Metoda modelowania dialogów (QTA) ma kilka strategii, które mogą być naprzemiennie wykorzystywane i stosowane podczas lekcji. Poniżej techniki stosowane w metodzie QTA:

- podkreślenie (marking) – to technika zwracająca uwagę i podkreślająca to, co uczeń powiedział, wybiera i selekcjonuje wartościowe wypowiedzi. Nauczyciel sygnalizuje uczniom, że dana idea, ma szczególne znaczenie dla rozwinięcia dalszej dyskusji. Nauczyciel jako organizator całego procesu nauczania i uczenia się koncentruje uwagę swoją i uczniów na konkretnej wypowiedzi ucznia. Następnie może tą wypowiedź sparafrazować wykorzystując język dziecka, aby na bazie jego odpowiedzi skonstruować kolejne pytanie.

- powracanie (turning – back) – nauczyciel kieruje uwagę uczniów na czyjaś wcześniejszą wypowiedź. Technika ta jest bardzo pomocna przy łączeniu różnych informacji, obserwacji, by powiązać to, co uczeń powiedział wcześniej, bądź też nawiązać do wcześniejszej, konkretnej wypowiedzi pozostałych uczniów biorących udział w rozmowie.

Technika turning – back może być wykorzystywana także przy złej interpretacji ucznia danego zjawiska bądź fragmentu tekstu. Nauczyciel nadzorujący uczniów powinien wtedy spróbować naprowadzić dzieci, na odpowiedni tok myślenia, może również poprosić ich o ponowne przeczytanie tekstu, opowiadania, obejrzenia filmu, animacji, tak, aby uczniowie mogli sobie przypomnieć sens i zrozumieć idee przekazywanych informacji. Dzięki powracaniu mają szansę powrotu do refleksji i ponownego rozważania. Powracanie, nakierowywanie jest na pewno lepszą techniką niż mówienie uczniowi wprost, że jego odpowiedź jest zła. W ten sposób wszystkie wątpliwości uczniów mogą być szybko rozwikłane oraz skorygowane.

- parafrazowanie (revoicing) – technika ta służy do wyciągania najistotniejszych zdań, stwierdzeń, wyjaśnień. Stosowana zwłaszcza wtedy, gdy wypowiedź ucznia jest bardzo zawiła, długa, zawiera wiele informacji, które nie zawsze będą przydatne do dalszej analizy zjawiska. Przykładem takiej parafrazy może być:

- podsumowanie (recapping) – w tym momencie następuje chwila czasu na sprawdzenie czy uczniowie rozumieją używane w swoich wypowiedziach słownictwo, zweryfikowanie informacji, by dowiedzieć się czy rozumieją o czym mówili, czego się nauczyli. Ten etap może być wykonany zarówno przez uczniów jak i przez nauczyciela, nauczyciel może uczniów zachęcić do podsumowania zdobytej wiedzy, np. N: Na dzisiejszych zajęciach dowiedzieliśmy się o specyficznych właściwościach wody. Opowiedzcie mi jeszcze raz własnymi słowami czego dowiedzieliście się?

Recapping sygnalizuje, że nadszedł czas, w którym należy podsumować to, co już zostało powiedziane i czego dowiedzieliśmy się podczas zajęć. W tym fragmencie lekcji należy się przenieść do kolejnego zjawiska, fragmentu tekstu, filmu, animacji, ale zarazem jest to czas na przypomnienie dotychczasowych wiadomości. Podsumowanie fragmentu lekcji sygnalizuje, iż aby zrozumieć całkowity sens zajęć należy przejść do kolejnych powiązanych ze sobą treści. Nauczyciel widzi, że uczniowie zrozumieli sens, znaczenie i są gotowi, by przejść do kolejnych etapów zdobywania wiedzy.

- modelowanie (modelling) – technika ta ma na celu przekazanie uczniom kryteriów, jakimi powinni się kierować analizując dane zjawiska, procesy, czy też podczas analizy tekstu, jak wiązać ze sobą wszystkie dziedziny nauki. Nauczyciel ma za zadanie ukierunkowywać uczniów na określony sposób i przebieg myślenia o przekazywanych informacjach. Można tutaj wprowadzać także nowe słownictwo, niezbyt trudne, raczej zrozumiałe dla ucznia. Osoba nadzorująca pracę uczniów powinna także nakierowywać ich do tworzenia analogii i wszelkich powiązań omawianych zjawisk z życiem codziennym. Nauczyciel pomaga uczniom zobaczyć, zaobserwować najważniejsze informacje, wkracza do rozmowy wtedy, kiedy chce aby uczniowie przesunęli się dalej niż są w stanie pójść samodzielnie.

- adnotacja (annotating) – technikę tę stosuje się, kiedy nauczyciel musi wypełnić lukę czasową podczas dyskusji, kiedy uczniowie nie mają już nic do powiedzenia, np. kiedy uczeń wie o co chodzi w przedstawianym materiale informacyjnym, ale nie potrafi tego powiedzieć własnymi słowami. Nauczyciel może dostarczać uczniom nowych informacji, bez podania których uczeń nie jest w stanie zrozumieć tego, co autor chce mu przekazać, bez których nie zrozumie natury problemu.

Scenariusz lekcji metodą QTA

Scenariusz lekcji przeprowadzony metodą modelowania dialogów w klasie składa się z kilku, zawsze obecnych elementów.

CASUM to skrót nazwy pochodzący z języka angielskiego od słów Conversation About Science Using Media (rozmowa/konwersacja o nauce z użyciem mediów). CASUM to pierwszy etap jednostki lekcyjnej, w którym odbywa się budowanie wiedzy ucznia na podstawie prezentowanych animacji Flash, poprzez umiędzynarodowienie zachęcanie go do samodzielnego odkrywania i opisywania zjawisk przyrodniczych. W tym etapie nauczyciel wyświetla animację i zachęca uczniów do dyskusji, rozmowy na podstawie obejrzanych scen. Przygotowane scenariusze zajęć zawierają przykładowe zapytania, którymi nauczyciel może się posłużyć, aby rozpocząć rozmowę. Poza przykładowymi pytaniami nauczyciela, w scenariuszach prezentowane są również przykładowe odpowiedzi uczniów i propozycje kontynuacji dyskusji w klasie. CASUM to czas, w którym toczyć się będzie cała rozmowa pomiędzy uczniem a nauczycielem oraz uczniem a uczniem.

TUTORIAL (z ang. tutorial – samouczek) to część zajęć praktycznych polegająca na samodzielnej pracy uczniów z komputerem i wirtualną e-nauczycielką Moniką. Monika jest awatarem o bardzo sympatycznym głosie i nieskończonej cierpliwości. Przeprowadza ucznia przez zagadnienie omawiane podczas zajęć, jednocześnie tłumacząc i podsumowując zdobyte wiadomości. TUTORIAL jest podzielony na cztery moduły: Zjawisko – phenomena, Wyjaśnienie – explanation, Powtórka – review, Sprawdź się!

Moduł Zjawisko to animacja przedstawiająca uczniowi określone zagadnienie w taki sposób, aby zainteresować go danym problemem. Wirtualna nauczycielka Monika zadaje pytanie do prezentowanej animacji nie wyjaśniając jej treści, wzbudza zainteresowanie odbiorcy, zachęca do wnikliwej analizy lub do przypomnienia sobie wiadomości z wcześniejszych lat nauki, inspirowanie do korelacji wiedzy, np. Jak to się dzieje, że podczas mycia brudnych rąk mydłem brud znika? Zastanówmy się nad tym. Jak to się dzieje, że płomień świeczki pali się, choć sama świeczka tylko się topi? Jak powstają karmelki? Zastanówmy się nad tym.

Moduł Wyjaśnienie to animacja przedstawiająca wyjaśnienia zjawisk oraz procesów omawianych w części CASUM w celu sprostowania ewentualnych niedomówień i wątpliwości, pomaga w usystematyzowaniu zdobytej wiedzy. Animacja zawiera odpowiedni komentarz wirtualnej nauczycielki Moniki wyjaśniający obraz pojawiający się w animacji. Monika w prosty oraz przystępny sposób podaje definicje zjawisk. Dodatkowo, przy okazji opisywania i wyjaśniania zjawisk naukowych uczy słów i zwrotów anglojęzycznych.

Moduł Powtórka to krótkie przypomnienie najważniejszych wiadomości poruszanych podczas lekcji, opowiedziane przez wirtualną nauczycielkę Monikę.

W TUTORIALU uczeń ma również szansę również sprawdzić swoją wiedzę rozwiązując kilka zadań w module Sprawdź się! Monika postara się przedstawić mu kilka zadań, które sprawdzą, czy wszystko zostało dobrze zapamiętane. Jeśli nie – cierpliwie i z takim samym zaangażowaniem, przejdzie z uczniem przez wyjaśnienia poszczególnych zjawisk jeszcze raz. Zawarte w tym module zadania to pytania testowe z kilkoma możliwymi odpowiedziami do wyboru oraz zadania typu drag&drop polegające na wstawieniu, dopasowaniu lub połączeniu prawidłowych odpowiedzi z ilustracjami lub zdjęciami.

PODSUMOWANIE to ostatnia, trzecia część zajęć. Uczniowie, w celu uzupełnienia swojej wiedzy mogą poszukiwać dodatkowych, cennych informacji w minisieci WWW, czyli zbiorze krótkich artykułów naukowych stworzonych na potrzeby projektu i dowiedzą się z nich, co na dany temat myślą naukowcy. Niewykluczone, że właśnie w tym poszukiwaniu bardzo pomocne okażą się słówka i zwroty w języku angielskim wypowiedziane przez Monikę.

Etap PODSUMOWANIA jest również czasem, kiedy nauczyciel może zachęcić do przeprowadzenia prostych doświadczeń i eksperymentów praktycznych, tzw. hands-on (z ang. hands-on – praktyczny), które uczniowie będą mogli wykonać sami lub z pomocą nauczyciela. Doświadczenia te nie powinny sprawiać uczniom większych trudności i nawiązywać do tematu zajęć udowadniając zachodzenie badanych zjawisk, czy też w celu powtórzenia zaprezentowanych efektów chemiczno – fizycznych.

Przykładowy scenariusz zajęć

Przedmiot: Chemia (klasa druga gimnazjum)

Temat: Czym udroźnić rury? /How to unclog a drain./

Główne idee (main understandings):

Wodorotlenki sodu i potasu to ciała stałe o barwie białej, są bardzo higroskopijne (łatwo chłoną wodę z otoczenia) /Sodium hydroxide and potassium hydroxide are white hygroscopic solids. Due to their hygroscopic nature they attract and hold water from the surrounding environment./

Wodorotlenki sodu i potasu rozpuszczają się w wodzie bardzo dobrze i z wydzielaniem ciepła. /Sodium and potassium hydroxides readily dissolve in water, with liberation of heat./

Wodorotlenki sodu i potasu oraz ich stężone roztwory są żrące. /Sodium and potassium hydroxides, as well as their concentrated solutions are caustic./

Wodorotlenki sodu i potasu są stosowane w przemyśle drogowym. /Sodium and potassium hydroxides are used in chemical industry./

Cele operacyjne:

Podczas realizacji tego tematu wykorzystujemy wiedzę uczniów zdobytą na lekcjach przyrody oraz wiedzy z poprzednich lekcji chemii, a zwłaszcza z jednostek, które uczniowie poznali w ramach projektu. W tym wypadku zwłaszcza z jednostki poświęconej wskaźnikom. Uczeń:

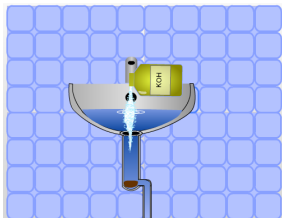
- opisuje właściwości wodorotlenków sodu i potasu;
- wymienia reguły bezpiecznego obchodzenia się ze stężonymi zasadami (ługami);
- wyjaśnia, czym różni się wodorotlenek od zasady;
- opisuje rozpuszczalność wodorotlenku sodu i potasu w wodzie;
- wymienia przykłady zastosowania wodorotlenków sodu i potasu.

Przebieg zajęć

1. CASUM

1.1.A. Flash – Działanie wodorotlenków na zator w rurze odpływowej

Umywalka z zatkaną rurą (kolankiem) i obok na półce czajnik i trzy pojemniki z wodorotlenkami: Mg(OH)₂, Ca(OH)₂, KOH. Uczeń bierze klikając czajnik z wrzącą wodą i wlewa ją do umywalki. Zator w rurze nie zostaje odetkany. Uczeń bierze butelkę z wodorotlenkiem magnezowym i wsypuje go do umywalki. Zator w rurze nie zostaje usunięty. Podobnie dzieje się przy próbie udroźnienia rury wodorotlenkiem wapnia. Rura zostaje udroźniona, kiedy uczeń wsypuje do umywalki wodorotlenek potasu.



1.1. Q4A. Przebieg rozmowy nauczyciela z uczniami na bazie animacji.

Nauczyciel: *Co się stało? Co zaobserwowaliście?*

Uczeń nie rozumie: *Nic z tego nie rozumiem LUB Nie wiem*

Możliwe pytania nauczyciela:

Co się działo w rurze?

Opowiedz, co się działo na tej animacji. Może zaobserwowałeś coś ciekawego?

Myślę, że masz jakieś własne spostrzeżenia na ten temat. Może opowiesz mi coś o tej umywalce?

Nauczyciel próbuje uzyskać od ucznia jakkolwiek odpowiedź ponad wyrażenie zniechęcenia. Może również odwołać się imiennie do innych uczniów, którzy przypomną lub wyjaśnią treść animacji koledze, który nie rozumie, np. *Małgosiu, a ty co zaobserwowałaś? Opowiedz nam o tym. LUB To niemożliwe, że nic nie zauważyłeś. A może twój kolega coś zaobserwował?*

Uczeń:

Rura była zatkana.

W rurze coś się znajdowało i woda nie mogła odpływać z umywalki.

Jedne substancje powodowały usuwanie zatoru, a inne nie.

Możliwe pytania nauczyciela:

Cenna uwaga, jedne substancje usuwały zator, a inne nie. Opowiedz mi coś więcej na ten temat?

Jeśli większość uczniów nie pamięta działania substancji na zator w rurze, można obejrzeć animację jeszcze raz: *Wróćmy więc do obejrzenia animacji jeszcze raz. Teraz na pewno coś zapamiętacie.*

Myślę, że teraz zaobserwowałeś, które substancje powodowały usuwanie zatoru w rurze, a które nie. Może zwróciłeś uwagę na napisy umieszczone na butelkach. Opowiedz z czym one się Tobie kojarzą.

B: Uczeń częściowo rozumie: *Wszystkie substancje miały podobne napisy.*

Możliwe pytania nauczyciela:

To cenna uwaga! Napisy były podobne. Opowiedz mi coś o tym podobieństwie?

Czy mógłbyś opowiedzieć nam coś o tych substancjach?

Jeśli większość uczniów nie pamięta napisów na butelkach, można obejrzeć animację jeszcze raz: *Wróćmy więc do obejrzenia animacji jeszcze raz. Teraz na pewno zauważycie, czym różnią się napisy na butelkach.*

C: Uczeń rozumie:

W butelkach znajdowały się wodorotlenki, bo we wszystkich wzorach była ta sama grupa wodorotlenowa, -OH.

To były wodorotlenki sodu i potasu.

I jeszcze wodorotlenki magnezu i wapnia.

Potasu, magnezu i wapnia, bo były trzy butelki.

Możliwe pytania nauczyciela:

Zgadza się. W butelkach znajdowały się wodorotlenki potasu, magnezu i wapnia. Wszystkie z nich to ciała stałe o barwie białej. Jakiego było ich działanie? Opowiedzcie, jak one działały na zator w rurze?

Uczeń:

Niektóre rozpuszczały go, a inne nie.

Wodorotlenek z tej pomarańczowej butelki całkowicie rozpuścił zator w rurze, a inne nie.

Możliwe pytania nauczyciela:

Mówisz o wodorotlenku potasu. On rozpuszczał substancje znajdujące się w rurze, wodorotlenek magnezu nie naruszał ich konsystencji, a wodorotlenek wapnia częściowo usuwał zator.

Myślę o tym, czym się różnią te wodorotlenki, skoro jeden z nich z łatwością usuwa zator w rurze, a pozostałe nie. Jak sądzisz, dlaczego tak się dzieje? O co tu może chodzić?

Uczeń:

Po prostu jedne są bardziej żrące, a inne mniej.

Wodorotlenek potasu jest bardzo żrący i niszczy wszystko, co się w tej rurze zgromadziło, a wodorotlenek magnezu i wapnia nie mają takich zdolności.

Nauczyciel:

Mówisz, że wodorotlenek potasu jest żrący, a inne wodorotlenki mniej lub w ogóle. Przekonamy się dzisiaj o tym.

Nauczyciel (inicjująco do kolejnej animacji): Taka butelka ze środkiem do udrażniania rur zapewne stoi w szafce łazienkowej w domach wielu z was. Przyjrzyjmy mu się więc dokładnie.

1.2.A. Flash – Żrące właściwości wodorotlenków



Karta charakterystyki

- Klasyfikacja preparatu: produkt żrący
- Zagrożenie dla zdrowia: powoduje poważne oparzenia
- Zagrożenie dla środowiska: działa szkodliwie na organizmy wodne
- Produkt mocno higroskopijny. Dobrze rozpuszcza się w wodzie, tworząc silnie żrące roztwory.

1.2. Q1A

Nauczyciel odczytuje z uczniami kolejne punkty, pyta uczniów: *Jak to rozumiecie? O co tu chodzi?*

Nauczyciel: *Tu jest napisane, że ten produkt tworzy silnie żrące roztwory. Jak to rozumieć? O co może chodzić z tymi żrącymi roztworami?*

Uczeń:

Taki roztwór, który wszystko wyżera powstaje, kiedy rozpuścimy go w wodzie.

Nauczyciel:

Rzeczywiście, kiedy rozpuścimy wodorotlenek potasu w wodzie staje się silnie żrącym roztworem. Dawniej takie silnie żrące roztwory nazywano lugami.

Nauczyciel: *W ostatnim punkcie pojawia się takie trudne słowo. Jest napisane, że ten produkt jest higroskopijny. Czy ktoś chciałby powiedzieć, z czym kojarzy się mu te słowo?*

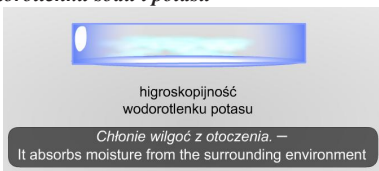
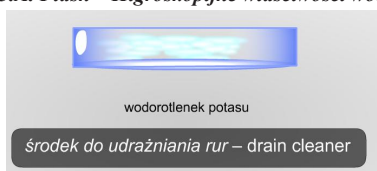
Uczeń:

Nie wiem, co znaczy higroskopijny.

Nauczyciel:

Obejrzyjmy kolejną animację i wtedy sami spróbujecie mi opowiedzieć, co to znaczy, że coś jest higroskopijne.

1.3.A. Flash – Higroskopijne właściwości wodorotlenku sodu i potasu



1.3. Q1A

Nauczyciel: *Co zaobserwowaliście?*

Uczeń:

Pastyłki rozpuły się.

Pastyłki rozpuściły się.

Nauczyciel:

Macie rację. To ciekawe. Jak to jest możliwe?

Uczeń:

One zawilgotniały, złapały parę wodną z powietrza i rozpuściły się.

To tak jak moje chipsy, gdy zostawię je niezamknięte – potem już nie są chrupiące.

Nauczyciel:

Słusznie mówisz, że wilgotnieją i rozpuszczają się, ponieważ chłoną z powietrza parę wodną, która je rozpuszcza. Substancje o takich właściwościach nazywamy higroskopijnymi.

Myślę teraz o opakowaniu.

Myślę znowu o opakowaniu środka do udrażniania rur. Czy i Wam się jakoś kojarzy higroskopijność z tym, co już wiemy o tym środku.

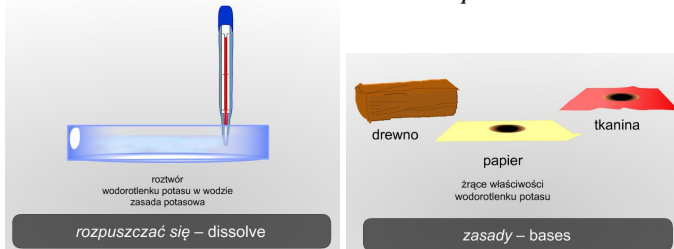
Uczeń:

Tam było napisane, żeby przechowywać w zamkniętym opakowaniu.

Tak, i w suchych pomieszczeniach.

Nauczyciel: *No właśnie. Teraz wiemy, dlaczego po użyciu środka należy dobrze zamknąć opakowanie i odstawić je w bezpieczne miejsce.*

1.4.A. Flash – Źrące właściwości wodorotlenku sodu i potasu



1.4. Q1A

Nauczyciel: *Co się działo? Co zaobserwowaliście?*

A. Uczeń nie rozumie: *Nie wiem LUB Nic z tego nie rozumiem*

Możliwe pytania nauczyciela:

Opowiedz coś o tych pastylkach.

Widziałeś jak kładziono pastylki wodorotlenku potasu na różne materiały. Co zaobserwowałeś?

B. Uczeń częściowo rozumie: *Te pastylki się rozpuściły.*

Możliwe pytania nauczyciela:

Mówisz, że pastylki wodorotlenku rozpuszczają się. To cenna uwaga, do której później wrócimy.

Opowiedz, co stało się z drewnem, papierem i tkaniną, kiedy pastylki się rozpuściły?

C. Uczeń rozumie: *Wodorotlenek potasu jest żrący i dlatego zniszczył te materiały.*

Możliwe pytania nauczyciela:

Rzeczywiście, wodorotlenek potasu jest żrący. Działa niszcząco również na skórę, powodując oparzenia.

Tak samo działa wodorotlenek sodu. Co sądzicie o tym? Jak powinniśmy się zachowywać używając tych wodorotlenków?

Uczeń:

Powinniśmy zakładać rękawice, żeby nie dotykać tych pastylek palcami.

Może zakładać okulary, żeby nie wpadły nam do oka.

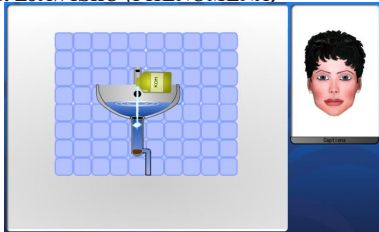
I jakieś stare ubrania, żeby nic sobie nie zniszczyć cennego.

Albo specjalne fartuchy.

Nauczyciel: *To bardzo ważne, co mówicie. Używając wodorotlenku potasu lub wodorotlenku sodu musimy być szczególnie ostrożni. W razie ich rozsypania powinniśmy zmięść pastylki ostrożnie, nie dotykając ich palcami i nie wzniesając pyłu i zebrać do szczelnie zamkniętego pojemnika z tworzywa sztucznego, a zanieczyszczone powierzchnie i sprzęty dokładnie spłukać dużą ilością wody.*

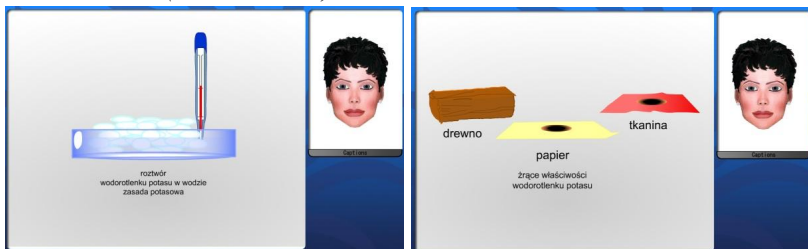
TUTORIAL (samodzielna praca ucznia przy komputerze, z Awatarem Moniką)

2.1. ZJAWISKO (PHENOMENA)



Mówi Monika: *Jaką zawartość kryje butelka Kreta, że potrafi udrożnić bardzo zapchane rury? [Po angielsku powiemy „It can clean clogged drains.”] (Potrafi udrożnić zapchane rury. – It can clean clogged drains.)*

2.2. WYJAŚNIENIE (EXPLANATION)



Mówi Monika:

Wodorotlenek potasu, wchodzący w skład środka do udrażniania rur [drain cleaner] (środek do udrażniania rur - drain cleaner), jest ciałem stałym [po angielsku „solid”] (ciało stałe – solid) o barwie białej. Najczęściej produkuje się go w postaci pastylek.

Ma właściwości higroskopijne, to znaczy, że łatwo chłonie wilgoć z otoczenia. [It absorbs moisture from the surrounding environment.] (Chłonie wilgoć z otoczenia. - It absorbs moisture from the surrounding environment.)

Dobrze rozpuszcza się w wodzie, czemu towarzyszy wzrost temperatury. [Przy okazji, rozpuszcza się to po angielsku „dissolve”.] (rozpuszcza się – dissolve)

Wodorotlenek potasu i jego wodne roztwory, czyli zasady [po angielsku „bases”] (zasady – bases) mają silne właściwości żrące oraz bakteriobójcze i grzybobójcze.

2.3. POWTÓRKA (REVIEW)



Mówi Monika: *Wodorotlenek sodu i potasu rozpuszczają się w wodzie bardzo dobrze. Tworzą zasady. Ich rozpuszczaniu towarzyszy wydzielanie ciepła.*

TABELA ROZPUSZCZALNOŚCI							
NaOH	KOH	Mg(OH) ₂	Ca(OH) ₂	Cu(OH) ₂	Pb(OH) ₂	Fe(OH) ₂	
bardzo rozpuszczalny w wodzie		nie rozpuszczalny w wodzie		nie rozpuszczalny w wodzie			

Mówi Monika: *Inne wodorotlenki rozpuszczają się gorzej lub w ogóle się nie rozpuszczają w wodzie.*

2.4. SPRAWDŹ SIĘ (moduł poświęcony sprawdzaniu wiedzy i umiejętności)

Zadanie 1

W probówkach rozpuszczono w wodzie trzy wodorotlenki: wodorotlenek potasu, wodorotlenek magnezu i wodorotlenek wapnia. Wskaż probówkę, w której rozpuszczono wodorotlenek potasu.

Mówi Monika: *W probówkach rozpuszczono w wodzie trzy wodorotlenki: wodorotlenek potasu, wodorotlenek magnezu i wodorotlenek wapnia. Wskaż probówkę, w której rozpuszczono wodorotlenek potasu.*

Uczeń wybiera jedną probówkę i zaznacza ją. Monika informuje ucznia, czy jego odpowiedź jest dobra czy zła. Jeśli jest dobra:

Mówi Monika: *Świetnie! Wodorotlenek potasu, jako jedyny z nich rozpuszcza się w wodzie.*

Jeśli uczeń zaznaczy probówkę z mętnym roztworem:

Mówi Monika: *Oj, chyba nie wszystko pamiętasz! Wyjaśnijmy to jeszcze raz.* (Następuje powrót do 2.2 WYJAŚNIENIE)

Zadanie 2

Do probówek z wodą zostanie za chwilę wsypany cukier, sól kamienna i pastylki wodorotlenku potasu. Wskaż probówkę, w której podczas rozpuszczania substancji wzrośnie temperatura.

Mówi Monika: *Do probówek z wodą zostanie za chwilę wsypany cukier, sól kamienna i pastylki wodorotlenku potasu. Wskaż probówkę, w której podczas rozpuszczania substancji wzrośnie temperatura.*

Uczeń wybiera jedną probówkę i zaznacza ją. Monika informuje ucznia, czy jego odpowiedź jest dobra czy zła. Jeśli jest dobra:

Mówi Monika: *Świetnie! W czasie rozpuszczania wodorotlenku potasu w wodzie wydziela się ciepło.*

Jeśli uczeń zaznaczy jedną z pozostałych probówek:

Mówi Monika: *Oj, chyba nie wszystko pamiętasz! Wyjaśnijmy to jeszcze raz.*

(Następuje powrót do 2.2 WYJAŚNIENIE)

3. PODSUMOWANIE

Nauczyciel: Spróbujmy teraz znaleźć jakieś przykłady z waszego codziennego życia, które będą potwierdzeniem zjawisk, które poznaliście?

Uczniowie podają przykłady, a następnie nauczyciel uzupełnia przykłady uczniów lub modeluje dialog. Jest również czas na odesłanie uczniów do artykułów w minisieci www.

GLOSARIUSZ

chlonać (np. wilgoć)	absorb (moisture)
ciało stałe	solid
odpływ (w zlewie, brodziku prysznicowym)	drain
rozpuszczać się	dissolve
środek do udrażniania rur	drain cleaner
udrożnić (np. zatkałą rurę, zlew)	unclog
wodorotlenek potasu	potassium hydroxide
wodorotlenek sodu	sodium hydroxide
zatkany	clogged



Dziecko zjadło żrące granulki. Stan bardzo ciężki

2,5 letni Adrian, który miesiąc temu w sklepie w Stargardzie Szczecińskim połknął żrący preparat do czyszczenia rur kanalizacyjnych czuje się już lepiej. Dziecko, co prawda wciąż jest w szpitalu i ma poparzony przełyk i usta, ale po wybudzeniu ze śpiączki farmakologicznej oddycha już samodzielnie. Lekarze są dobrej myśli, bo badania wykazały, że żrąca substancja poparzyła dziecku usta, język i część przełyku, ale szczęśliwie do żołądka dostały się śladowe ilości granulatu. W samym przełyku i w żołądku zmiany są już nieduże, goją się pomyślnie. Na dzisiaj mamy pewność, że nie ma żadnego zagrożenia zwężeniem, czy zarośnięciem przełyku – mówi kierownik oddziału chirurgii dziecięcej.

Adrian próbuje nawet samodzielnie jeść, ale tego, jak długo goić się będą poparzenia w jamie ustnej, lekarze nadal nie wiedzą. Nie wiedzą też, kiedy i czy w ogóle chłopiec będzie mógł poruszać językiem, mówić, rozróżniać smaki.

<http://www.tvn24.pl/0,1655341,0,1,dziecko-poparzone-kretem-juz-przytomne,wiadomosc.html>

Rekapitulacja

Projekt narodził się po analizie wyników badań przeprowadzonych w 2006 i 2009 r. w ramach Programu Międzynarodowej Oceny Umiejętności Uczniów OECD PISA, kiedy stwierdzono, że polscy uczniowie w zakresie myślenia matematycznego i przyrodniczego odbiegają znacząco od czołówki europejskiej. Przyczyny tego stanu rzeczy upatruje się w tym, że treści przekazywane uczniom są bardzo często prezentowane na zbyt wysokim poziomie ogólności, co więcej brak odwoływania się przez nauczycieli do pozaszkolnej rzeczywistości powoduje, że uczniowie nie rozumieją i nie dostrzegają sensu uczenia się przyrody, chemii, fizyki. Ponadto uważa się, że przyczyną tak niskich wyników jest m.in. brak specjalistycznych pomocy dydaktycznych, które zachęcałyby uczniów do nauki tych przedmiotów. W tym kontekście projekt ETOS, który ma na celu zwiększenie zainteresowania uczniów, głównie szkół podstawowych i gimnazjalnych problematyką przedmiotów przyrodniczych może okazać się wartościowym panaceum polskiej edukacji.

Wstępne badania ankietowe przeprowadzone wśród nauczycieli Studiów Podyplomowych, studentów III roku specjalności Chemia i przyroda na Wydziale Chemii Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu oraz uczniów gimnazjum nr 6 w Poznaniu potwierdziły hipotezy, iż zajęcia prowadzone z zastosowaniem metody QtA przyczyniają do aktywizacji osób biorących udział nawet w jednorazowym spotkaniu, a jednocześnie spotkają się z dużym zadowoleniem uczniów.



Rys. Uczniowie podczas zajęć prowadzonych metodą QtA (źródło własne)

Pełne badania dydaktyczne doprowadzą do wykrycia prawidłowości w tym zakresie, tj. ujęcia wszystkich czynników, które pozwalają na ustalenie istotnych zależności między postępowaniem dydaktycznym nauczyciela w określonych warunkach a postępowaniem uczniów w toku uczenia się oraz zmianami, które dokonały się w uczniach pod wpływem oddziaływania nauczyciela, a także ich własnej, tj. uczniowskiej działalności.

W badaniach udział weźmie w roku szkolnym 2011/2012 dziesięć szkół z Wielkopolski. Uzyskane wyniki pozwolą na usunięcie ewentualnych wad i usterek na każdym poziomie wdrażania projektu.

Literatura:

- Beck I., McKeown M. (2006): *Improving Comprehension with Questioning the Author, Theory and Practice, Scholastic*, New York.
- Becker B. (2006): *Zobaczyć i zrozumieć*, [w:] Eksperyment w nauczaniu chemii, Materiały konferencyjne, Wyd. PG, Gdańsk.
- Burewicz A., Jagodziński P., Wolski R. (2006): *Ciekawy eksperyment chemiczny w kształceniu alternatywnym*, Materiały XIII Szkoły Problemów Dydaktyki Chemii, Kraków.
- Burewicz A., Jagodziński P., Wolski R. (2007): *Rozwijanie umiejętności eksperymentalnych w procesie nauczania. Multimedialne kształcenie studentów chemii*, [w:] Burewicz A. (red.), Wykorzystanie technologii informatycznych w akademickiej dydaktyce chemii, UJ, Kraków.
- Gulińska H. (2008): *Jak sprawić, by eksperyment był przyjemny dla ucznia i łatwy dla nauczyciela*, [w:] Chemia lekka, łatwa i przyjemna, Wyd. PG, Gdańsk.
- Gulińska H., Piosik R., Kowalik E. (2009): *Polubić chemię – przykładowe scenariusze zajęć dydaktycznych*, Wyd. Sowa, Poznań.
- Gulińska H. (2008): *Ścieżki nauki – Od eksperymentu do jego komputerowego wyjaśnienia i od multimedialnej prezentacji do jej praktycznej weryfikacji*, [w:] Informatyka w Edukacji, Wyd. Argi, Toruń, s. 207–214.
- Hebron J.D. (2000): *Lekcja chemii. Skutecznym sposobie uczenia*, PWN, Warszawa.
- Pietrala D. (2010): (red), *Wniosek o dofinansowanie projektu Program Operacyjny Kapitał Ludzki nr konkursu 4/POKL/2009 E-nauczyciel przyrody. Zintegrowane środowisko edukacyjne dla rozwijania myślenia naukowego, umiejętności informacyjnych oraz kompetencji językowych uczniów II i III etapu edukacyjnego*, UAM.
- Sobczyńska D. (1993): *Sztuka badań eksperymentalnych*, Wyd. Naukowe UAM, Poznań.

Hanna Gulińska

Wydział Chemii, Zakład Dydaktyki Chemii

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza

Poznań, PL

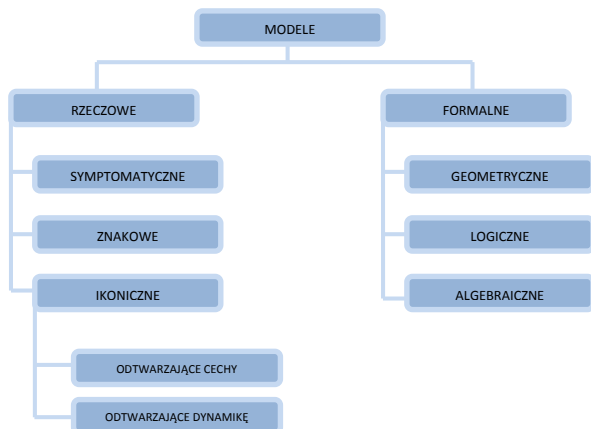
Modele balonowe w nauczaniu chemii

Małgorzata Nodzyńska

Termin „model” stosowany jest w wielu odmiennych znaczeniach. W nauczaniu chemii modelami przywykło się przede wszystkim nazywać:

- pomniejszone kopie aparatury i urządzeń chemicznych,
- przedmioty przedstawiające budowę siatek krystalicznych cząsteczek związków chemicznych itp.

Ze względu na przydatność modeli w dydaktyce Nagel [1972] wyróżnia klasyfikację opartą na wewnętrznej naturze modelu:



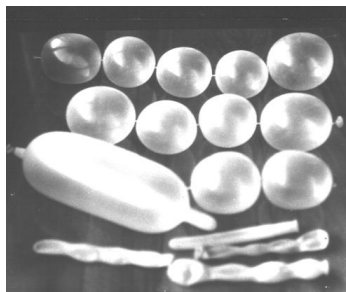
Rys. 1. Klasyfikacja modeli wg Nagela

Popularne w Polsce w nauczaniu chemii modele szkieletowe (Dreidinga), czasowe oraz styczne należą niewątpliwie modeli rzeczowych, ikonicznych odtwarzających niektóre cechy indywidualności chemicznych. Modele te pozwalają na wizualizację z dostatecznie dużą dokładnością następujące wielkości charakterystyczne dla modeli budowy materii [Platts, 1968]:

- odległości międzyjądrowe;
- kąty utworzone przez wiązania;
- promienie van der Waals’a;
- promienie kowalencyjne.

Powyższe funkcje spełniają też tzw. modele balonowe bardzo popularne na zachodzie Europy i w Stanach Zjednoczonych [Pollara, 1951], [Hoogenboom, 1962], [Jones, 1965], [Jones & Bentley, 1961], [Roberts & Traynham, 1976], [Gillespie, 1992]. Ponieważ modele te są prawie nie używane w Polsce zostaną omówione szerzej. Do tworzenia modeli tego typu używa się zwykłych balonów lub „długich” [Eckhardt & Karim, 2001], [Niac, 1978]. Ponieważ w modelach tych wiązanie jest częścią balonu z którego powstaje cząsteczka jest ono sprężyste – co bardziej oddaje jego naturalny charakter niż sztywne pręciki z innych modeli. Główną zaletą takich modeli jest prostota obsługi, ale także bliższe rzeczywistości niż w innych modele, przedstawienie cząsteczek, ponieważ atomy w cząsteczkach nie wyglądają jak kule (tak jak ma to miejsce gdy są w stanie wolnym). Modele balonowe mają również tę zaletę, że kąty pomiędzy poszczególnymi wiązaniami nie wynikają z gotowych już prefabrykatów z których uczniowie budują model cząsteczki, ale tworzą się one automatycznie przy samodzielnym montażu modelu przez uczniów (kąty te odpowiadają wersji modelu VESPR [Gillespie & Nyholm, 1957], [Gillespie, 1970; 1972; 1974]).

Tworzenie modeli cząsteczek z balonów jest bardzo proste. Balony, nie w pełni wypełnione powietrzem, zamykamy a następnie tworzymy ‘wiązanie’ skręcając balon we właściwym miejscu – tworząc na nim mały balonik. Następnie balonik odciągamy nieco od reszty balonu i owijamy taśmą klejącą (o szerokości ok. 2 mm) w celu uniknięcia przepływu powietrza między balonikiem i resztą balonu. Na jednym długim balonie tworzymy tyle baloników ile do budowy danej cząsteczki jest niezbędne.

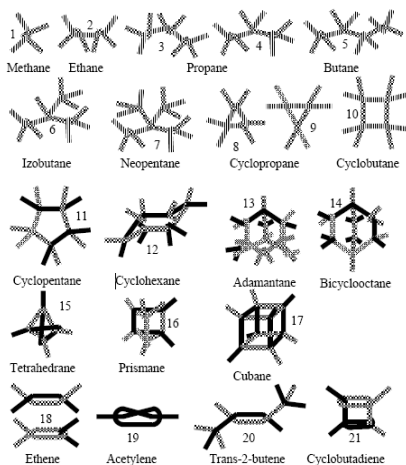


Rys. 2. przykładowe wydłużone balony wykorzystywane do budowy modeli.

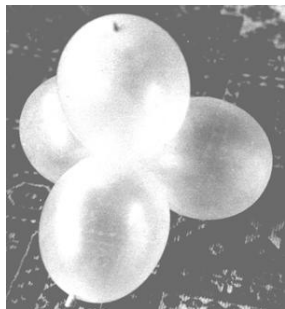
Rysunki 2-10 za [Niac, 2008] - http://lejpt.academicdirect.org/A12/175_192.pdf dostęp 23.12.2010.

Baloniki na obu końcach łańcucha przedstawiają chmurę pary elektronów wiązania C-H (z jądrem wodoru będącym wewnątrz chmury elektronowej). Natomiast baloniki wewnątrz łańcucha przedstawiają pary wiązań C-C (lub inne). Można w przybliżeniu przyjąć, że rdzenie atomowe, atomów biorących udział w tworzeniu tych wiązań są w miejscu skrzyżowania baloników - widać więc, że leżą poza chmurą elektronów wiążących.

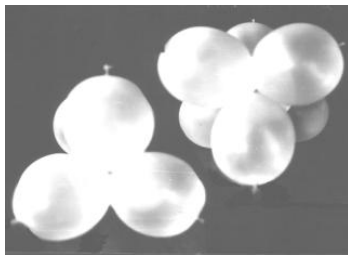
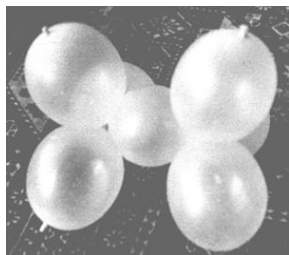
Modelowanie cząsteczek powstaje przez nałożenie dwóch rdzeni atomowych, czyli poprzez skręcenie dwóch ciągów baloników. Poniższy rysunek przedstawia jak połączyć ciągi baloników w celu kształtowania niektórych modeli cząsteczkowych.



Rys. 3. Montaż niektórych modeli cząsteczek organicznych. Różne tekstury odpowiadają osobnym balonom (każda linia – to jeden balon).

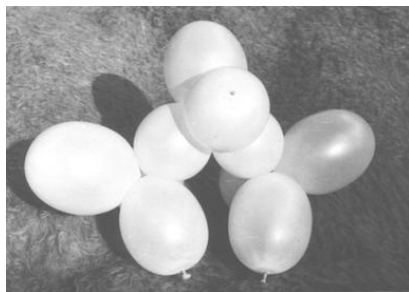


Rys. 4. Balonowy model metanu - CH_4 . Kąty pomiędzy orbitalami powstają samoistnie podczas budowy modelu. Model ten może również obrazować cząsteczkę wody lub amoniaku – ukazując orbitale z elektronami nie wiążącymi (różnicę między orbitalami wiążącymi a niewiążącymi można ukazać np. poprzez różny sposób nadmuffiania balonów).



Rys. 5. Balonowy model C_2H_6 (ale może też to być model metyloaminy, metanolu, nadtlenu wodoru);

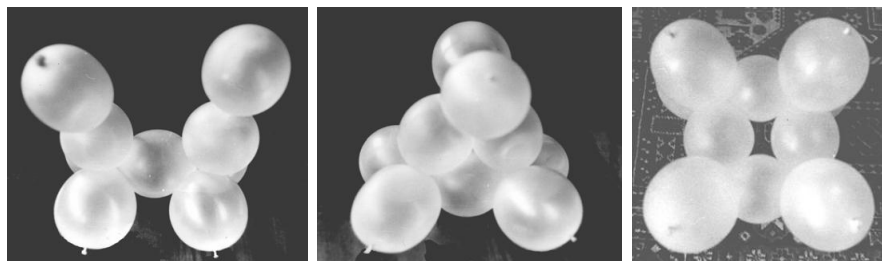
Modele balonowe ukazują także izomerię konformacyjną.



Rys. 6. Na balonowym modelu propanu wyraźnie widoczne jest załamanie łańcucha.

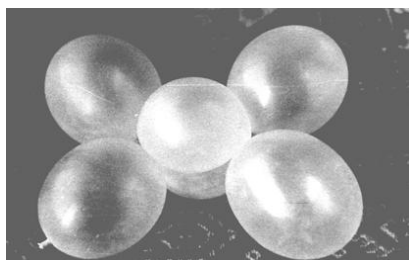
Przy dłuższych łańcuchach węglowych na modelach balonowych można przedstawić uczniom konformacje planarne (antipleriplanarna i synpleriplanarna) jak i klinarne (antyklinarną i synklinarną).

Za pomocą modeli balonowych możliwe jest też ukazanie węglowodorów cyklicznych – w sposób naturalny ukazuje się wtedy napięcie przy cyklowęglowodorach o mniejszej liczbie atomów węgla w łańcuchu. Modele balonowe ukazują także konformacje pierścienia (krzeselkowa i łódkowa).



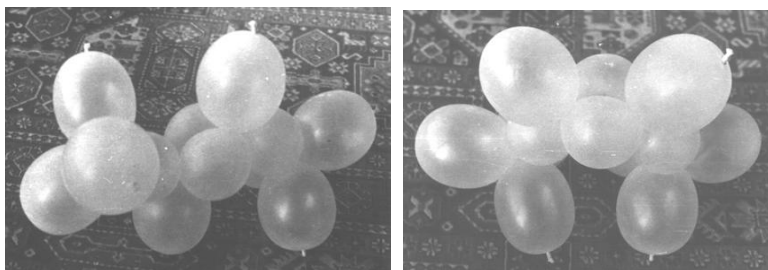
Rys. 7. Balonowy model cyklobutanu; przed skręcaniem końców, aby zamknąć pierścień; gotowy model; widok „od góry” pierścienia.

Modele balonowe pozwalają także na ukazanie wiązania podwójnego,



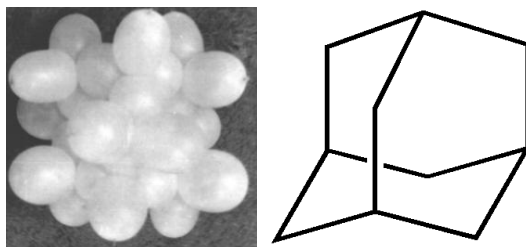
Rys. 8. Balonowy model etenu (ale również tlenu, formaldehydu i dioranu).

Oraz izomerii cis i trans.



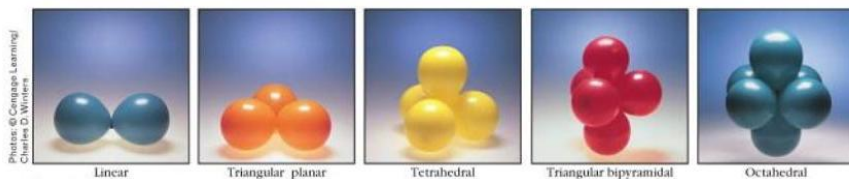
Rys. 9. Cis- i trans-2-buten (C_4H_8).

Jednak wydaje się, że modele bardziej skomplikowanych cząsteczek są mało czytelne.



Rys. 10. Balonowy model adamantanu, $C_{10}H_{16}$ i jego wzór kreskowy.

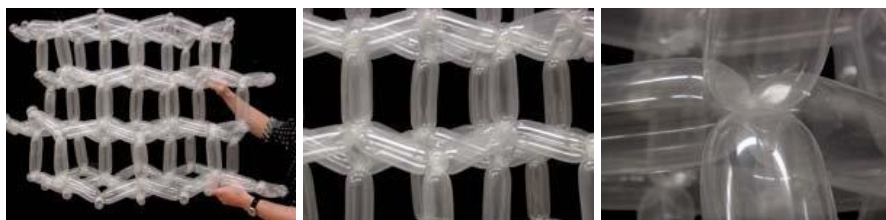
Balonowe modele mogą również przedstawiać tylko orbitale molekularne lub ich hybrydy.



Rys. 11. Balonowe modele orbitali hybrydyzowanych [za - Principles of Chemistry: The Molecular Science Autorzy John W. Moore, Conrad L. Stanitski, Peter C. Jurs]

Można również za pomocą modeli balonowych przedstawiać siatki krystaliczne substancji lub wewnętrzną budowę bardziej skomplikowanych cząsteczek np.:

- diamentu,
- grafitu, i fullerenu,
- faujasytu (minerału z rodziny krzemianów, zaliczanego do grupy zeolitów),
- związków metalo-organicznych np.: $[\text{Fe}_4(\eta^5\text{-C}_5\text{H}_5)_4(\mu_3\text{-CO})_4]$ (atomy żelaza znajdują się na rogach zielonego czworościanu, kolorem pomarańczowym zaznaczony jest cyklopentadienyl, czarno-czerwone elementy to CO);
- helisy dna



Rys. 12. Modele balonowe diamentu [za: http://www.balloonmolecules.com/Html/Galerie_vor.htm - dostęp 25.12.20010]



Rys. 13. Modele balonowe grafitu i fulleren [za: http://www.balloonmolecules.com/Html/Galerie_vor.htm - dostęp 25.12.20010]



Rys. 14. Modele balonowe faujasytu [za: http://www.balloonmolecules.com/Html/Galerie_vor.htm - dostęp 25.12.20010]



Rys. 15. Model balonowy związku metaloorganicznego [za: http://www.balloonmolecules.com/Html/Galerie_vor.htm - dostęp 25.12.20010]



Rys. 16. Model balonowy helisy DNA [za: http://www.balloonmolecules.com/Html/Galerie_vor.htm - dostęp 25.12.20010]

Podsumowując można powiedzieć, że materialne modele balonowe cząsteczek spełniają specjalną rolę w edukacji chemicznej, gdyż są nie tylko wizualizacją w trzech wymiarach cząsteczek, ale również można ich dotknąć, obrócić i badać ze wszystkich stron. Ponadto, napięcia powstające w wiązaniach mogą być odczuwalne przez uczniów przy montażu modeli, z podwójnym wiązaniem lub związków cyklicznych o krótkich łańcuchach węglowych. Dlatego też wykorzystanie tego modelu w demonstracji lub ćwiczeń laboratoryjnych w klasie powinno być zalecane w szkołach.

Rysunkowa instrukcja zbudowania cząsteczki fullerenu:



Rys. 17. Budowanie modelu fulleren z balonów [za: <http://www.ballonmolekuele.de/Html/Fulleren.htm> - dostęp 23.12.2010]

Literatura:

Eckhardt R., Karim, A. (2001): *Molekülmodelle - aus Luft gebaut*. Nachrichten aus der Chemie , s. 478-480.

Gillespie R. (1972): *Molecular Geometry*. London: Van Nostrand Reinhold.

Gillespie R. (1992): *Multiple Bonds and the VSEPR Model*. J. Chem. Educ. , s. 116.

Gillespie R. (1974): *The Defense of the V.S.E.P.R. Model*. J. Chem. Educ. , strony 367-370 .

- Gillespie R., Nyholm, R. (1957): *VSEPR Theory*. Q. Rev. Chem. Soc., s. 339.
- Hoogenboom B. (1962): *Three-dimensional models of atomic orbitals*. J. Chem. Educ., s. 40-41.
- Jones H. (1965, 2): *Molecular Shapes and the Balloon Analogy*. Educ. Chem., s. 25-31.
- Jones H., Bentley R. (1961, 438): *Electron Pair Repulsions, a Mechanical Analogy*. Proc. Chem Soc., s. 438-442.
- Nagel E. (1972): *Struktura nauki*. Warszawa: PWN.
- Niac G. (2008): *Ballonet String Model of Molecules*. Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies, s. 175-192.
- Niac G. (1978): *Balloon Models for Organic Molecules*. J. Chem. Educ. , str. 303.
- Platts C. (1968): *Structure models in chemistry teaching*. School Science Review , strony 289-297.
- Pollara F. (1951): *note in Proceedings of the Pacific Southwest Association of Chemistry Teachers*. J. Chem. Educ. , str. 607.
- Roberts R., Traynham, J. (1976): *Molecular Geometry: as easy as Blowing up Balloons*. J. Chem. Educ. , strony 233-234.

Małgorzata Nodzyńska

Zakład Chemii i Dydaktyki Chemii IB

Uniwersytet Pedagogiczny im Komisji Edukacji Narodowej, Kraków, PL

Wstęp

Nauka i sztuka to dwa bardzo szerokie pojęcia obejmujące swym zasięgiem dwa z pozoru różne, bez jakichkolwiek powiązań działania ludzkie. Jednak przyjrzenie się im bliżej, pozwala na zauważenie pewnych cech wspólnych. Zarówno nauka jak i sztuka są sposobami poznawania i rozumienia świata. Jednak nauka rodzi się z potrzeby podzielenia własnymi odkryciami, a sztuka wynika z chęci uzewnętrznienia własnych uczuć. Czasami jednak ta zależność sięga dalej – to co dla naukowca jest narzędziem naukowym np. modelem związku chemicznego dla laika może być dziełem sztuki [Nodzyńska, 2008].

W niniejszym artykule przedstawiono różnorodne modele cząsteczek związków chemicznych, których forma pozwala na odbieranie ich również jako dzieł sztuki. Dla „niechemików” pozostają one wyłącznie dziełami sztuki.

Przykłady modeli - rzeźb

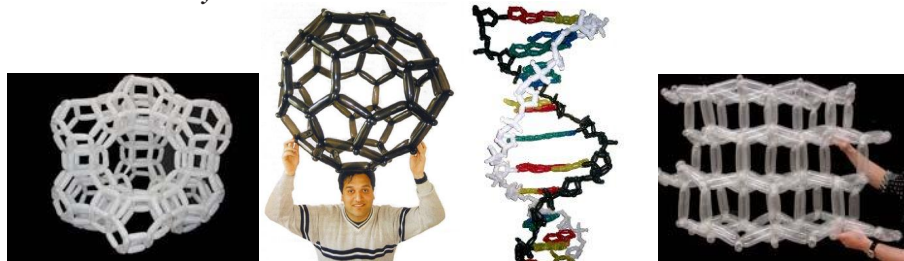
Molekuły w 3D



Rys 1. Hemaglutynina i białka grypy [źródło: <http://cbm.msoc.edu/modGallery/hemagglutinin/images/ha04.jpg> - dostęp 15.06.2011]

3D Molecular Designs (3dMolecularDesigns.Com), LLC produkuje dokładne, trójwymiarowe modele fizyczne białek i innych struktur molekularnych przy użyciu technologii szybkiego prototypowania. Modele oparte są na współrzędnych x, y, z uzyskanych z plików znanych struktur. Do produkcji modeli w różnych formatach wykorzystywanych jest pięć różnych technologii szybkiego prototypowania.

Balonowe molekuly

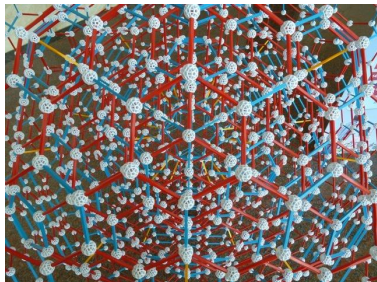


Rys. 2. Modele balonowe [źródło: http://balloonmolecules.com/Html/Galerie_vor.htm - dostęp 15.06.2011]

Modele balonowe powstają poprzez wiązanie ze sobą kolejnych nadmuchanych balonów. W ten sposób można wyrzeźbić niedrogie i zabawne modele molekularne.

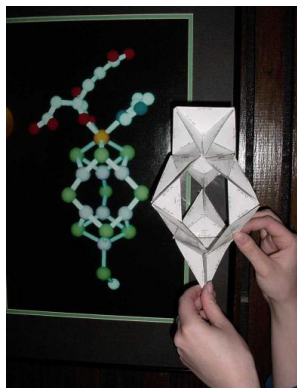
Koraliki i chemia?

Możliwe jest również zbudowanie fizycznych modeli molekularnych za pomocą koralików, które są powszechnie używane w sztuce ozdobnej i dekoracyjnej. Kształt danego modelu zbliżony jest bardzo blisko do prawdziwej struktury molekularnej.



Rys. 3. Modele koralowe [źródło <http://thebeadedmolecules.blogspot.com/> - dostęp 15.06.2011]

Origami

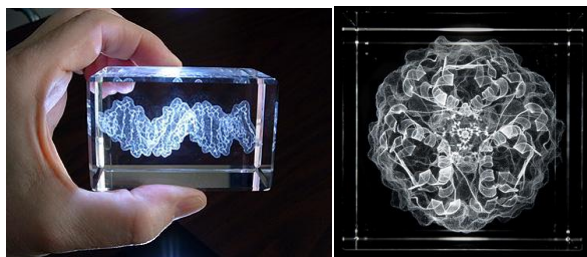


Rys. 4. Modele orgiami [źródło: <http://www.stolaf.edu/people/hansonr/mo/acs2001/models.htm> - dostęp 15.06.2011]

Istnieją również modele z papieru – orgiami – oddające strukturę cząsteczek. W literaturze opisane są sposoby tworzenia modeli z papieru. W modelach tych są zachowane międzyatomowe odległości i kąty pomiędzy wiązaniami.

Białko w kryształach

Rzeźbiarz Batszeba Grossman tworzy geometryczne figury matematycznie inspirowane obiektami z pierwotnie zaprojektowanych zestawów komputerowych, za pomocą techniki szybkiego prototypowania lub laserowego cięcia blach. Ona też sprawia, że pustaki szklane zawierają laserowo wykonane modele makrocząsteczek, które nazywa “Crystal Proteins” (crystalprotein.com). Mogą one być zaprojektowane dokładnie według specyfikacji klienta.



Rys. 5. Krótki odcinek podwójnej helisy DNA oraz model cząsteczki insuliny [źródło: <http://www.bathsheba.com/crystal/dna/> oraz <http://www.bathsheba.com/crystal/insulin/> - dostęp 15.06.2011]

Model cząsteczki insuliny 3D pokazuje swoją wspaniałą strukturę białka, łańcuchy białka, jony cynku i molekularne powierzchnie przedstawione bardzo dokładnie.

Modele molekularne w szkle

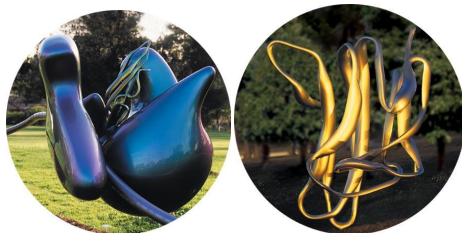


Rys. 6. E.coli polimeraza DNA pojedynczki [źródło http://www.luminorum.com/html/luminorum_ltd_gallery__1mmi.html - dostęp 15.06.2011]

Również w tworzeniu niezwykle pięknych modeli molekularnych wewnątrz bloków szkła specjalizuje się firma Luminorum Ltd. Dokładne obrazy 3D są generowane bezpośrednio z plików PDB. A ponieważ Luminorum używa najlepszych komercyjnych technologii grawerowania laserowego, nawet złożone struktury molekularne mogą być odtworzone w szkła w bardzo wysokiej rozdzielczości.

Rzeźby

Modele związków chemicznych mogą też występować w przestrzeni publicznej (np. w parkach, muzeach) gdzie przez laików odbierane są jako piękne abstrakcyjne rzeźby, dopiero podpis informuje o ich naukowych pochodzeniu.



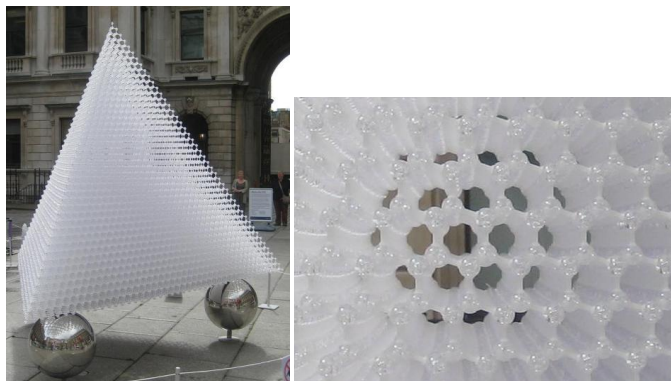
Rys 7. Po lewej: rybosom tworzący polipeptyd, po prawej: limfocyty B, Autor rzeźb: Haseltine, Mara [źródło <http://calamara.com/ribosome.html> oraz <http://calamara.com/blys.html> - dostęp 15.06.2011]



Rys. 8. Rzeźba ludzkiej kolagenazy wyrzeźbiona przez Byron Rubina na stałej ekspozycji w Smithsonian Institution, Washington DC USA; i rzeźbiarz przy pracy [źródło <http://molvis.sdsc.edu/visres/sculpture/titles.jsp> - dostęp 15.06.2011]



Rys. 9. Model kwasu d-winowego wyprofilowany w drewnie orzecha – autor Edgar Meyer [źródło: http://molvis.sdsc.edu/visres/sculpture/author_descriptions.jsp#Meyer,%20Edgar - dostęp 15.06.2011]



Rys. 10. Największy model diamentu na świecie Autorzy: Jones Graeme, Phillips Tess [źródło: http://www.keele.ac.uk/depts/ch/makeitmolecular/Images/rapture/rapture_14.jpg; http://www.keele.ac.uk/depts/ch/makeitmolecular/Images/rapture/rapture_13.jpg; - dostęp 15.06.2011]

Podsumowanie

Jak widać z przedstawionych powyżej przykładów modele cząsteczek związków chemicznych można w niektórych przypadkach uznać za dzieła sztuki budzące przeżycia emocjonalne – można zatem powiedzieć, że rozdział między nauką a sztuką jest mniejszy niż mogłoby się wydawać na pierwszy rzut oka.

Natalia Regulska

Zakład Chemii i Dydaktyki Chemii, IB

Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej

Kraków, Polska

Literatura:

Nodzyńska M. (2008) *Wychowanie ku pięknu w przedmiotach przyrodniczych i ścisłych*, [w:] Социогенетический и персонгенетический потенциал личности как приоритет образовательной деятельности (red. С Богомаз) Витебск, S. 44-47.

<http://cbm.msos.edu/>

<http://balloonmolecules.com/>

<http://thebeadedmolecules.blogspot.com/>

<http://www.bathsheba.com>

<http://calamara.com>

<http://www.keele.ac.uk>

<http://www.luminorum.com/>

Spis treści

WSTĘP	5
Modele jako narzędzie rozumowania w procesie uczenia się chemii <i>Ryszard M. Janiuk</i>	9
Research in chemistry didactics – theory, creation, application and efficiency of computer programs in the process of chemistry curriculum acquisition <i>Jan Čípera, Pavel Teplý</i>	16
Didactical aids and devices in early natural science teaching in ‘Podkarpackie’ district <i>Eliza Maria Chodkowska</i>	25
Teorie naukowe w badaniach uczniów szkół ponadgimnazjalnych <i>Czesław Puchała</i>	33
Wiedza wyjściowa studentów studiów stacjonarnych i niestacjonarnych rozpoczynających naukę w ramach kursu „Chemia organiczna I” na kierunku biologia na Uniwersytecie Pedagogicznym w Krakowie <i>Paulina Zimak, Waldemar Tejchman</i>	37
Od podręcznika akademickiego do podręcznika w gimnazjum – transfer wiedzy na przykładzie pojęcia „wiązanie chemiczne” <i>Anna Świerz, Małgorzata Nodzyńska</i>	58
Spatial models created by computer and the effectiveness of education from the range of organic chemistry on the level of the higher school <i>Robert Wolski, Piotr Jagodziński</i>	72
Próba wykorzystania tunelu aerodynamicznego w szkolnym laboratorium przyrody <i>Andrzej Wręczycki</i>	78
Wirtualny Nauczyciel Przyrody <i>Hanna Gulińska</i>	84

Modele balonowe w nauczaniu chemii

Małgorzata Nodzyńska

97

Nauka i sztuka - Molekularne rzeźby

Natalia Regulska

105