

Streszczenie pracy doktorskiej

„Poprawność merytoryczna i ujęcie dydaktyczne wybranych zagadnień w podręcznikach chemii dla liceów a koncepcje alternatywne uczniów”

Praca obejmuje problematykę koncepcji alternatywnych (KA) wykazywanych przez uczniów, które są efektem szkolnego nauczania chemii. W części teoretycznej pracy omówiono przyczyny trudności w nauczaniu i uczeniu się chemii oraz czynniki wpływające na powstawanie KA. Przeprowadzono analizę treści nauczania wynikających z obowiązujących wymagań egzaminacyjnych i porównano je z zawartością 10 analizowanych podręczników chemii do kształcenia w zakresie rozszerzonym. Dokonano przeglądu dotychczasowych badań dotyczących koncepcji alternatywnych. Na tej podstawie wytypowano do badań następujące grupy zagadnień:

1. Elementy mechaniki kwantowej stosowane do opisu elektronów w atomach, w jonach prostych i w cząsteczkach
2. Energetyka reakcji chemicznych
3. Równowagi chemiczne, oraz te elementy kinetyki chemicznej, które autorzy podręczników wykorzystują przy wyjaśnianiu aspektów równowag chemicznych, lub łączone są z energetyką reakcji.

Wymienione grupy zagadnień należą w opinii zarówno nauczycieli, jak i dydaktyków chemii, do najtrudniejszych w nauczaniu i sprawiają uczącym się najwięcej problemów. Mają one wysoce abstrakcyjną naturę (mechanika kwantowa) oraz wymagają w stopniu znacznym umiejętności formalnego rozumowania (energetyka reakcji i równowagi). Potwierdzają to cytowane w pracy badania z dydaktyki chemii prowadzone w wielu krajach, zarówno wśród uczniów jak i nauczycieli chemii. Liczba KA w tym obszarze wiedzy jest szczególnie duża i we wszystkich krajach są one zbliżone.

Celem badań było ustalenie w jakim stopniu szkolne podręczniki chemii wpływają na koncepcje alternatywne uczniów w wybranych obszarach zagadnień i pojęć. Pierwsza część pracy polegała na szczegółowym opisie ujęcia dydaktycznego wybranych zagadnień w analizowanych podręcznikach pod kątem poprawności merytorycznej przekazu, spójności treści pokrewnych, ewentualnych braków informacji istotnych dla poprawnego rozumienia problematyki i takich sformułowań, które mogą być dla ucznia niejednoznaczne.

Na podstawie dostrzeżonych w tekstach analizowanych podręczników czynników mogących wpływać na postawienie KA sformułowano hipotezy o możliwych rodzajach generowanych w ten sposób KA. Na tej podstawie skonstruowano trzy zestawy testów sprawdzających występowanie założonych KA. Składały się one z zadań wielokrotnego wyboru, w których dystraktory odpowiadały spodziewanym KA. Badania prowadzone w okresie 2 lat objęły grupę 192 uczniów z trzech szkół licealnych Zamościa.

Test 1. dotyczył KA związanych z opisem kwantowomechanicznym elektronów, wiązaniami chemicznymi i siłami międzycząsteczkowymi. Większość z nich wynika z nadmiernego upraszczania przez autorów podstawowych pojęć i idei. Orbitale atomowe i molekularne (*funkcje falowe*) utożsamiane są z dwoma całkiem różnymi pojęciami: „obszar orbitalny” i „chmura elektronowa”. Pierwsze z nich ma sens geometryczny, zaś drugie fizyczny. W tym kontekście pojęciowym opis hybrydyzacji orbitali atomowych i tworzenie wiązań kowalencyjnych jako rezultat „nakładania orbitali” są źródłem KA. Stan kwantowy elektronu zdefiniowany jest wyłącznie poprzez zestaw czterech liczb kwantowych, bez wartości energii czy odniesienia do związku zasięgu przestrzennego obszaru orbitalnego z

liczbą atomową. W przekazie podręcznikowym i w innych źródłach wiedzy licealisty stany kwantowe nie istnieją bez elektronów, które opisują. Jest ich tyle ile elektronów. Taki opis musi prowadzić do KA i potwierdzają to przedstawione wyniki badań. Niezamierzonym przez autorów podręczników skutkiem zastąpienia funkcji obszarem zajmowanym przez chmurę elektronową jest to, że wielu uczniów liceów zaczyna postrzegać niektóre atomy jako obiekty nie posiadające symetrii sferycznej. Opis wiązań chemicznych w podręcznikach sprowadzany jest do heurystycznej reguły oktetu – dubletu, a nie za pomocą orbitali molekularnych czy oddziaływań elektrostatycznych. Tutaj, podobnie jak w przypadku liczb kwantowych, magiczna reguła oktetu zastępuje fizykę i może prowadzić do KA. Wyniki badań w tym obszarze pokrywały się w stopniu znacznym lub bardzo wysokim z postawionymi hipotezami badawczymi.

Zadania Testu 2. dotyczą zagadnień związanych z energetyką reakcji chemicznych. Treści podręcznikowe dają tutaj uczniowi niewielkie możliwości logicznego rozumowania. Zadania ćwiczeniowe składają się głównie z obliczeń opartych o niedbale opisane prawo Hessa i załączonych algorytmów. Definicja *funkcji stanu* i opis jej właściwości albo nie występują, a jeżeli, to brakuje tam istotnych założeń. Nie ma w podręcznikach odniesień do energetyki znanych uczniowi procesów i do energetyki tworzenia i zrywania wiązań chemicznych. Ciepło i energia są w przekazie utożsamiane, a entalpia reakcji jest bezwarunkowo równa jej ciepłu. Wyników badań na podstawie tego testu wykazały między innymi, że tylko 17,6 % uczniów wskazało, że ciepło jest funkcją stanu tylko w szczególnych warunkach. Niektórzy uczniowie uważają, że efekt cieplny reakcji jest uwarunkowany jej szybkością.

Zadania Testu 3. badają KA związane z równowagami chemicznymi i jak pokazują badania są one tutaj szczególnie liczne. W części jest to pochodna złożoności problematyki, ale wiele z nich wynika ze sposobu jej przedstawienia w podręcznikach. Niektóre ze stwierdzonych podręcznikowych przyczyn KA to:

- Definicje podstawowych pojęć takich jak *odwracalność reakcji* i *stała równowagi* zawierają istotne wady, które wskazano w tej pracy. Jeżeli równowaga sprowadzona jest tylko do balansu kinetycznego, to identyczna sytuacja występuje też w stanie stacjonarnym, a tego pojęcia nie zawiera żaden z podręczników. Zazwyczaj pomijany jest podstawowy warunek ustalenia się równowagi, czyli izolacja układu.
- Kinetyczne wyprowadzenie prawa działania mas jest niespójne z wiedzą ucznia o kinetyce reakcji, gdyż związek równowagi z równaniami kinetycznymi zachodzi jedynie dla niewielkiej liczby prostych układów. Z uzasadnieniami przesunięć równowag na podstawie rozważań kinetycznych związanych jest wiele KA opisanych w literaturze, a także obecnych w jednym z analizowanych podręczników.
- Sterowanie równowagą chemiczną sprowadzone jest w wielu podręcznikach do stosowania niestarannie sformułowanej reguły Le Chatelier'a (RLC). Wyniki badań dotyczące stosowania RLC pokazują, że uczniowie korzystają z niej bez analizy przedstawionych warunków, także wtedy, gdy opis zjawiska wyklucza równowagę. Przyczyny KA są też natury językowej, co powoduje na przykład że część uczniów ma mylne przekonanie, że stała równowagi zależy od stężeń równowagowych.

Wyniki pracy odnoszące się do analizy treści podręczników i KA uczniów mogą być przydatne autorom podręczników do nauczania chemii w liceach oraz wskazówką dla nauczycieli jak zaplanować proces kształcenia, aby zminimalizować możliwość powstawania KA związanych z badaną grupą zagadnień.