

*Ryszard Maciej Janiuk**

PROBLEMY ZWIĄZANE Z NAUCZANIEM RÓWNOWAG JONOWYCH W ROZTWORACH

Kluczowe znaczenie dla zrozumienia przez uczniów istoty przemian przebiegających w roztworach wodnych elektrolitów ma właściwe opanowanie przez nich pojęcia „dysocjacja elektrolityczna (jonowa)”. Obserwowane w tym przypadku trudności mogą być w znacznej części spowodowane dotychczasowymi koncepcjami metodycznymi związanymi z nauczaniem tego pojęcia. Odrębny, ważny problem w nauczaniu omawianych zagadnień stanowi umiejętność wykorzystania przez uczniów, w przeprowadzonym przez nich rozumowaniu, pojęcia „równowaga”. Dotychczasowe badania w zakresie zrozumienia i posługiwania się tym pojęciem wykazują, że nie jest ono opanowywane przez uczniów w stopniu zadowalającym.

Trudności występujące podczas zapoznawania uczniów z takimi pojęciami jak „hydroliza soli” czy „roztwory buforowe” mogą wynikać z konieczności równoczesnego wprowadzenia stosunkowo dużej liczby informacji, co prowadzi do przekroczenia pojemności pamięci krótkotrwałej.

Zagadnienia związane z ustalaniem się równowag jonowych w roztworach zajmują ważne miejsce w wiedzy chemicznej, z jaką zapoznawani są uczniowie zarówno w szkole podstawowej jak i średniej. Oprócz bezpośredniego znaczenia dla wyjaśniania procesów zachodzących w roztworach elektrolitów, wiedza ta jest niezbędna do zrozumienia przebiegu większości procesów elektrochemicznych. Jej opanowanie sprawia jednak uczniom wielokrotnie duże trudności, co można stwierdzić zarówno na podstawie opinii nauczycieli, jak i wyników odpowiednich badań [1–3]. Trudności te można w wielu przypadkach zminimalizować. W tym celu konieczne jest jednak określenie czynników, które mogą je bezpośrednio powodować.

Kluczowe znaczenie dla nauczania omawianych zagadnień ma właściwe opanowanie przez uczniów pojęcia „dysocjacja elektrolityczna”.

Obserwowane w tym przypadku trudności mogą być w znacznej części spowodowane dotychczasowymi koncepcjami metodycznymi obejmującymi nauczanie tego pojęcia. Zakłada się w nich, że pojęcie „dysocjacja elektro-

* Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie, Wydział Chemii, Pracownia Dydaktyki Chemii, 20-031 Lublin, plac Marii Curie-Skłodowskiej 3.

lityczna” wprowadzone zostanie przy wykorzystaniu odpowiednich danych doświadczalnych. Klasycznym doświadczeniem jest w takim przypadku porównanie przewodnictwa roztworów elektrolitów i nieelektrolitów. Proponowane były również inne doświadczenia, jak np. ruch jonów w polu elektrycznym [4] czy podwyższenie temperatury wrzenia dla roztworów elektrolitów [5].

Podstawową wadą, najchętniej wykorzystywanego w opracowaniach metodycznych doświadczenia z badaniem przewodnictwa, jest niemożliwość wyjaśnienia uczniom mechanizmu przepływu prądu przez roztwory elektrolitów. Wymaga ono bowiem posłużenia się pojęciem elektrolizy, które w dotychczasowych programach nauczania wprowadzane było znacznie później. Możliwe jest jednak przekonstruowanie struktury treści, tak aby w sposób elementarny zapoznać uczniów wcześniej, na przykładzie elektrolizy soli stopionych, z przepływem prądu elektrycznego przez substancje zawierające swobodne jony [6]. W takim ujęciu wspomniane wyżej doświadczenie, wykazujące przepływ prądu przez roztwory elektrolitów dla uzasadnienia obecności w nich jonów, nabiera całkiem innego znaczenia metodycznego.

Faktyczne zrozumienie przez uczniów pojęcia „dysocjacja elektrolityczna” wymaga również jego modelowej interpretacji. O ile w dosyć prosty i zrozumiały dla uczniów sposób można w ujęciu modelowym przedstawić dysocjację związków o wiązaniu jonowym, o tyle większe problemy stwarza wyjaśnienie, dlaczego rozpadowi na jony ulegają związki o wiązaniu atomowym spolaryzowanym.

Dotychczas w opracowaniach metodycznych i podręcznikach wykorzystywany był w tym celu rysunek przedstawiający cząsteczkę HCl otoczoną odpowiednio ukierunkowanymi cząsteczkami wody. W komentarzu do rysunku, jako przyczynę dysocjacji wskazuje się to, że cząsteczki wody „ciągną” w przeciwne strony cząsteczkę HCl , która „pęka” w ten sposób, że wspólna para elektronów staje się parą elektronową chloru, a ściślej powstającego anionu chlorkowego [7]. To bardzo „mechanistyczne” wyjaśnienie nie musi być dla uczniów zbyt przekonujące, tym bardziej że nie odwołuje się do posiadanej już przez nich wiedzy na temat wiązania występującego w cząsteczce chlorowodoru. Wydaje się, że o wiele lepiej można by ten sam proces wyjaśnić uzupełniając jedynie rysunek cząsteczki HCl o wiązania przedstawione za pomocą wzoru elektronowego. W ten sposób można łatwo wykazać, że cząsteczki wody, odpowiednio zorientowane swoimi biegunami, będą z jednej strony, w pobliżu atomu wodoru, odpychały wiążącą parę elektronów, z drugiej strony, w pobliżu atomu chloru, będą ją przyciągały. Spowoduje to jeszcze silniejsze spolaryzowanie wiązania, aż do całkowitego przesunięcia wiążącej pary elektronowej do atomu chloru i utworzenie kationu wodorowego i anionu chlorkowego.

Odrębny i ważny problem w nauczaniu omawianych zagadnień stanowi umiejętność wykorzystania przez uczniów, w przeprowadzanym przez nich rozumowaniu, pojęcia „równowaga”. Zazwyczaj pojęcie to wprowadzone jest wcześniej, podczas omawiania odwracalności reakcji chemicznej, co mogłoby sugerować, że uczniowie powinni się nim swobodnie posługiwać. Dotychczasowe badania w zakresie rozumienia i posługiwania się tym pojęciem wskazują jednak, że nie jest ono opanowane przez uczniów w stopniu zadowalającym [8–10]. Nic więc dziwnego, że uczniowie mają również problemy w zastosowaniu tego pojęcia podczas rozwiązywania problemów z zakresu równowag jonowych w roztworach. Przykładem może być poniższe zadanie. Rozwiązując je stosunkowo niewielki procent uczniów wybiera poprawną odpowiedź.

W 1 dm^3 roztworu zawierającym albo $0,1\text{ mola NH}_4\text{OH}$, albo $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ znajduje się po ok. $0,0013\text{ mola}$ jonów NH_4^+ i OH^- . W przybliżeniu taką samą ilość jonów NH_4^+ i OH^- otrzymamy po dodaniu do 1 dm^3 wody:

- a) $0,0013\text{ mola NH}_4\text{Cl}$ i $0,0013\text{ mola NaOH}$,
- b) $0,0013\text{ mola NH}_4\text{Cl}$ i dowolnej ilości NaOH ,
- c) $0,1\text{ mola NH}_4\text{Cl}$ i $0,1\text{ mola NaOH}$,
- d) dowolnej ilości NH_4Cl i $0,0013\text{ mola NaOH}$.

W tej sytuacji konieczne wydaje się zwrócenie większej uwagi na lepsze, wcześniejsze zapoznanie uczniów z omawianym pojęciem bądź też wykorzystanie reakcji w roztworach wodnych elektrolitów do jego utrwalenia, do czego zresztą ten dział bardzo dobrze się nadaje.

Wyjaśnienie wielu pojęć, takich jak: „hydroliza soli” czy „roztwory buforowe”, a także rozwiązywanie problemów dotyczących równowag jonowych w roztworach, nawet tylko w zakresie jakościowym, wymaga równoczesnego zastosowania stosunkowo dużej liczby informacji oraz służących do ich przekształcenia operacji myślowych. W takich przypadkach bardzo łatwo może dojść do przekroczenia pojemności pamięci operacyjnej [11], co może być kolejną przyczyną trudności występujących w nauczaniu omawianych zagadnień. Dla przykładu: uczeń śledząc przedstawiony mu przez nauczyciela tok rozumowania prowadzący do wyjaśnienia pojęcia „hydroliza soli” musi równocześnie:

- pamiętać, że sole dysocjują na jony;
- znać wzory odpowiednich jonów;
- napisać równanie dysocjacji;
- wiedzieć, które kwasy i zasady są mocne, a które słabe;
- przewidzieć, dla których jonów równowaga w reakcji z wodą przesunie się w stronę utworzenia cząsteczek kwasu lub zasady;
- napisać odpowiednie równanie końcowe;
- umieć to równanie zinterpretować określając, jakie zmiany zajdą w roztworze i w jaki sposób można je będzie doświadczalnie sprawdzić.

Innym przykładem, ukazującym dla odmiany, jak złożony jest przebieg rozumowania podczas rozwiązywania problemów z zakresu równowag jonowych w roztworach, może być następujące zadanie.

Roztwór otrzymany w wyniku rozpuszczenia CO_2 w wodzie zawiera:

- a) równą liczbę jonów H^+ i CO_3^{2-} ,
- b) dwa razy więcej jonów H^+ niż jonów CO_3^{2-} ,
- c) tyle samo jonów H^+ co łącznie jonów HCO_3^- i CO_3^{2-} ,
- d) więcej jonów H^+ niż łącznie jonów HCO_3^- i CO_3^{2-} .

Sprawia ono uczniom zazwyczaj sporo trudności, które u wielu z nich mogą być spowodowane przekroczeniem pojemności pamięci operacyjnej. Rola nauczyciela w takich przypadkach powinna polegać na stopniowym zapoznawaniu uczniów z nowym pojęciem czy sposobem rozwiązywania problemów, w miarę możliwości z zastosowaniem jak największej liczby konkretnych przykładów.

LITERATURA

- [1] *Osiągnięcia szkolne z chemii. Sprawozdanie z badań 1981–1988*, Praca zbiorowa pod red. N. W. Skinder, IKN, Wrocław (1988)
- [2] B. Ross, H. Munby, „International Journal of Science Education”, **13**(1), 11 (1991)
- [3] H. J. Schmidt, „International Journal of Science Education”, **13**(4), 459 (1991)
- [4] Z. Kozłowski, „Chemia w Szkole”, **12**(1), 6 (1966)
- [5] K. M. Pazdro, „Chemia w Szkole”, **33**(5), 157 (1987)
- [6] R. M. Gallagher, P. Ingram, *Co-ordinated Science. Chemistry*, Oxford University Press, (1989)
- [7] T. Drapała, *Podstawy chemii. Podręcznik dla liceum ogólnokształcącego o profilu biologiczno-chemicznym*, WSiP, Warszawa (1987)
- [8] M. W. Hacling, P. J. Garnett, „European Journal of Science Education”, **7**(2), 205 (1985)
- [9] M. Gorodetsky, E. Gussarsky, „European Journal of Science Education”, **8**(4), 427 (1986)
- [10] A. C. Banerjee, „International Journal of Science Education”, **13**(4), 487 (1991)
- [11] R. M. Janiuk, „Chemia w Szkole”, **39**(2), 79 (1992)

Ryszard Maciej Janiuk

IONENGLEICHGEWICHT IN LÖSUNGEN ALS SCHWERPUNKT DES UNTERRICHTS UND DIE DAMIT VERBUNDENEN UNTERRICHTSPROBLEME

Eine gute Beherrschung des Begriffs der elektrolytischen Dissoziation für den Schüler bedingt das Verstehen und die richtige Auffassung des Wesens aller Umwandlungen, die in den Wasserlösungen der Elektrolyte verlaufen. Viele Schwierigkeiten, die dabei entstehen und

beobachtet werden, können im beträchtlichen Teil durch die im Unterricht zu diesem Zweck bisher angewandten methodischen Konzeptionen verursacht werden. Ein wichtiges separates Problem, das mit dem besprochenen Unterrichtsgegenstand zusammenhängt, bildet die Fähigkeit der Schüler, den Begriff „Gleichgewicht“ zu verwerten und zwar in ihrem Schlußfolgerungsprozeß. Die bis jetzt durchgeführten Untersuchungen im Bereich des Verstehens und der Verwendung dieses Begriff weisen darauf hin, daß der Begriff von den Schülern nicht genug gut angeeignet wird.

Die Erklärung solcher Begriffe wie „Salzhydrolyse“ oder „Pufferlösungen“, erfordert gleichzeitiger Anwendung von zahlreichen Informationen, was leicht zur Überschreitung der Kapazität des operativen Gedächtnisses führen kann.