

Marian Mielniczak

*Szkoła Podstawowa w Babimoście*

## MOŁOWA INTERPRETACJA PRZEMIAN CHEMICZNYCH W KSZTAŁCENIU NA POZIOMIE PODSTAWOWYM

**Streszczenie:** W pracy przedstawiono potrzebę wprowadzenia działu programowego dotyczącego molowej interpretacji przemian chemicznych w zakresie programu chemii w szkole podstawowej z wyszczególnieniem jego realizacji i korzyści z tego płynących. Jednocześnie zakwestionowano z powodów metodycznych i merytorycznych rozdzielenie nauczania zasad, kwasów i soli na dwie oddzielne klasy.

### Wprowadzenie

"Widzę dziś więcej niż kiedykolwiek, że nawet największe kłopoty naszej ery wyrastają z czegoś, co jest tyleż godne podziwu i zdrowe co niebezpieczne, a mianowicie z niecierpliwego pragnienia polepszenia losu bliźnich". [ 1 ]

Owo motto zaczerpnięte zostało z odautorskiej przedmowy Karla R. Poppera do drugiego polskiego wydania jednej z ważniejszych jego prac pt: „Społeczeństwo otwarte i jego wrogowie”. Filozoficzne znaczenie prezentowanej sentencji ma niewątpliwie charakter wieloznaczeniowy i zależnie od kontekstu użycia nabiera sprecyzowanej wartości. "Niecierpliwie polepszanie losu bliźnich" to wyzwanie, któremu nie można się oprzeć, nie można zakwestionować, które rozpatrywane w kategoriach racjonalizmu i humanitaryzmu dotyczy każdego odpowiedzialnego człowieka - i tego tworzącego i promującego naukę i tego, który spełniając swą profesję kształci młodsze pokolenie.

## Sole integralnym elementem działu programowego „Zasady, kwasy i sole”

Wzajemność relacji w procesach nauczania i uczenia się jest przedmiotem wielu istotnych dociekań dydaktycznych.

Dydaktyka, z grek. "didaktikos"- oznacza umięjący uczyć, pouczający [2], to nauka o nauczaniu i uczeniu się, to nauka również o efektywności prowadzonego procesu dydaktycznego, co akcentował twórca tej dziedziny pedagogiki, czeski uczony Jan Amos Komeński w swej "Wielkiej dydaktyce" wydanej po raz pierwszy w 1657 roku. [3]

Wszystkie cele i zadania wynikające z powyższej definicji stawiane dydaktykowi, a szczegółowiej ujmując, metodykowi są równie ważne. Jednak czynienie starań o jak najlepszą skuteczność nauczania, w mojej ocenie hierarchizuje cel efektywności jako nadrzędny

Program nauczania chemii w szkole podstawowej wraz ze wskazaniem realizacji dokonuje rozdzielenia działu programowego „Zasady, kwasy i sole” na realizację zagadnień dotyczących zasad i kwasów w klasie siódmej, a soli w klasie ósmej.

Sole nieorganiczne to podstawowa grupa związków chemicznych, których poznawanie nie powinno odbywać się bez bezpośredniego nawiązania do poznanych zasad i kwasów, i głównie w oparciu o nie tworzymy nową grupę związków - sole, które są dydaktycznie uzasadnionym zakończeniem określonego działu nauki, jak również merytorycznym podsumowaniem naukowych efektów w zakresie nauki chemii w klasie siódmej :

1. znajomość podstawowych symboli pierwiastków chemicznych i ich wartościowości,
2. umiejętność tworzenia wzorów sumarycznych i strukturalnych podstawowych związków nieorganicznych: tlenków, zasad, kwasów i soli,
3. umiejętność układania równań reakcji chemicznych wraz z ich charakterystyką,
4. rozpoznawanie odczynu zasadowego i kwasowego przy zastosowaniu wskaźników chemicznych,
5. znajomość równań reakcji dysocjacji elektrolitycznej zasad, kwasów i soli z podaniem ich definicji według teorii Arrheniusa,
6. umiejętność samodzielnego badania wybranych właściwości fizycznych i chemicznych omawianych związków,
7. znajomość znaczenia i zastosowanie niektórych zasad, kwasów i soli w gospodarce człowieka, medycynie, farmakologii, przemyśle i rolnictwie.

Różdzielenie tematyczne działu programowego sole od zasad i kwasów dwumiesięcznym okresem wakacyjnym jest zakwestionowaniem dydaktycznych zasad: [4]

- stopniowania trudności,
- systematyczności,
- trwałości wiedzy,

nie przynosi pożądanych, wymienionych efektów naukowych, i dlatego proponuję, na podstawie własnych obserwacji w ramach ostatniego działu programowego w klasie siódmej, zrealizować łącznie zasady, kwasy i sole:

Lp.	Jednostka lekcyjna lub tematyczna	Wskazania i uwagi
1.	Wskaźniki chemiczne - pojęcie, rodzaje i zastosowanie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- badanie zmian barw, np. papierka uniwersalnego, fenoloftaleiny, oranżu metylowego, oraz lakmusu niebieskiego, pod wpływem wybranych dwóch roztworów zasad i dwóch roztworów kwasów</li> </ul>
2.	Działanie metali na wodę	<ul style="list-style-type: none"> <li>- doświadczenie - działanie sodu, potasu i wapnia na wodę</li> <li>- wykorzystanie wskaźników</li> <li>- zapis równań reakcji zachodzących przemian z ich pisemną charakterystyką</li> </ul>
3.	Działanie tlenków metali na wodę	<ul style="list-style-type: none"> <li>- doświadczenie - działanie tlenku wapnia i tlenku magnezu na wodę,</li> <li>- pozostałe jak wyżej</li> </ul>
4.	Budowa cząsteczek wodorotlenków, nazwy i wzory wodorotlenków	<ul style="list-style-type: none"> <li>- podanie budowy cząsteczki wodorotlenków (niekoniecznie na podstawie wzoru ogólnego)</li> <li>- tworzenie nazw wodorotlenków (nowe nazewnictwo) [5] i ich wzorów sumarycznych i strukturalnych</li> <li>- układanie równań reakcji otrzymywania wodorotlenków poznanymi metodami [6]; nazwy i wzory wodorotlenków</li> </ul>

5. Właściwości fizyczne wodorotlenków. Zastosowanie wodorotlenków - badanie właściwości NaOH i KOH, przedstawienie zastosowania wybranych wodorotlenków
6. Działanie tlenków niemetalu na wodę - doświadczenie - otrzymanie kwasów  $H_2SO_3$  i  $H_3PO_4$ 
  - wykorzystanie wskaźników chemicznych
  - zapis równań reakcji otrzymywanych kwasów z pisemną charakterystyką
7. Otrzymywanie kwasu siarkowego (VI). Katalizator - doświadczenie - otrzymanie kwasu siarkowego(VI)
  - zastosowanie i pojęcie katalizatora
  - pozostałe jak wyżej
8. Budowa cząsteczek kwasów, nazwy i wzory kwasów - podanie budowy cząsteczki kwasu (niekoniecznie na podstawie wzoru ogólnego)
  - nazwy, wzory sumaryczne i strukturalne kilku wybranych kwasów beztlenowych i tlenowych (nowe nazewnictwo) [5]
  - umiejętność określenia wartościowości atomu niemetalu w cząsteczce kwasu
9. Badanie właściwości fizycznych kwasów. Rozcieńczanie kwasów - wg uznania nauczyciela
10. Zastosowanie kwasów - omówienie szerokiego zastosowania kwasów:  $H_2SO_4$ , HCl,  $HNO_3$ ,  $H_3PO_4$
11. Stopień zasadowości roztworu - roztwór 1M NaOH kolejno dziesięciokrotnie rozcieńczamy, wskazując na zmiany barwy papierka uniwersalnego i odpowiednią zmianę  $[OH^-]$ 
  - dane ujmujemy w tabeli

12. Stopień kwasowości roztworu - postępujemy jak wyżej rozcieńczając roztwór 1M HCl i określając zmianę  $[H^+]$
13. Układanie skali pH. Odczyn roztworu - na 14-to stopniowej osi nanosimy kolejne stężenia jonów  $[H^+]$  i  $[OH^-]$ , przyporządkowując je odpowiednio skali pH  
- dokonujemy wskazania odczynu roztworu w nawiązaniu do stężenia odpowiednich jonów i wartości na skali pH  
- precyzujemy definicję odczynu
14. Dysocjacja jonowa (elektrolityczna) - omówienie biegunowego charakteru budowy cząsteczki wody, wyjaśnienie wiązania atomowego spolaryzowanego [7]  
- pojęcie i mechanizm  
- jonowy charakter budowy cząsteczki NaCl, wiązanie jonowe  
- omówienie i zdefiniowanie dysocjacji elektrolitycznej na przykładzie NaCl  
- układanie równań reakcji dysocjacji zasad, pojęcie zasad wg Arrheniusa  
- układanie równań reakcji dysocjacji kwasów, pojęcie kwasów wg Arrheniusa,
15. Przewodnictwo elektryczne ciał stałych i roztworów wodnych - wykorzystując prosty obwód elektryczny (autotransformator z prostownikiem, żarówka i dwie elektrody grafitowe) badamy przewodnictwo elektryczne wybranych ciał stałych i roztworów wodnych  
- definiujemy przewodniki elektryczności, izolatory, elektrolity i nieelektrolity

16. Reakcja zobojętniania
  - doświadczenie - reakcja zobojętniania NaOH i HCl wobec fenoloftaleiny
  - cząsteczkowe i jonowe przedstawienie procesu
  - wykazanie otrzymywania soli i wody
17. Sole- budowa cząsteczek, nazwy i wzory. Metody otrzymywania
  - przedstawienie budowy cząsteczki soli na przykładzie NaCl
  - omówienie podstawowych metod otrzymywania soli
  - ćwiczenia równań reakcji otrzymywania soli (zakończenie pisemnej charakterystyki równań)
  - tworzenie nazw soli (nowe nazewnictwo) [5], wzorów sumarycznych i strukturalnych
  - równania reakcji dysocjacji soli - pojęcie soli, teoria Arrheniusa
18. Badanie właściwości fizycznych wybranych soli
  - wg uznania nauczyciela
19. Zastosowanie soli
  - przy użyciu różnorodnych pomocy dydaktycznych pokazanie zastosowania soli [6,8].

Wskazana propozycja nie zawiera jednostek powtórzeniowych, które niewątpliwie zgodnie z inwencją prowadzącego winny być przeprowadzone (najlepiej po omówieniu każdej grupy związków), stanowi jednak zwartą pod względem merytorycznym i dydaktycznym całość, której nie należy rozdzielać.

### Molowa interpretacja reakcji chemicznych

Zrealizowanie proponowanego materiału w klasie siódmej rodzi pewien komfort u planującego i prowadzącego zajęcia chemii w klasie ósmej, umożliwiając mu wniesienie nowych treści, które nadmiernie nie obciążą ucznia, a będą podłożem lepszego rozumienia i wykorzystania chemii.

Proponuję, ażeby pierwszym działem programowym chemii w klasie ósmej była interpretacja molowa przemian chemicznych (którą w swej praktyce dydaktycznej realizuję odnosząc pozytywne rezultaty).

Realizacja wymienionego działu ma na celu:

1. praktyczne opisanie i zastosowanie masy substancji chemicznej,
2. zmianę interpretacji przemiany chemicznej z poziomu atomowo-cząsteczkowego na poziom molowy,
3. wykorzystanie znajomości mola substancji chemicznej i masy molowej do obliczeń zarówno w zakresie chemii nieorganicznej jak i organicznej, która jest kolejnym działem programowym w klasie ósmej,
4. lepsze przygotowanie uczniów do podejmowania nauki w szkołach ponadpodstawowych,
5. pełniejsze przygotowanie uczniów do udziału w konkursach chemicznych organizowanych na różnych poziomach.

Zakładam następujący przebieg realizacji:

Lp.	Jednostka lekcyjna lub tematyczna	Wskazania i uwagi
1.	Zastosowanie potęgi o wykładniku ujemnym	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wskazane jest wcześniejsze skorelowanie nauczania matematyki z chemią</li> <li>- w przypadku niepowodzenia korelacji należy wprowadzić najprostszym sposobem matematycznym potęgę o wykładniku ujemnym [9]</li> <li>- przeprowadzenie ćwiczeń rachunkowych na różnych przykładach z zastosowaniem omawianej potęgi</li> </ul>
2.	Masa i średnica pojedynczych atomów	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wykorzystując dane literaturowe określić średnicę niektórych atomów w nm</li> <li>- podać w postaci ułamka dziesiętnego masy wybranych pięciu atomów np wodoru, tlenu, węgla, sodu, potasu, a następnie masy wymienionych atomów przedstawić stosując potęgę o wykładniku ujemnym</li> </ul>

3. **Masa atomowa**
  - zapoznać uczniów z definicją masy atomowej [10] i z zasadnością jej wprowadzenia
  - obliczyć wartość wzorca (masy wzorcowej atomowej jednostki masy)
  - stosując wzór obliczyć masy atomowe wodoru, tlenu, węgla, sodu i potasu
4. **Masa cząsteczkowa**
  - wprowadzić pojęcie masy cząsteczkowej [10]
  - wskazać na praktyczny sposób obliczania masy cząsteczkowej jako sumy mas atomowych tworzących cząsteczkę
  - ćwiczyć obliczanie mas cząsteczkowych na wybranych przykładach
5. **Mol substancji chemicznej i masa molowa**
  - bardzo ważne, ażeby poprawnie uzasadnić wprowadzenie definicji mola i masy molowej [10] potrzebą praktycznego wykorzystania substancji chemicznej
  - podać definicję mola substancji chemicznej
  - wspólnie ustalić wzór na obliczenie masy molowej i podać jej definicję
  - ćwiczyć obliczanie mas molowych na przykładach różnych cząsteczek
6. **Molowe znaczenie reakcji chemicznych**
  - wspólnie ułożyć równania reakcji chemicznych np. poznanych w klasie siódmej zasad, kwasów i soli z ich molową interpretacją
7. **Obliczenia z wykorzystaniem mola i masy molowej**
  - obliczanie ilości substratów i produktów reakcji chemicznej w oparciu o molową interpretację przemiany chemicznej.



Proponowany przebieg realizacji przedstawionego materiału mimo ujętych wskazań i uwag wymaga dodatkowych wyjaśnień:

1. uczniowie powinni zdobyć umiejętność łatwego zamieniania ułamków dziesiętnych na liczby z potęgą o wykładniku ujemnym i odwrotnie,
2. podczas podawania mas pojedynczych atomów należy wcześniej przedstawić je w postaci ułamków dziesiętnych, a później obliczyć uproszczoną postać z zastosowaniem wymienionej potęgi, np.:

- masa atomu tlenu:

0,000 000 000 000 000 000 000 0266 g, to jest  $2,66 \cdot 10^{-23}$ g

- masa atomu węgla:

0,000 000 000 000 000 000 000 01992 g, to jest  $1,992 \cdot 10^{-23}$ g

- masa atomu wodoru:

0,000 000 000 000 000 000 000 00166 g, to jest  $1,66 \cdot 10^{-24}$ g

3. po zapoznaniu uczniów z definicją masy atomowej należy w sposób przekonujący uzasadnić potrzebę wprowadzenia masy wzorcowej „ $m_w$ ” czyli „u”- tj. atomowej jednostki masy.

Proponuję, ażeby uczniom zadać proste, choć ważne pytanie o masę ich ciała. Padają wtedy odpowiedzi: 60 kg, 65 kg, 53 kg, 80 kg. Zatem tłumaczymy słuchającym, że wymienione przez was masy ciał są dość duże i uciążliwe w dokonywaniu operacji matematycznych i dlatego proponujemy wprowadzić określony wzorzec o masie 10 kg, w celu porównania ile razy masa naszego ciała jest większa od wskazanego wzorca. Po porównaniu uczniowie przekonują się, że ich masy ciał względem obranego wzorca są wielkościami prostszymi i wynoszą odpowiednio 6; 6,5; 5,3 i 8 wzorców.

Komentując to informujemy, że identyczną drogę myślową obieramy przy ustalaniu mas atomowych, które są wielkościami względnymi, gdzie również obiera się wzorzec wynikający z podanej definicji masy atomowej, a później oblicza się wartości mas atomowych, wyrażonych we wzorcach, czyli atomowych jednostkach masy.

- a) Obliczanie masy wzorcowej, tj. atomowej jednostki masy „u”

$$\frac{\text{masa atomu C}}{12} = \frac{1,992 \cdot 10^{-23} \text{ g}}{12} = 0,166 \cdot 10^{-24} \text{ g} = u$$

b) Obliczanie mas atomowych wg wzoru wynikającego z definicji.

$$M = \frac{m_A}{m_w} = \frac{m_A}{u}$$

M - masa atomowa wyrażona w "u"

$m_A$  - masa pojedynczego atomu wyrażona w "g"

$m_w = u$  - atomowa jednostka masy

Np. masa atomowa tlenu:

$$M = \frac{m_A}{u} = \frac{2,66 \cdot 10^{-23} \text{g}}{0,166 \cdot 10^{-23} \text{g}} = 16 \text{u}$$

W wymieniony sposób obliczamy masy atomowe wybranych atomów, po czym porównujemy je z masami wskazanymi w układzie okresowym pierwiastków, wyjaśniając pochodzenie i matematyczny sens. Ważne jest również, że uczniowie mogą łatwo obliczyć (w czym wykazują duże zainteresowanie), jakie są masy przykładowych pojedynczych atomów z układu okresowego pierwiastków, wykonując działania odwrotne, np. obliczenie masy pojedynczego atomu żelaza:

$$M_{\text{Fe}} = 55,8 \text{u}$$

czyli

$$55,8 \cdot 0,166 \cdot 10^{-23} \text{g} = 9,26 \cdot 10^{-23} \text{g}$$

- rozwijając wielkość w ułamek dziesiętny otrzymujemy

$$0,000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000\ 0926 \text{ g}$$

4. wprowadzenie pojęć „mol substancji chemicznej” i „masa molowa” wymaga od prowadzącego zamysłu nad tym, jakich argumentów użyć, by przekonać uczniów do celowości poznawania tych nowych, początkowo nieco abstrakcyjnych pojęć.

Dotychczas, tłumaczmy uczniom, nadawaliśmy przemianom chemicznym znaczenie atomowo-cząsteczkowe. Teraz jednak, kiedy zachodzi potrzeba praktycznego, laboratoryjnego wykorzystania substancji, nie możemy do planowanego eksperymentu użyć atomu lub cząsteczki, ale taką ilość substancji, która będzie wymierna w dostępnych jednostkach masy. I w tym momencie dydaktycznym przedstawiamy propozycję włoskiego chemika Amadeo Avogadro, podzielenia w 1 g wartości atomowej jednostki masy:

$$N = \frac{1 \text{ g}}{0,166 \cdot 10^{-23} \text{ g}} = 6,02 \cdot 10^{23}$$

$N$  - liczba Avogadra

Po obliczeniu stałej wprowadzamy pojęcie mola substancji chemicznej. Dopiero podczas wspólnego ustalania wzoru na obliczenie masy molowej i jej zdefiniowaniu, uczniowie sami dostrzegają zasadność takiej drogi obliczania liczby Avogadra.

$$m_N = M \cdot N$$

$m_N$  - masa molowa wyrażona w "g"

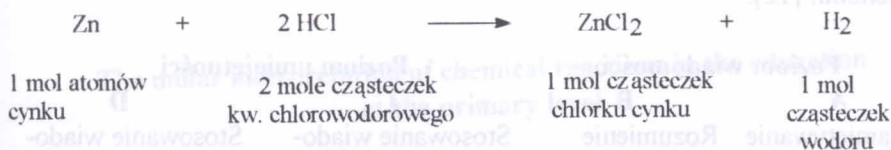
$M$  - masa atomowa lub cząsteczkowa

$N$  - liczba Avogadra

Np. obliczanie masy molowej atomu potasu:

$$m_N = 39 \text{ u} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 39 \text{ g}$$

5. kolejno przystępujemy do molowego interpretowania równań reakcji chemicznych, np:



Pierwsze przykładowe równania reakcji charakteryzujemy pisemnie, a następne tylko ustnie. Od tego fragmentu proponowanego programu chemii w klasie ósmej, wszystkie poznawane równania reakcji chemicznej - i te dotyczące działu tworzywa mineralne, jak i dotyczące całego zakresu chemii organicznej, interpretujemy wyłącznie w sposób molowy. Przy okazji warto podkreślić, że wśród dydaktyków chemii oraz niektórych autorów podręczników powstało przekonanie, że nie należy stosować współczynników, które są liczbami niecałkowitymi np.  $1/2$ ,  $1 \ 1/2$  itp. Ma to uzasadnienie jeżeli nadajemy atomowo-cząsteczkowy sens równaniom reakcji, natomiast przy molowej interpretacji równań, stosowanie współczynników ułamkowych jest celowe i poprawne, a na pewno ułatwia sposób konstruowania równań i upraszcza działania matematyczne dokonywane na ich podstawie.

6. ostatnim elementem w realizacji proponowanego działu tematycznego jest wykorzystanie znajomości mola i masy molowej do obliczenia ilości substratów i produktów reakcji. Wskazane jest, ażeby tego rodzaju obliczenia prowadzono dla kolejnych grup związków chemicznych przewidzianych programowo w danej klasie.

Aktualne założenia programowe bardzo oszczędnie traktują o rozwiązywaniu zadań rachunkowych, których umiejętność w wykształceniu chemicznym i przygotowaniu uczniów do nauki w szkole ponadpodstawowej jest niezbędna.

### Zakończenie

Trójwymiarowy model nauczania zaadaptowany na potrzeby chemii przez N.W.Skinder [11] proponuje dydaktyczne zharmonizowanie:

- celów nauczania,
- materiału nauczania, oraz
- wymagań programowych.

Materiał nauczania i jego realizacja zostały w zarysie przedstawione. Dobór celów nauczania natomiast, proponowany jest według następującej taksonomii [12]:

Poziom wiadomości		Poziom umiejętności	
A	B	C	D
Zapamiętywanie wiadomości	Rozumienie wiadomości	Stosowanie wiadomości w sytuacjach typowych	Stosowanie wiadomości w sytuacjach problemowych

jako niezbędny przy planowaniu i proponowaniu nowych treści programowych, wymaga on jednak oddzielnego opracowania.

Szczególną uwagę należy zwrócić określając wymagania programowe. Zaznaczyć wypada, że proponowany zakres materiału stanowi dodatkowe treści programowe i dlatego egzekwowanie ich od uczniów stwarza potrzebę dużej roztropności i wrażliwości dydaktycznej, by swymi wymaganiami budować i zachęcać do poznawania chemii, a nie działać destruktywnie.

Reformując oświatę należy spodziewać się nie tylko modernizacji organizacyjnej systemu oświaty, ale przede wszystkim ulepszenia i urealnienia programów nauczania, by zawrzeć w nich większą swobodę w doborze treści realizowanych przez nauczyciela, adekwatnych do rzeczywistych intelektualnych możliwości uczniów, z którymi się współpracuje.

## LITERATURA

1. K.R.Popper, Społeczeństwo otwarte i jego wrogowie, PWN, Warszawa 1993
2. W. Okoń, Słownik pedagogiczny, PWN, Warszawa 1975
3. S. Wołoszyn, Dzieje wychowania i myśli pedagogicznej w zarysie, PWN, Warszawa 1964
4. A. Galska-Krajewska, K.M.Pazdro, Dydaktyka chemii, PWN, Warszawa 1990
5. W. Śliwa, N. Zelichowicz, Nowe nazewnictwo w chemii - związków nieorganicznych i organicznych, WSiP, Warszawa 1994
6. Red. A. Burewicz, H. Gulińska, Dydaktyka chemii, WN UAM, Poznań 1993
7. F.A.Cotton, G. Wikinson, P.L.Gaus, Chemia nieorganiczna - podstawy, PWN, Warszawa 1995
8. W. Karpiński, Środki dydaktyczne w nauczaniu chemii, WSiP, Warszawa 1988
9. J. Mlochowski, Podstawy chemii, Politechnika Wroclawska, Wroclaw 1992
10. M.J. Sienko, R.A.Planc, Chemia - podstawy i zastosowanie, WNT, Warszawa 1992
11. N.W.Skinder, Osiągnięcia szkolne z chemii, IKN, Warszawa 1988
12. N. W. Skinder, Chemia a ochrona środowiska, WSiP, Warszawa 1991

Streszczenie: W pracy przedstawiono możliwości wykorzystania momentów dipolowych molekuł do rozstrzygnięcia problemów strukturalnych w chemii. Zwrócono uwagę na te elementy, które mogą być przydatne w nauczaniu chemii na poziomie szkoły średniej.

Marian Mielniczak

### The molar interpretation of chemical reactions in the education at the primary level

**Abstract:** The necessity of introduction of molar interpretation of chemical reactions into the educational program of primary schools is presented, along with the description of its realization and advantages.

The negative methodical and substantial aspects of the division of the education program concerning acids, bases and salts into two classes are pointed out.