

Lora Pawliszcze

Zespół Szkół, 42-160 Krzepice, ul. A. Ryły 10

## **Opracowanie metodyczne lekcji „Kauczuk naturalny i sztuczny”**

**Streszczenie:** Przedstawiony w artykule model lekcji jest szczególnie przydatny w pierwszym zetknięciu z nauką, tzn. w nauczaniu uczniów w wieku 10-16 lat, bowiem pobudza wyobraźnię i dzięki temu eliminuje werbalne przyswajanie wiedzy.

**Słowa kluczowe:** guma, informacja, izopren, mer, polimer

### **Wstęp**

Kauczuk naturalny i sztuczny jest jednym z tematów kształcenia w szkołach ponadpodstawowych, znajduje się również w wykazie treści będących przedmiotem pisemnych egzaminów dojrzałości z chemii.

Informacje o kauczuku można znaleźć w każdym podręczniku chemii dla szkół średnich [1,2]. Z reguły jest to krótka wzmianka o budowie cząsteczkowej substancji i jej zastosowaniu, uważałam więc za celowe opracowanie szczegółowej metodyki lekcji dotyczącej tej problematyki. Za takim opracowaniem przemawiały również inne, bardziej ważne argumenty. Mianowicie, przy opisanym trybie komunikacji z uczniem [3,4], tematyka lekcji z jednej strony stwarzała okazję do wyeksponowania treści merytorycznych, istotnych dla zrozumienia podstaw chemii organicznej, z drugiej zaś stanowiła znakomitą szkołę myślenia logicznego w kategoriach przedmiotu chemii [5].

### **Opis metodyki lekcji**

Merytoryczna treść lekcji dotyczy relacji między elektronową strukturą meru a jego stanem skupienia oraz między budową cząsteczek polimeru a właściwościami fizycznymi tworzywa.

Pierwsza z nich jest rozpatrywana w kontekście modelowania cząsteczki kauczuku (działy I-XIII scenariusza lekcji), druga natomiast związana jest z zastosowaniem kauczuku w produkcji gumy (działy XIV – XIX).

Odtworzenie struktury cząsteczki kauczuku wymaga znajomości następujących informacji i ich zastosowania w kolejności podanej w tabeli 1.

**Tabela 1.** Informacje konieczne do odtworzenia struktury cząsteczki kauczuku

Nr	Informacja	Znana (+) Nowa (-)	Informacja umożliwia czynności
1.	Pojęcie wartościowości	+	Uwolnienie wartościowości w cząsteczce meru
2.	Siła wiązania chemicznego	+	Trafny wybór uwalnianych wartościowości
3.	Kierunkowość wiązania atomowego, hybrydyzacja	+	Zachowanie właściwych kątów między wiązaniami w szkieletcie węglowym
4.	Liniowa budowa cząsteczek polimeru	-	Utworzenie wiązań podwójnych między drugim i trzecim atomem węgla w każdym z merów
5.	Gazowy stan skupienia izoprenu	-	Uwzględnienie skutków ruchu cieplnego cząsteczek meru
6.	Regularny układ merów w cząsteczce polimeru	-	Zauważenie potrzeby użycia katalizatorów stereospecyficznych (enzymy)

Ten zakres informacyjny jest jednocześnie wystarczającą bazą danych dla zrozumienia dalszej problematyki lekcji. Wprowadzenie każdej kolejnej informacji poprzedza polecenie wykonania czynności na modelach cząsteczek, która stwarza możliwość:

- sondażu jakości przyswojenia (werbalne, niewerbalne) znanych pojęć lub
- zobjektywizowania potrzeby wprowadzenia nowych pojęć i ma na celu:
  - transformację wiedzy pasywnej (tzn. opanowanej wyłącznie pamięciowo) w aktywną (tzn. opanowaną ze zrozumieniem)
  - lub zapewnienie ciągłości idei.

Reasumując, postępowanie metodyczne zakłada umotywowanie działania i dostosowanie korekt czy koniecznych uzupełnień do jego trybu; łącznie, stanowi o zasadzie niewyprzedzania myśli ucznia. Modele pełnią funkcję bodźca empirycznego pozwalającego na przełamanie ewentualnych trudności z odwzorowaniem w wyobraźni układów pozazmysłowych, głównej bariery w zrozumieniu problematyki mikroświata.

Taki model lekcji zakłada konieczność wstępnego ustalenia listy podstawowych pojęć oraz dostosowanych do nich bodźców empirycznych

(doświadczenia, modele), jak również kolejności ich wprowadzania. Z doświadczenia wiem, iż opracowany w taki sposób scenariusz lekcji wymaga wielokrotnej konfrontacji z uczniem, gdyż z reguły pojawia się potrzeba poszerzenia listy pojęć, zmiany kolejności wprowadzania niektórych z nich bądź doprecyzowania pytań. Dopiero wówczas powstaje scenariusz zapewniający niewerbalny odbiór treści merytorycznych przez większość dowolnego zespołu uczniów na danym poziomie edukacyjnym. Uważam, iż tak rozumiana odtwarzalność scenariusza stanowi podstawowe kryterium oceny jego przydatności dydaktycznej.

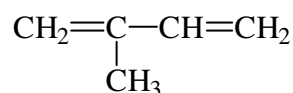
Każdy etap dochodzenia badawczego zaczynamy od sondażu reakcji uczniów na bodziec empiryczny. Wynik takiego sondażu pozwala kontrolować zasadność naszych założeń merytorycznych i metodycznych, z drugiej zaś strony daje wgląd w jakość i zakres wiedzy poszczególnych uczniów. Zobjektywizowane w taki sposób indywidualne lub typowe braki informacyjne możemy uzupełniać na bieżąco i dzięki temu utrzymywać cały zespół w toku rozumowania. O wyborze właśnie takiej techniki wdrażania informacji zadecydowało również przekonanie, iż gwarancją niewerbalnego przyswojenia pojęcia mamy tylko wówczas, gdy zostaje ono wyartykułowane dopiero po uchwyceniu przez ucznia fenomenologii zjawiska, które określa.

Poza tym opisany sposób komunikacji z uczniem odślania specyfikę pracy jego mechanizmów poznawczych; znajomość właśnie tej specyfiki pozwala znaleźć drogę do jego wyobraźni. Ustalenia dotyczące tych relacji są omówione w zakończeniu niniejszego artykułu.

### Scenariusz lekcji

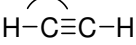
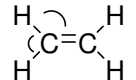
Scenariusz lekcji przedstawiono w Tabeli 2, natomiast analizę sposobu wykonania czynności w Tabeli 3. Przytoczono tylko najczęściej padające odpowiedzi oraz najważniejsze sposoby wykonywania czynności na modelach.

Od wieków Indianie Ameryki Płd. użytkowali sok drzewa o nazwie *Hevea brasiliensis*. Sok tego drzewa (łac. „latex”, w języku Indian: „kauczu”, czyli „łzy drzewa”) stanowi 30% wodny żół kauczuku naturalnego. Po ogrzaniu żół koaguluje. Uzyskane w ten sposób tworzywo jest mieszaniną makrocząsteczek różnej wielkości, każda z nich stanowi połączenie 1500-3000 cząsteczek izoprenu:



**Tabela 2.** Scenariusz lekcji „Kauczuk naturalny i sztuczny”

Nr	Polecenie wykonania czynności / pytanie	Czynność na modelach / odpowiedź
I	Odtwórzcie fragment cząsteczki kauczuku z wykorzystaniem modeli izoprenu.	Zerwanie wiązań między atomami węgla i wodoru w różnych fragmentach cząsteczki izoprenu.
II	Cząsteczka izoprenu stanowi uporządkowany zbiór atomów węgla i wodoru. Jakie siły zapewniają mu spójność?	Wiązania chemiczne
III	Jaki to jest rodzaj wiązania chemicznego ?	Wiązanie atomowe
IV	Czy są to wiązania $\sigma$ czy $\pi$ ?	Pojedyncze wiązania są wiązaniami $\sigma$ , natomiast podwójne składają się z wiązań $\sigma$ i $\pi$ .
V	Które z wiązań, $\sigma$ czy $\pi$ , powstaje wskutek głębszego przenikania się obszarów orbitalnych i o czym to stanowi?	Takim wiązaniem jest wiązanie $\sigma$ , które dzięki temu jest wiązaniem silniejszym niż wiązanie $\pi$ .
VI	Uwzględnijcie ten wniosek przy ponownej próbie połączenia cząsteczek izoprenu.	Po zerwaniu wiązań podwójnych wszystkie wolne wartościowości zostają zużyte na połączenie cząsteczek izoprenu w jedną makrocząsteczkę kosztem zmiany kątów między wiązaniami.
VII	Zaproponowany sposób wysycenia wolnych wartościowości przekreśla możliwość dołączenia pozostałych merów. Poza tym, łącząc cząsteczki izoprenu, dowolnie zmienialiście kąty między wiązaniami. Tymczasem wiązanie atomowe jest wiązaniem kierunkowym, a zatem kąty te są ściśle określone. Na przykładzie metanu wiemy, iż w przypadku hybrydyzacji $sp^3$ tworzą się kąty $109^{\circ}28'$ . Atom węgla może ulegać również hybrydyzacji $sp$ i $sp^2$ .	Cząsteczki izoprenu połączone liniowo, między drugim i trzecim atomem węgla każdej z nich utworzono wiązanie podwójne i po obu stronach fragmentu łańcucha węglowego pozostawiono wolne wartościowości.

	Rodzaj hybrydyzacji	Przykład	
	sp	$180^\circ$  H-C≡C-H acetylen	
	sp <sup>2</sup>	$120^\circ$  H <sub>2</sub> C=CH <sub>2</sub> etylen	
	<p>W modelu izoprenu zostały zachowane kąty między wiązaniami obowiązujące w realnej cząsteczce tej substancji.            Dodatkowo należy nadmienić, iż kauczuk naturalny cechuje liniowy układ merów.</p>		
VIII	Czy uzyskaliście jednakowy wynik?		łańcuchy węglowe różnią się rozmieszczeniem grupy metylowej.
IX	Co spowodowało tę różnicę?		W momencie połączenia cząsteczek izoprenu nie braliśmy pod uwagę ich wzajemnej orientacji.
X	Czy taka dowolność jest dopuszczalna w reakcji chemicznej?		Tak, na przykład z udziałem gazów. Wówczas nic nie krępuje ruchów rotacyjnych pojedynczych cząsteczek.
XI	Izopren jest gazem, a więc i wasze łańcuchy węglowe mają rację bytu. Jednak tworzywo stanowiące mieszaninę takich cząsteczek odznacza się znacznie gorszą odpornością mechaniczną niż produkt naturalny. Dlaczego?		Chodzi prawdopodobnie o konieczność zachowania jednakowej orientacji przestrzennej cząsteczek izoprenu w momencie ich połączenia.
XII	Eksperyment potwierdził takie przypuszczenie. W jaki więc sposób organizm rośliny radzi sobie z tym problemem?		Musi kontrolować proces łączenia się cząsteczek izoprenu.
XIII	Jest to rola biokatalizatorów.		

XIV	W naszym klimacie kaczuk naturalny jako surowiec do produkcji opon samochodowych nie zdaje egzaminu. W niskich temperaturach jest kruchy, natomiast w podwyższonych staje się mazisty. Dlaczego ?	Cząsteczki poliizoprenu są stosunkowo nieduże, co pozwala na ich krystalizację przy oziębieniu i wzmożony ruch cieplny przy ogrzewaniu.
XV	Jak temu zapobiec?	Połączyć cząsteczki poliizoprenu między sobą.
XVI	Czy istnieje taka możliwość?	Tak, dzięki obecności wiązań podwójnych.
XVII	W praktyce uszlachetniamy kaczuk ogrzewając go z 3% siarki (wulkanizacja). Wówczas wiązania podwójne ulegają rozerwaniu i między cząsteczkami poliizoprenu pojawiają się mostki siarczkowe:  $  \begin{array}{c}  \text{CH}_3 \text{ S} \\    \quad   \\  \text{---CH}_2\text{---C---CH---CH}_2\text{---} \\    \quad   \\  \text{S} \\    \\  \text{---CH}_2\text{---C---CH---CH}_2\text{---} \\    \quad   \\  \text{CH}_3 \text{ S}  \end{array}  $ Produkt wulkanizacji stanowi gumę.	
XVIII	Chcąc uniezależnić się od importu kaczuku naturalnego, polski przemysł opracował technologię produkcji kaczuku sztucznego. Czy każdy rodzaj meru może być surowcem do produkcji gumy?	Nie, tylko taki, z którego powstają łańcuchy polimerowe zawierające wiązania wielokrotne.
XIX	Zaprojektujcie model takiego meru.	

**Tabela 3.** Analiza sposobu wykonania czynności na modelach

Nr	Sposób wykonania polecenia	Komentarz
I	a) uwolnienie wartościowości	Działanie poprawne, wynikające ze zrozumienia roli wartościowości oraz wiedzy na temat wartościowości atomów węgla i wodoru (wiedza aktywna)
	b) przypadkowy i nietrafny wybór uwalnianych wartościowości	Brak postrzegania wiązań chemicznych jako sił porządkujących układ pozbawia ucznia motywacji do poszukiwania najniższych ogniw w cząsteczce izoprenu i co za tym idzie, brak wykorzystania w tym celu posiadanego zaplecza merytorycznego (wiedza pasywna)
VI	a) wysycenie wszystkich wartościowości	Intencja słuszna, oparta o znajomość zasady wysycenia wartościowości w związku chemicznym (wiedza aktywna)
	b) dowolna zmiana kątów między wiązaniami	Parametry geometryczne modelu cząsteczki izoprenu nie spełniły roli informacji o jej realnej budowie przestrzennej z powodu werbalnego przyswojenia kwestii kierunkowości wiązania atomowego (wiedza pasywna).
VIII	Nieregularny układ merów w łańcuchu polimerowym	Wiedza na temat stanów skupienia substancji chemicznych nie została uwzględniona przy łączeniu merów w łańcuch, ponieważ czynności tej nie towarzyszyło postrzeganie cząsteczek izoprenu jako składowych makroukładu (wiedza pasywna)

### Zakończenie

Obrana opcja metodyczna pozwoliła na wykazanie uwarunkowań merytorycznych i psychologicznych koniecznych do zrozumienia podjętej na lekcji problematyki oraz zobiektywizowanie relacji między wiedzą doświadczalną a werbalną.

Sposób wykonania czynności działu VIb potwierdza, że w zetknięciu z rzeczywistością brak wiedzy lub jej pasywny charakter odnoszą ten sam skutek, mianowicie czynią uczniów równie bezradnymi i spychają na drogę prób i błędów. Więcej, dowodzi, że samoistne postrzeganie zależności między nowymi faktami a dotychczasową wiedzą ma miejsce tylko w odniesieniu do aktywnej puli informacji zawartych w pamięci. Natomiast reaktywacja wiedzy pasywnej i w konsekwencji jej metodologiczne włączenie do wiedzy aktywnej następuje dopiero w wyniku wprowadzenia do procesu poznania czynnika empirycznego (tutaj: modeli).

Z kolei czynności VIII-X ilustrują sprzężenie zwrotne łączące doświadczenie modelowe z wiedzą werbalną: dzięki wcześniej zdobytym informacjom na temat stanu gazowego uczeń mógł zdefiniować układ pozwalający na dowolność wzajemnej orientacji reagujących cząsteczek, natomiast dopiero doświadczenie modelowe umożliwiło mu odwzorowanie w wyobraźni układu gazowego i w konsekwencji nadanie tym informacjom żywej treści.

### Literatura

1. W. Danikiewicz, *Chemia organiczna*, Oficyna Edukacyjna Krzysztof Pazdro, Warszawa 1997
2. K. Pazdro, *Budowa materii w oczach chemika*, Oficyna Edukacyjna Krzysztof Pazdro, Warszawa 1996
3. K. Kolař, K. Myška, I. Holy, Zastosowanie modeli cząsteczek w kształceniu nauczycieli chemii, *Prace Naukowe WSP w Częstochowie, Chemia i Ochrona Środowiska* 2003, **VII**, 111
4. J. Soczewka, Znaczenie twórczych metod kształcenia w nowej strukturze szkolnej, *Prace Naukowe WSP w Częstochowie, Chemia* 2002, **IV**, 5
5. A. Galska-Krajewska, Kształtowanie umiejętności twórczego myślenia, *Chemia w Szkole* 2003, **(4)**, 205



Lora Pawliszcze

## **Methodical analysis of the lesson "Natural and Synthetic Caoutchuc"**

**Abstract:** Model of a lesson presented in the article is especially useful at the initial period of learning, *i.e.* for persons 10 to 16 years old, because it stimulates the imagination and, as a result, eliminates the verbal learning.

**Keywords:** information, isoprene, mer, polymer, rubber