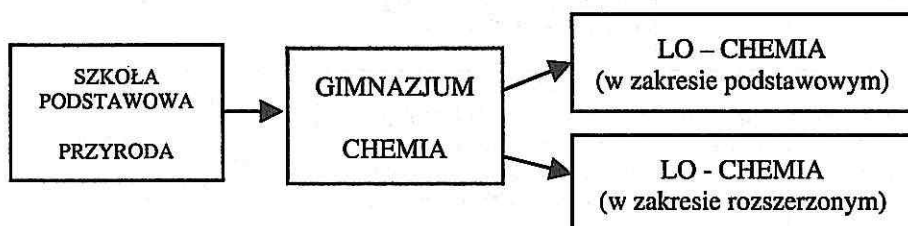


Elżbieta KOWALIK  
Zakład Dydaktyki Chemii, Uniwersytet Gdański

## STANDARDY EDUKACYJNE W KSZTAŁCENIU CHEMICZNYM


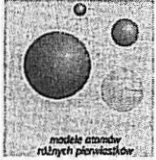


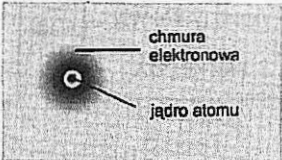
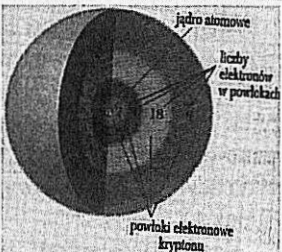
Kształcenie chemiczne w polskim systemie edukacyjnym ma układ spiralny. Te same treści kształcenia występują na różnych etapach edukacji, ale w zmienionej, coraz bardziej zaawansowanej interpretacji teoretycznej. Elementarny kurs propedeutyczny z chemii występuje w przedmiocie zintegrowanym Przyroda, w zakresie, umożliwiającym holistyczne postrzeganie rzeczywistości przyrodniczej na poziomie makro oraz mikro. Chemia w gimnazjum dookreśla, precyzuje i poszerza zakres pojęć, kształtuje język dyscypliny oraz buduje pewien warsztat metodologiczny, niezbędny uczniowi dla prowadzenia badań własnych, najczęściej w ramach eksperymentów chemicznych. Chemia w liceum ogólnokształcącym realizowana jest w dwóch zakresach: podstawowym i rozszerzonym i ma wyposażyć każdego absolwenta szkoły średniej w wiadomości, umiejętności i postawy, umożliwiające rozumienie procesów chemicznych zachodzących w otaczającej nas rzeczywistości, bezpieczne obcowanie ze skutkami chemizacji życia, ale także kontynuowanie kształcenia chemicznego na wyższych studiach.

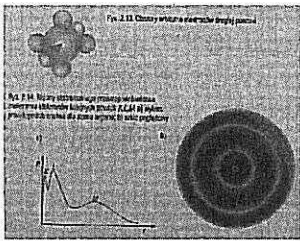


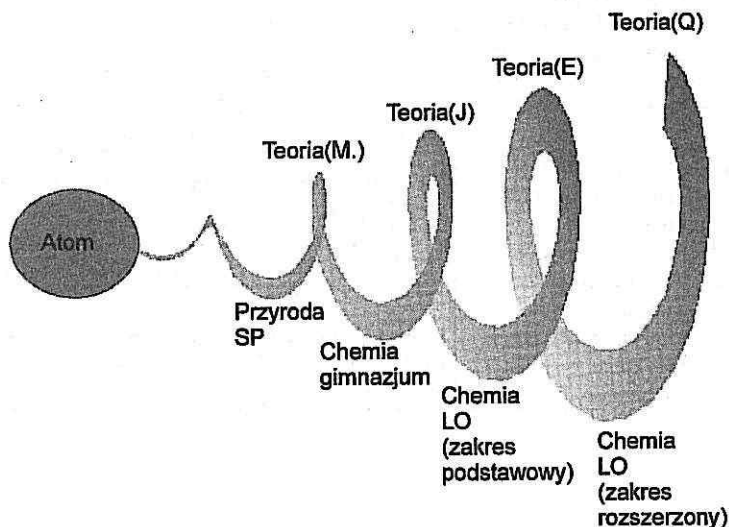
Analizując program chemii łatwo można udowodnić jego spiralną strukturę, na przykładzie treści, powiązanych z wiedzą o atomie. Na różnych poziomach kształcenia, atom opisywany jest przez różne teorie chemiczne (czasami specjalnie dostosowane na użytek dydaktyczny): w szkole podstawowej, na przyrodzie — przez teorię atomistyczno-cząsteczkową (M), w gimnazjum — przez teorię jonową (J), w liceum ogólnokształcącym — przez teorię elektronową (E) oraz kwantową (Q) [4]. (Tabela 1 oraz rysunek 1).

Każdy zwój spirali, to wiedza ucznia o *atomie*, wynikająca z założeń poszczególnych teorii, od najprostszej (M), wynikającej z operowania uproszczonymi modelami, nierzadko przez analogię do struktur makroskopowych, do teorii najbardziej zaawansowanej (Q), zmatematyzowanej, abstrakcyjnej, nie poddającej się modelowaniu makroskopowemu.

Tabela 1. Zmiany interpretacji pojęcia *atom* na różnych etapach kształcenia

Lp.	Etap kształcenia	Teoria służąca opisowi atomu	Definicje, interpretacja dydaktyczna (cytaty z wybranych podręczników szkolnych)	Projekcja graficzna atomu (rysunki z wybranych podręczników szkolnych)
1	Szkoła podstawowa Klasy IV-VI (Przyroda)	Teoria atomistyczno-cząsteczkowa Daltona (M)	„Atomy są drobkami materii, niewidocznymi gołym okiem, nie dającymi się podzielić bez zmiany podstawowych właściwości. Atom jest bardzo ważnym elementem otaczającej nas materii. Duże zbiory takich samych atomów tworzą pierwiastki.” Angel J. i inni, <i>Przyroda i człowiek</i> , kl. 6, WSiP 2001, s.24	  modele atomów różnych pierwiastków
2	Gimnazjum Klasy I-III Chemia	Teoria jonowa (J)	„Atom jest drobiną elektrycznie obojętną, składającą się ze ściśle określonej liczby protonów i elektronów oraz zawierającą jedno jądro. Atom oddając lub przyjmując elektrony staje się jonem: anionem lub kationem. Połączone atomy oddziałują na siebie różnymi siłami osiągając stan energetycznie korzystniejszy”. Kluz Z. i inni, <i>Chemia dla gimnazjum</i> , WSiP Warszawa 2002	 Z = 1 atom wodoru  Z = 6 atom węgla
3.	LO Zakres podstawowy Klasy I-II	Teoria elektronowa (E)	„Atom składa się z dwóch obszarów: dodatnio naładowanego jądra i ujemnie naładowanej sfery elektronowej. Elektrony rozmieszczone są w powłokach i podpowłokach tworząc odpowiednie konfiguracje, pozwalające przewidywać właściwości i zachowanie się pierwiastka w różnych warunkach oraz reakcje chemiczne, jakim mogą ulegać. Elektrony ostatniej powłoki są zaangażowane w tworzenie wiązań chemicznych” Kluz Z. i inni, <i>Chemia dla liceum ogólnokształcącego</i> , WSiP, Warszawa 2001	 chmura elektronowa jądro atomu  jądro atomowe liczby elektronów w powłokach powłoki elektronowe kryptonu

4.	LO Zakres rozszer- zony Klasy I-III	Teoria kwantowa (Q)	<p>„Każdy elektron atomu wielo- elektronowego znajduje się w innym stanie podstawowym, charakteryzowanym czterema liczbami kwantowymi, obsadza- jąc określone poziomy orbitalne w kolejności wynikającej ze wzrostu energii. Stan elektronu w atomie opisuje matematycznie funkcja falowa <math>\Psi</math> zwana orbita- lem atomowym (poziomem orbitalnym). Kwadrat tej funkcji podaje prawdopodobieństwo znalezienia elektronu w danym obszarze przestrzeni wokół jądra. Orbitale odpowiadają określo- nym stanom energetycznym elektronów w atomie, zaś ener- gia elektronów w otoczeniu jądra atomowego jest skwantowana. W atomie wyodrębnia się dwie strefy: rdzeń i elektrony walen- cyjne”</p> <p>Pazdro K., Chemia dla LO, Oficyna Pazdro, Warszawa 2001</p>	 <p>Fig. 2.13. Orbitaly s i p w atomie wodoru (złoty kolor).</p> <p>Fig. 2.14. Należy odróżnić czy mamy do czynienia z energią potencjalną (energia elektronu w polu sił jądra) czy z energią kinetyczną (energia elektronu w polu sił elektronów). Punkt zwrotny to taki stan, w którym energia kinetyczna jest równa zero.</p>
----	--	---------------------------	--	--



Rysunek 1. Spiralny układ wiedzy chemicznej na przykładzie atomu





Rozwój teorii wymusza uruchamianie przez uczniów coraz bardziej zaawansowanych procesów poznawczych. Czy możliwe jest skrócenie drogi poznawczej, prowa-

dzącej do opanowania merytorycznie poprawnej wiedzy o atomie poprzez ominięcie postulatów teorii (M), (J) czy (E), a poprzestanie wyłącznie na eksploatacji dorobku teorii (Q)? Z pewnością nie. Choć w dydaktyce chemii i fizyki podejmowano takie próby, np. w Krakowie, w latach siedemdziesiątych XX wieku, przez Marię Kłysz Łódzińską.

Nie mniej ważny dla procesu kształcenia chemicznego jest także inny wniosek: Im bardziej holistycznie postrzegamy atom (jako element struktury materii), tym mniej zaawansowanym teoretycznie modelem jego opisu posługujemy się. W liceum ogólnokształcącym realizując chemię w wymiarze rozszerzonym odchodzimy od spojrzenia holistycznego, zyskując w ten sposób wiedzę uściśloną, erudycyjną, wąskospecjalistyczną, swoistą dla opisu mikrostruktur materii, ale bardzo odległą od makroskopowego spojrzenia na przyrodę.

Pojawia się pytanie: „Czy spiralnemu układowi treści chemicznych, odpowiada spiralny układ standardów wymagań?” Prześledźmy informacje zebrane na ten temat w tabeli numer 2.

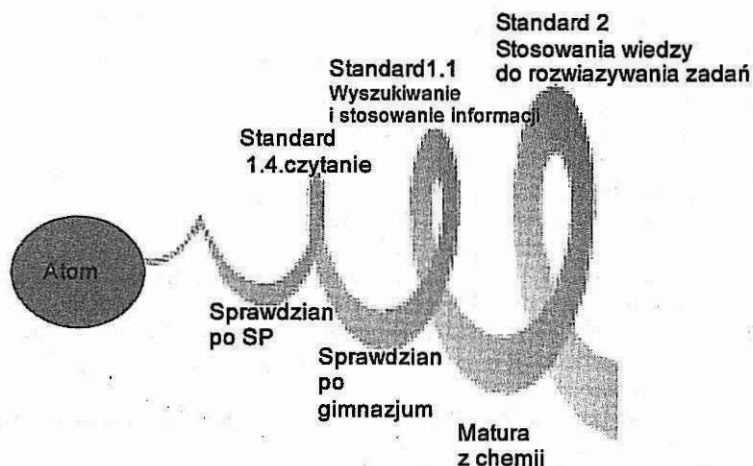
Tabela 2. Zestawienie standardów wymagań egzaminacyjnych na przykładzie tematyki Atom

Lp	Etap kształcenia	Standard wymagań	Przykładowe zadanie																											
1.	Szkoła podstawowa Klasy IV-VI Przyroda	I.4. Czytanie Uczeń odczytuje dane z tekstu źródłowego, tabeli, wykresu, planu, mapy, diagramu oraz odpowiada na proste pytania z nimi związane.	Zaznacz ten rysunek, na którym narysowano atom gazu szlachetnego  <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-end;"> <div style="text-align: center;"> <p>HEL</p>  <p><input type="checkbox"/> A.</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>TLEN</p>  <p><input type="checkbox"/> B.</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>WODÓR</p>  <p><input type="checkbox"/> C.</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>CHLOR</p>  <p><input type="checkbox"/> D.</p> </div> </div> <p>Fudała R., Krukowska M., Pietras W.: Ćwiczenie czyni mistrza, przyroda, Galaktyka, Łódź 2001 s. 72-73</p>																											
2.	Gimnazjum Klasy I-III Chemia	II.1 Wyszukiwanie i stosowanie informacji. Uczeń odczytuje informacje przedstawione w formie: tekstu, mapy, tabeli, wykresu, rysunku, schematu, fotografii	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>Nazwa pierwiastka</th> <th>Symbol</th> <th>Numer grupy</th> <th>Numer okresu</th> <th>Liczba atomowa</th> <th>Liczba protonów</th> <th>Liczba elektronów</th> <th>Liczba powłok elektronowych</th> <th>Liczba elektronów walencyjnych</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>16</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>3</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table> <p>Kulawik T., Litwin M., Poradnik metodyczny, Chemia dla gimnazjum, cz. III, Wydawnictwo „Nowa Era”, Warszawa 2001, s. 100</p>	Nazwa pierwiastka	Symbol	Numer grupy	Numer okresu	Liczba atomowa	Liczba protonów	Liczba elektronów	Liczba powłok elektronowych	Liczba elektronów walencyjnych	C				16								3					3
Nazwa pierwiastka	Symbol	Numer grupy	Numer okresu	Liczba atomowa	Liczba protonów	Liczba elektronów	Liczba powłok elektronowych	Liczba elektronów walencyjnych																						
C				16																										
			3					3																						

Standardy edukacyjne w kształceniu chemicznym

Lp	Etap kształcenia	Standard wymagań	Przykładowe zadanie
3.	LO Chemia Klasy I-III (w zakresie rozszerzonym) Matura z chemii	2. Uczeń stosuje posiadaną wiedzę do rozwiązywania zadań teoretycznych i praktycznych: określa możliwe kombinacje liczb kwantowych dla $n+ 1,2,3$ ; stosuje zasady zabudowy orbitali do zapisu konfiguracji elektronowych o $Z=1+40$ (zapis pełny, skrócony z rdzeniem helowca oraz klatkowy, na podstawie konfiguracji elektronowej przewiduje położenie pierwiastka w układzie okresowym jego charakter chemiczny oraz typowe stopnie utlenienia.	Zadanie: Dane są konfiguracje pięciu pierwiastków: a) X: $(_{10}\text{Ne}) 3s^1$ b) X: $(_{10}\text{Ne}) 3s^2 3p^3$ c) X: $(_{18}\text{Ar}) 4s^1$ d) X: $(_{18}\text{Ar}) 3d^6 4s^2$ e) X: $1s^2$ Wybierz pierwiastki o właściwościach metalicznych. Przedstaw graficznie konfigurację elektronową atomu (d) z uwzględnieniem zakazu Pauliego, reguły Hunda i schematu zabudowy orbitalnej.  Matura 2002, Chemia, OKE we Wrocławiu, zeszyt 1/2000 s. 6

Poszczególne wymagania egzaminacyjne wykazują wyraźną regularność: najmniej zaawansowane procesy poznawcze uruchamiane są przez uczniów szkoły podstawowej: wiedza o atomie wynika z myślenia konkretno-obrazowego, sugerowanego przez dostarczony komunikat słowny. Wymagania egzaminacyjne po gimnazjum odwołują się do czynności z kategorii C i D porządkując wiedzę o atomie, wynikająca z operowania teorią (J). Wymagania maturalne z chemii zakładają opanowanie umiejętności interpretowania budowy atomu, zgodnej z teorią (E) i (Q). Układ wymagań z chemii odpowiada strukturze spiralnej, przedstawionej na rysunku 2.



Rysunek 2. Spiralny układ wymagań programowych z chemii

Dalsza edukacja chemiczna, na studiach kierunkowych, to kolejny powrót do obszarów wiedzy zdobywanych w szkole, ale opisywanych jeszcze precyzyjniej, np. na zajęciach z chemii kwantowej, co oznacza uaktywnienie kolejnego zwoju spirali.

## LITERATURA

- Gołbiewski A., (1980), *O problemach nauczania podstaw chemii kwantowej w szkołach średnich*, Chemia w Szkole, 26(1), 15.
- Kłyś-Łodzińska M, (1978), „*Budowa materii w świetle mechaniki kwantowej*”, WSiP Warszawa.
- Niemierko B., (1999), *Pomiar wyników kształcenia*, WSiP Warszawa.
- Soczewka J., (1975), *Podstawy nauczania chemii*, WSiP, Warszawa.
- Syllabus, *Matura z chemii 2005*, CKE, Warszawa 2002.