

2.2 O WYKORZYSTANIU ZASOBÓW INTERNETU W DYDAKTYCE CHEMII NA WYŻSZEJ UCZELNI

Wacław Makowski

Codzienne korzystanie z zasobów Internetu w pracy naukowej chemika jest rzeczą zupełnie naturalną. Internet zapewnia dostęp do elektronicznych wersji czasopism naukowych - obecnie w Polsce mamy internetowy dostęp do większości najważniejszych naukowych czasopism chemicznych, bezpośrednio na stronach wydawnictw, albo za pośrednictwem *Biblioteki Wirtualnej ICM UW* [1]*. Wyszukiwanie prac naukowych ułatwiają wyspecjalizowane bazy danych, takie jak: *Science Citation Index* [2], *SCOPUS*** czy ogólnodostępny *Scirus*. Inne bazy danych, takie jak *NIST Chemistry WebBook* [3] albo *ChemExper* umożliwiają znalezienie informacji dotyczących fizykochemicznych właściwości różnych substancji oraz możliwości ich zakupu.

Korzystanie z zasobów internetowych w nauczaniu przedmiotów chemicznych na wyższych uczelniach nie weszło jeszcze do szerszej praktyki. Jako przyczyny takiego stanu rzeczy można wymienić: barierę językową utrudniającą studentom korzystanie z materiałów w języku angielskim, ograniczoną liczbę odpowiednich materiałów w języku polskim i przede wszystkim znaczne rozproszenie zasobów tego typu. Dlatego w tym rozdziale podjęto próbę klasyfikacji „chemicznych” stron WWW oraz przedstawiono wybór kilkunastu najbardziej wartościowych, które można wykorzystać w nauczaniu lub samodzielnym studiowaniu różnych dziedzin chemii.

Klasyfikacja stron internetowych, przydatnych w nauczaniu lub studiowaniu chemii, nie jest łatwa. Choć można w niej wykorzystać różne kryteria: zawartości (treści), pochodzenia autorów czy lokalizacji, granice pomiędzy różnymi kategoriami wynikającymi z tych kryteriów nie są ostre. Można jednak wyróżnić pewne typowe rodzaje chemicznych stron internetowych, zwykle łączących wysoki poziom merytoryczny z atrakcyjną formą i/lub oryginalnym, innowacyjnym sposobem prezentacji. Należą do nich m.in.:

- autorskie strony naukowców lub wykładowców;
- strony zespołów naukowych, katedr lub instytutów;
- strony przeznaczone dla studentów danego wydziału lub instytutu;
- związane z określonymi wykładami lub kursami;
- internetowe podręczniki lub wykłady;
- internetowe serwisy instytucji publicznych oraz towarzystw naukowych;

*Adresy internetowe podano wprost tylko wtedy, gdy nie wynikają one w oczywisty sposób z nazwy serwisu.

**Por. rozdział 2.3.

- witryny firm oferujących odczynniki, aparaturę naukową, oprogramowanie.

Oprócz chemicznych stron internetowych o charakterze edukacyjnym, w Internecie można znaleźć różne publikacje, które mogą być pomocne w pracy dydaktycznej, m.in. podręczniki i monografie, prace doktorskie, wykłady, raporty, testy i zadania egzaminacyjne. Do ich wyszukiwania można wykorzystać naukowe listy dyskusyjne lub katalogi chemicznych stron WWW, jednak zaskakująco dobre wyniki przynosi użycie zwykłej wyszukiwarki (np. *Google*), pod warunkiem, że wiemy, co chcemy znaleźć w poszukiwanym tekście. Warto zwrócić uwagę na niedawno udostępnioną możliwość legalnego przeglądania książek, w tym monografii naukowych, w serwisie *Books Google* oraz w internetowej księgarni *Amazon* (opcja *Search Inside*). W przypadku poszukiwania informacji odnośnie substancji chemicznej należy posługiwać się tzw. numerem CAS (*Chemical Abstract Service registry number*), stanowiącym jej jednoznaczny identyfikator.

Przedstawiony poniżej wybór chemicznych stron internetowych jest z konieczności subiektywny, wynika bowiem głównie z zainteresowań naukowych autora oraz prowadzonych przez niego zajęć z przedmiotu podstawy chemii. Niemniej jednak stanowi on reprezentatywny (choć nie zupełnie niewyczerpujący) przegląd różnorodnych zasobów internetowych, które mogą być przydatne dla studentów i wykładowców.

Wybór najciekawszych chemicznych stron internetowych*

Strony polskie

- *Strona Tomasza Plucińskiego* [4] – klasyczna autorska strona wykładowcy uniwersyteckiego (z Uniwersytetu Gdańskiego), poświęcona nie tylko chemii. Zawiera interesujące artykuły dotyczące różnych zagadnień z podstaw chemii (m.in. dotyczące uzgadniania reakcji redoks, kinetyki chemicznej, pojęcia pH i jego pomiaru). Strona zawiera także opisy oraz fotografie ciekawych doświadczeń chemicznych.
- *Chemia analityczna* [5] – materiały dydaktyczne Katedry Chemii Analitycznej Politechniki Gdańskiej. Opisy metod analitycznych i przepisy ćwiczeń – podstawy chemii analitycznej, analiza wolumetryczna, chromatografia, spektroskopia, elektrochemia itd.
- *Strona Witolda Mozgi* [6] – autorska strona chemika organika z firmy Trimem, produkującej odczynniki biochemiczne. Zawiera kalkulatory fizykochemiczne (m.in. do uzgadniania równań reakcji redoks, do przeliczania stężeń roztworów lub ciśnień, do obliczania temperatury wrzenia pod obniżonym ciśnieniem), bazę danych fizykochemicznych kilkudziesięciu najczęściej stosowanych rozpuszczalników, chemiczny słowniczek angielsko-polski.

*W nieco innej formie dostępny w Internecie (<http://www.allchemia.net>).

- Chemiczne listy dyskusyjne: usenetowa *pl.sci.chemia*, dostępna np. za pośrednictwem *Google* [7] oraz e-mailowa *chemfan* [8].

Strony w języku angielskim

Podstawy chemii

- ▶ *Delights of Chemistry* [9] – demonstracje 40 efektownych doświadczeń chemicznych zawierające zdjęcia oraz animacje i szczegółowe opisy, przygotowane przez wykładowców University of Leeds.
- ▶ *General Chemistry Online* [10] – serwis dla początkujących studentów chemii, Frostburg State University, USA. Zawiera materiały z wykładów, ćwiczenia i quizy, pytania oraz odpowiedzi, bazy danych.
- ▶ *Chemguide* [11] – podręcznik podstaw chemii on-line. Pomaga w zrozumieniu podstawowych pojęć chemii fizycznej, nieorganicznej i organicznej.
- ▶ *Orbitron* [12] – wszystko o orbitalach atomowych (wykresy przestrzenne, symulacje, równania). Stronę stworzył dr Mark Winter z University of Sheffield.
- ▶ *ChemPuter* [13] – kalkulatory chemiczne do obliczania składu izotopowego i pierwiastkowego, wydajności reakcji, stopnia utlenienia atomu centralnego w związku kompleksowym itd. Kolejne dzieło dr. Marka Wintera.
- ▶ *The Molecule of the Month* [14] – zbiór ilustrowanych artykułów różnych autorów o interesujących cząsteczkach różnorodnych związków chemicznych. Od stycznia 1996 co miesiąc nowa cząsteczka! Stronę prowadzi dr Paul May z University of Bristol.
- ▶ *Molecules with Silly or Unusual Names* [15] – autorskie dzieło dr. Paula Maya, poświęcone cząsteczkom związków chemicznych o nietypowych nazwach i/lub kształtach.

Inne strony edukacyjne

- *Organic Chemistry Help* [16] – poradnik chemii organicznej (mechanizmy reakcji, interaktywne ćwiczenia, testy, wskazówki laboratoryjne). Stronę sponsoruje Frostburg State University, USA.
- *Chemistry Hypermedia Project* [17] – informator dla studentów, wykładowców i naukowców. Zawiera skrócony kurs podstaw chemii ogólnej, chemii analitycznej i instrumentalnych metod analitycznych.
- *Making Matter* [18] – bogato ilustrowane* kompendium wiedzy o strukturze atomowej ciał stałych, m.in. pierwiastków, prostych związków nieorganicznych, minerałów, zeolitów i nadprzewodników. Dzieło dr. A.W. Hewata z Institut Laue-Langevin w Grenoble.

*Obok zwykłych ilustracji zawiera trójwymiarowe modele struktur, wymagające do ich przeglądania tzw. wtyczki VRML, np. Cortona VRML Client (<http://www.parallelgraphics.com/products/cortona>).

• *Crystal Lattice Structures* [19] – ilustrowany katalog struktur krystalicznych, stworzony przez naukowca z Naval Research Center w USA. Oprócz rysunków zawiera także obszerne dane krystalograficzne, obejmuje 275 typów struktur.

Bazy danych (bezpłatne)

› *NIST Chemistry WebBook* [20] – baza danych National Institute of Standards and Technology (USA) zawierająca dane fizykochemiczne dla kilku tysięcy związków chemicznych, także widma IR, UV-VIS i MS.

› *WebElements* [21] – najczęściej wykorzystywany układ okresowy w Internecie. Jeszcze jedno dzieło dr. Marka Wintera z University of Sheffield. Zawiera wiele informacji o właściwościach fizycznych i chemicznych pierwiastków oraz prostych związków nieorganicznych.

› *ChemIDplus* [22] – firmowana przez National Library of Medicine (USA) baza danych o ponad 360 tys. związków organicznych i nieorganicznych, zawiera m.in. numery CAS oraz wzory strukturalne (2D i 3D).

› *Merck Chemical Databases* [23] – baza danych odczynników oferowanych przez firmę Merck. Zawiera dane fizykochemiczne (m.in. gęstość, temp. topnienia i wrzenia, ciśnienie pary nasyconej, temp. zapłonu, współczynnik załamania, stałą dielektryczną, rozpuszczalność w wodzie).

› *SDBS – Integrated Spectral Data Base System for Organic Compounds* [24], zintegrowana baza widm (IR, UV-VIS, NMR) związków organicznych, udostępniana przez japoński Narodowy Instytut Badań Naukowych.

› *Database of Zeolite Structures* [25] – bazy danych o strukturach zeolitów, prowadzona przez Międzynarodowe Towarzystwo Zeolitowe (IZA). Zawiera m.in. parametry strukturalne, rysunki oraz trójwymiarowe modele.

› *MinCryst - Crystallographic and Crystallochemical Database for Mineral and their Structural Analogues* [26], baza zawierająca dane krystalograficzne ponad 5 tys. minerałów i ich analogów. Dostępne trójwymiarowe rysunki ich struktur.

› *Protein Data Bank* [27] – baza udostępnia dane o strukturach białek, m.in. trójwymiarowe modele cząsteczek.

› *ChemExper* [28] – baza danych o odczynnikach chemicznych. Zawiera połączenia z internetowymi katalogami większości producentów odczynników.

Oprogramowanie chemiczne i obliczenia on-line

• *Chemistry Assistant* [29] – bardzo dobry kalkulator chemiczny. Umożliwia wyliczanie mas molowych, ułatwia obliczenia stechiometryczne oraz przeliczanie stężeń roztworów.

• *ChemSketch* [30] – program przeznaczony do rysowania wzorów strukturalnych i tworzenia trójwymiarowych modeli cząsteczek oraz do rysowania schematów aparatury. Umożliwia także obliczanie m.in. masy cząsteczkowej,

składu procentowego, gęstości, napięcia powierzchniowego i stałej dielektrycznej. Wyposażony w generator nazw systematycznych prostych związków organicznych.

- *Jmol* [31] – interaktywna przeglądarka trójwymiarowych struktur chemicznych (cząsteczek i makrocząsteczek, kryształów, materiałów). Oprogramowanie typu *Open Source* (dostępny kod źródłowy w języku *Java*). Może działać jako samodzielny program na PC albo jako aplet na stronie internetowej, zintegrowany z przeglądarkami stron WWW.
- *F*A*C*T* – *Facility for the Analysis of Chemical Thermodynamics* [32], zakładka *FACT-Web* – oprogramowanie służące do obliczeń termodynamicznych on-line. Umożliwia, np. znalezienie składu równowagowego mieszanin gazów oraz roztworów wodnych.

Katalogi chemicznych stron WWW

- ▶ *Chemdex* [33] – katalog stron WWW związanych z chemią, firmowany przez dr. Marka Wintera z University of Sheffield. Ponad 7000 odsyłaczy!
- ▶ *Links for Chemists* [34] – fragment większego katalogu stron internetowych (WWW Virtual Library) dotyczący chemii, redagowany przez chemików z University of Liverpool. Zawiera ponad 8000 odsyłaczy!
- ▶ *Organic Chemistry Resources Worldwide* [35] – informator o zasobach internetowych z zakresu chemii organicznej.

Serwisy chemiczne

- *ChemCenter* [36] – serwis internetowy Amerykańskiego Towarzystwa Chemicznego (ACS).
- *ChemSoc* [37] – serwis naukowy brytyjskiego Królewskiego Towarzystwa Chemicznego (RSC).

Przykłady wykorzystania zasobów internetowych we własnej pracy dydaktycznej

- ▶ Podstawy chemii – uzgadnianie równań reakcji redoks metodą algebraiczną.

Uzgadnianie równań bardziej skomplikowanych reakcji utleniania i redukcji bywa trudne, gdy nie można jednoznacznie ustalić stopni utlenienia poszczególnych atomów w cząsteczkach reagentów. Tymczasem znajomość stopni utlenienia nie jest w ogóle do tego konieczna. Problem znalezienia współczynników równania można sprowadzić do rozwiązania układu równań liniowych [38]. W praktyce można sprawdzić skuteczność algebraiczną metodą uzgadniania równań reakcji redoks, wykorzystując jeden z kalkulatorów fizykochemicznych stworzonych przez W. Mozę [39].

- ▶ Metody badania materiałów – wizualizacja struktur krystalicznych i systemów mikroporów zeolitów.

Zeolity, czyli krystaliczne mikroporowate glinokrzemiany, stanowią ważną grupę materiałów porowatych ze względu na ich niezwykle właściwości i wynikające z nich szerokie zastosowania (m.in. w roli adsorbentów, katalizatorów i wymienniczy jonowych). Różnorodność struktur zeolitowych (ponad 150) sprawia, że bardzo istotna jest ich odpowiednia wizualizacja, właściwie oddająca symetrię szkieletu krystalicznego oraz połączeń komór i kanałów stanowiących system mikroporów. Baza danych Międzynarodowego Towarzystwa Zeolitowego [40] zawiera m.in. trójwymiarowe, interaktywne modele struktur zeolitowych, udostępniane z wykorzystaniem apletów *Jmol*, które umożliwiają tworzenie własnych obrazów oraz animacji [41].

LITERATURA CYTOWANA

ADRESY STRON INTERNETOWYCH

1. <http://vls.icm.edu.pl/>
2. <http://zatoka.icm.edu.pl/WoS/CIW.cgi>
3. <http://webbook.nist.gov/chemistry/>
4. <http://www.chem.univ.gda.pl/~tomek/>
5. <http://www.pg.gda.pl/chem/Dydaktyka/Analityczna/>
6. <http://www.trimen.pl/witek/chem-leb/>
7. <http://groups.google.pl/group/pl.sci.chemia/topics>
8. <http://chemfan.pg.gda.pl/Archiwum/>
9. <http://www.chem.leeds.ac.uk/delights/>
10. <http://antoine.frostburg.edu/chem/senese/101/index.shtml>
11. <http://www.chemguide.co.uk/>
12. <http://winter.group.shef.ac.uk/orbitron/>
13. <http://winter.group.shef.ac.uk/chemputer/>
14. <http://www.chm.bris.ac.uk/motm/motm.htm>
15. <http://www.chm.bris.ac.uk/sillymolecules/sillymols.htm>
16. <http://www.chemhelper.com/>
17. <http://www.files.chem.vt.edu/chem-ed/>
18. <http://www.ill.eu/sites/3D-crystals/index.html>
19. <http://cst-www.nrl.navy.mil/lattice/>
20. <http://webbook.nist.gov/chemistry/>
21. <http://www.webelements.com/>
22. <http://chem.sis.nlm.nih.gov/chemidplus/>
23. <http://pl.chemdat.info>
24. http://riodb01.ibase.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/cre_index.cgi?lang=eng

25. <http://www.iza-structure.org/databases/>
26. <http://database.iem.ac.ru/mincryst/>
27. <http://www.rcsb.org/pdb/home/>
28. <http://www.chemexper.com/>
29. <http://www.ktf-split.hr/~eni/toys/chemas-e.html>
30. <http://www.acdlabs.com/download/chemsk.html>
31. <http://jmol.sourceforge.net/>
32. <http://www.crct.polymtl.ca/fact/>
33. <http://www.chemdex.org/>
34. <http://www.liv.ac.uk/Chemistry/Links/links.html>
35. <http://www.organicworldwide.net/>
36. <http://portal.acs.org/portal/acs/corg/content>
37. <http://www.rsc.org/chemsoc/>
38. <http://www.chem.univ.gda.pl/~tomek/rowna.htm>
39. <http://www.trimen.pl/witek/kalkulatory/index.html#wspolczynniki>
40. <http://www.iza-structure.org/databases/>
41. <http://www.chemia.uj.edu.pl/~makowski/zeolity.htm>