

Wioletta Nosal  
(red.)

## Propozycje doświadczeń i eksperymentów uczniowskich z działu: *Jednopodstawione pochodne węglowodorów – alkoholi*

Po zapoznaniu się z możliwościami różnych szkół przeprowadzania doświadczeń uznano, że w przypadku szkoły bardzo dobrze wyposażonej w odczynniki i warunki pracy laboratoryjnej można przy realizacji działu wymienionego w tytule wykonać z uczniami co najmniej 12 doświadczeń, które zaprezentowano poniżej:

### **Doświadczenie 1 – Badanie kontrakcji alkoholu z wodą<sup>1</sup>**

Odczynniki: etanol, woda

Sprzęt: 2 cylindry miarowe (250 ml)

Opis doświadczenia: W dwóch cylindrach miarowych odmierzyć po 100 ml etanolu i wody. Przełać wodę do cylindra z alkoholem (etanolem) i wymieszać.

Obserwacje: Po zmieszaniu obu cieczy ich objętość była mniejsza niż suma arytmetyczna objętości tych cieczy przed zmieszaniem i wynosiła nie 200 ml, a ok. 192 ml.

Wnioski: Zjawisko zmniejszania się objętości podczas mieszania cieczy nazywa się kontrakcją. Przyczyną kontrakcji jest możliwość ściślejszego upakowania cząsteczek w mieszaninie dwóch cieczy.

### **Doświadczenie 2 – Odróżnianie alkoholu etylowego od metylowego<sup>2</sup>**

Odczynniki: etanol, metanol, 5% roztwór wodorotlenku potasu KOH, J w KJ

Sprzęt: 2 probówki, pipeta, łaźnia wodna (zlewka z wodą, palnik), statyw

Opis doświadczenia: Do probówek wlać po 1 cm<sup>3</sup> metanolu i etanolu. Do obu dodać 3–4 cm<sup>3</sup> jodu w KJ, a następnie wkraplać bardzo ostrożnie roztwór KOH, aż do zaniku brązowego zabarwienia. Probówki ogrzewać do pojawienia się w jednej nich bladeżółtego zmętnienia (żółtych kryształków).

Obserwacje: W probówce z etanolem pojawia się bladeżółte zmętnienie (żółte kryształki) i wyczuwalny jest ostry zapach, natomiast w probówce z metanolem zmętnienie (żółte kryształki) nie pojawia się.

Wnioski: Etanol, w przeciwieństwie do metanolu, reaguje z jodem rozpuszczonym w jodku potasu. Żółte zmętnienie roztworu (żółte kryształki) i ostry zapach w probówce z etanolem pochodzi od powstającego jodoformu CHJ<sub>3</sub>. Metanol tej reakcji nie ulega.

Reakcja przebiega w trzech etapach, zapis ostateczny przedstawia się następująco:



### **Doświadczenie 3 – Reakcja alkoholi z wodorotlenkiem miedzi (II)<sup>3</sup>**

Odczynniki: gliceryna C<sub>3</sub>H<sub>5</sub>(OH)<sub>3</sub>, etanol C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, 10% roztwór siarczanu (VI) miedzi (II) CuSO<sub>4</sub>, 10% roztwór wodorotlenku sodu NaOH

<sup>1</sup> Barbara Kowal, Zespół Placówek Specjalnych w Legnicy.

<sup>2</sup> Wioletta Nosal, Zespół Szkół im. Jana Pawła II w Rudnej.

<sup>3</sup> Jw.

Sprzęt: 3 probówki, zakraplacz

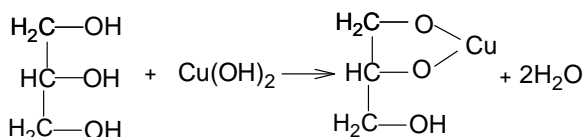
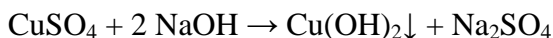
Opis doświadczenia: *przygotowanie odczynnika wodorotlenku miedzi (II)* – Do probówki wlać ok. 4 cm<sup>3</sup> roztworu siarczanu (VI) miedzi (II) i dodawać roztwór wodorotlenku sodu aż do całkowitego wytrącenia wodorotlenku miedzi (II) – powstaje niebieski, galaretowaty osad.

Do jednej probówki wlać 2 cm<sup>3</sup> gliceryny, a do drugiej 2 cm<sup>3</sup> etanolu, następnie do każdej wlać po 2 cm<sup>3</sup> przygotowanego wodorotlenku miedzi (II) i całość mieszać przez wstrząsanie.

Obserwacje: W probówce z etanolem nie obserwujemy rozpuszczania się osadu wodorotlenku miedzi (II), natomiast w probówce z gliceryną powstaje klarowny, szafirowy roztwór.

Wnioski:

Alkohole monohydroksylowe od polihydroksylowych można odróżnić przy pomocy wodorotlenku miedzi (II). Rozpuszcza się on w alkoholach z większą liczbą grup hydroksylowych w cząsteczce (np. w glicerynie). W reakcji z gliceryną powstaje glicerynian miedzi[II].



**Doświadczenie 4 – Chemiczna zapalka**<sup>4</sup> (utlenianie etanolu za pomocą KMnO<sub>4</sub>)

Odczynniki: stężony kwas siarkowy (VI), stężony kwas azotowy (V), kryształki manganianu (VII) potasu, 95% roztwór etanolu (ewentualnie denaturat).

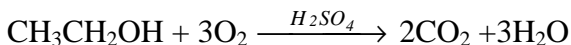
Sprzęt: dwa kroplomierze, parownicza porcelanowa, „zapalka” – długi drut (ok.30 cm), którego koniec owinięty jest watą.

Opis doświadczenia: Do parowniczy wlać kilka kropli kwasu siarkowego (VI), kroplę kwasu azotowego (V) i wrzucić kilka kryształków manganianu (VII) potasu. Końcówkę „zapalki” zanurzyć w etanolu, a następnie ostrożnie dotknąć roztworu znajdującego się w parowniczy. Doświadczenie wykonywać z dala od łatwo palących się przedmiotów.

Obserwacje: Alkohol, którym nasączona jest wata gwałtownie zapala się.

Wnioski:

Zaobserwowany efekt spowodowany jest gwałtownym utlenieniem etanolu przez manganian (VII) potasu; kwasy pełnią tu rolę substancji katalizujących.



<sup>4</sup> Grażyna Gąsiorowska, Zespół Szkół w Niemczy.

**Doświadczenie 5 – Burza w probówce<sup>5</sup>**

Odczynniki: etanol, stężony kwas siarkowy (VI) (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), kryształki manganianu (VII) potasu (KMnO<sub>4</sub>)

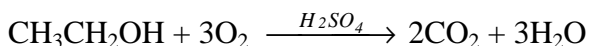
Sprzęt: probówka, łąpa drewniana, bagietka, łyżeczka plastikowa

Opis doświadczenia: Do 1/3 wysokości probówki wlać kwasu siarkowego (VI), następnie powoli po bagietce nalać alkoholu etylowego (do 2/3 wysokości probówki), tak aby nie zmieszał się z kwasem. Dla bezpieczeństwa uchwycić probówkę drewnianą łąpą. Następnie należy wrzucić do probówki kilka kryształków manganianu (VII) potasu i po odczekaniu chwili lekko wstrząsnąć probówką.

Obserwacje: Po kilku sekundach od dodania manganianu (VII) potasu w probówce pojawiają się błyski i trzaski, takie jak podczas burzy.

Wnioski:

Efekt burzy jest skutkiem gwałtownego utleniania etanolu manganianem (VII) potasu, do CO<sub>2</sub>. Kwas siarkowy (VI) pełni rolę katalizatora tej reakcji.

**Doświadczenie 6 – Reakcja etanolu i glicerolu z sodem<sup>6</sup>**

Odczynniki: etanol, glicerol, sól

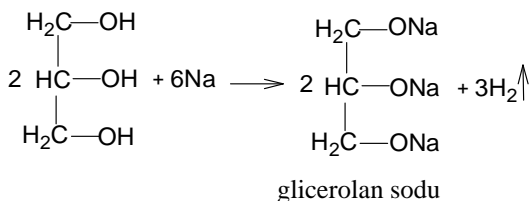
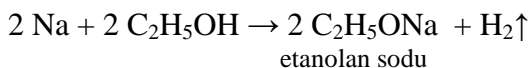
Sprzęt: probówki, korek z rurką zakończoną kapilarą, bibuła, łuczwywko, pipeta

Opis doświadczenia: Do dwóch probówek zawierających po 3 cm<sup>3</sup> bezwodnego etanolu i glicerolu wprowadzić ostrożnie maleńki, osuszony bibułą, kawałek sodu z nafty, w której był przechowywany. Probówkę zatkać korkiem z rurką odprowadzającą. Zapalić wydzielający się gaz.

Obserwacje: W wyniku reakcji etanolu i glicerolu z sodem wydziela się bezbarwny gaz, który zapala się z trzaskiem. Etanol reaguje z sodem gwałtowniej, natomiast w probówce z glicerolem reakcja trwa dłużej.

Wnioski:

Etanol i glicerol reagują z sodem z wydzieleniem wodoru. Etanol zachowuje się jak kwas, podstawieniu sodem ulega tylko atom wodoru grupy hydroksylowej – OH. Powstający produkt ma charakter soli, a wiązanie –O<sup>-</sup> Na<sup>+</sup> jest wiązaniem jonowym. Reakcja z glicerolem trwa dłużej ze względu na obecność trzech grup hydroksylowych.



<sup>5</sup> Agnieszka Kozak, Zespół Szkół Sióstr Salezjanek w Dzierżoniowie, Anetta Kościuk, Szkoła Podstawowa w Dusznikach Zdroju.

<sup>6</sup> Jw.

**Doświadczenie 7 – Rozpuszczalność tłuszczów w alkoholach<sup>7</sup>**

Odczynniki: 10 cm<sup>3</sup> alkoholu etylowego (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH), kawałek masła.

Sprzęt: probówka, statyw, bagietka szklana.

Opis doświadczenia: Do probówki wlać około 10 cm<sup>3</sup> alkoholu etylowego. Wrzucić kawałek masła. Probówkę wstrząsnąć.

Obserwacje: W probówce powstaje klarowny roztwór masła w alkoholu.

Wnioski:

Alkohole są bardzo dobrymi rozpuszczalnikami substancji organicznych, w tym tłuszczu.

**Doświadczenie 8 – Działanie alkoholi monohydroksylowych na białko<sup>8</sup>**

Odczynniki: białko jaja kurzego, etanol (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH), woda destylowana (H<sub>2</sub>O)

Sprzęt laboratoryjny: probówka, statyw, pipeta.

Opis doświadczenia: Niewielką ilość białka jaja kurzego połączyć z wodą destylowaną i umieścić w probówce. Do probówki dodać ok. 2cm<sup>3</sup> etanolu. Probówkę z zawartością lekko wstrząsnąć.

Obserwacje: Po dodaniu alkoholu etylowego galaretowate białko kurze ścięło się i powstał biały, kłaczkowaty osad.

Wnioski: Alkohol etylowy, tak jak wiele innych substancji (sole metali ciężkich, mocne kwasy) zniszczył drugo- i trzeciorzędową strukturę białka. Spowodował nieodwracalny proces denaturacji.

**Doświadczenie 9 – Reakcja kwasu octowego z etanolem<sup>9</sup>**

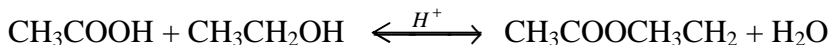
Odczynniki: etanol, kwas octowy, kwas siarkowy (VI) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Sprzęt: 2 probówki, zakraplacz

Opis doświadczenia: Do probówki wlać 1 cm<sup>3</sup> etanolu i tyle samo kwasu octowego oraz kilka kropli kwasu siarkowego (VI). Następnie probówkę ogrzewać przez ok. 3 min. Po zakończeniu ogrzewania zawartość przelać do drugiej probówki z zimną wodą.

Obserwacje: „Naganiając” zapach z probówki ręką wyczuwamy zapach lakieru do paznokci.

Wnioski: W reakcji alkoholi z kwasami karboksylowymi katalizowanej jonami H<sup>+</sup> (bez ich obecności reakcja nie zajdzie) powstają estry. W wyniku estryfikacji etanolu i kwasu octowego powstaje ester – octanu etylu.

**Doświadczenie 10 – Rozróżnianie alkoholi pierwszo- i drugorzędowych i trzeciorzędowych<sup>10</sup>**

Odczynniki: etanol (alkohol I-rzędowy), 2-butanol (alkohol II-rzędowy), t-butanol (alkohol III-rzędowy), roztwór dichromianu potasu K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, stężony kwas siarkowy (VI) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, woda, odczynnik Lucasa (ZnCl<sub>2</sub> w stężonym kwasie solnym).

<sup>7</sup> Agata Pasieczna, Zespół Placówek Resocjalizacyjnych w Brzegu Dolnym.

<sup>8</sup> Irena Michalak, Zespół Szkół w Niemczy.

<sup>9</sup> Wioletta Nosal, Zespół Szkół im. Jana Pawła II w Rudnej.

<sup>10</sup> Grażyna Gąsiorowska, Zespół Szkół w Niemczy.

**Sprzęt:** probówki, zlewka, pipety, menzurki, trójnóg, palnik, korki, statyw do probówek

**Opis doświadczenia:**

a/ Do trzech probówek dodać kolejno: do pierwszej około 2 cm<sup>3</sup> etanolu, do drugiej 2 cm<sup>3</sup>

2-butanolu, do trzeciej 2 cm<sup>3</sup> t-butanolu. Do każdej probówki dodać kilka kropli roztworu dichromianu potasu i 2–3 krople stężonego kwasu siarkowego (VI). Wszystkie probówki ogrzewać w zlewce z gorącą wodą. Obserwować zmianę zabarwienia.

b/ W oddzielnych probówkach z etanolem, 2-butanolem i t-butanolem wykonać próbę z odczynnikiem Lucasa. W tym celu do każdego z badanych alkoholi dodać po 10 cm<sup>3</sup> odczynnika Lucasa w temperaturze 25–27°C. Po zakorkowaniu probówek wstrząsać przez chwilę, a następnie obserwować, czy pojawi się zmętnienie.

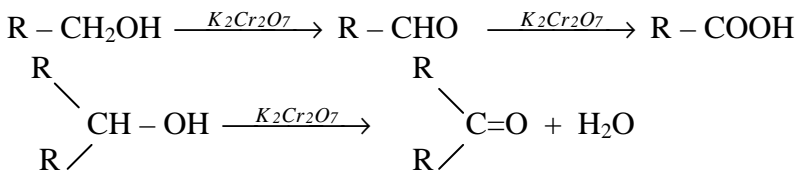
**Obserwacje:**

a/ w części eksperymentu z K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> następuje zmiana zabarwienia z pomarańczowej na zieloną w probówkach z etanolem i 2-butanolem. W probówce z t-butanolem nie obserwujemy zmiany zabarwienia.

b/ w części eksperymentu z odczynnikiem Lucasa obserwujemy szybko powstające zmętnienie w probówce z t-butanolem, a następnie dwie warstwy.

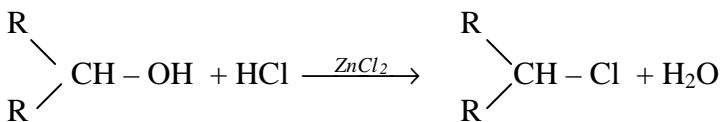
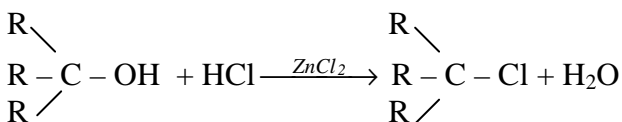
W probówce z 2-butanolem zmętnienie pojawia się dopiero po 5 minutach, a rozwarstwienie po 10 minutach. W probówce z etanolem nie zachodzą żadne widoczne zmiany.

**Wnioski:** Reakcji z dichromianem potasu ulegają tylko alkohole I-rzędowe i II-rzędowe utleniając się (etanol do aldehydu octowego a 2-butanol do ketonu). Alkohole III-rzędowe w tych warunkach nie ulegają utlenieniu.



Dla porównania:

Alkohole III-rzędowe reagują od razu z odczynnikiem Lucasa, alkohole II-rzędowe reagują wolniej, a alkohole I-rzędowe w tych warunkach nie reagują.



Powyższe metody służą do rozróżniania rzędowości alkoholi.

**Doświadczenie 11 – Próba jodoformowa**<sup>11</sup>

Odczynniki: roztwór jodu w KJ, 2-butanon, aceton, 5% NaOH

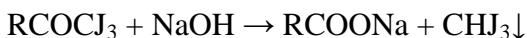
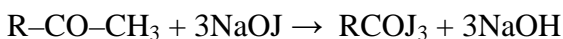
Sprzęt: probówki, statyw do probówek, łaźnia wodna

Opis doświadczenia: W jednej probówce umieścić kilka kropli (około 5) acetonu, a w drugiej 2-butanon (etylo-metyloketon) i dodać 3 cm<sup>3</sup> 5% roztworu NaOH oraz 5–8 kropli roztworu jodu w KJ. Jeżeli po kilku minutach nie wydzielą się osady jodoformu to zawartość probówki ogrzać na łaźni wodnej do 60°C. Jeżeli brunatna barwa zniknie ponownie dodać odczynnika, aż do utrzymania się barwy jodu przez 2 minuty przed ponownym ogrzaniem.

Obserwacje: W probówce z acetonem roztwór początkowo przybiera barwę żółtą i po chwili wypada żółty osad. W probówce z 2-butanonem roztwór początkowo przybiera barwę żółtą i po chwili wpada żółty lub brązowy osad.

Wnioski:

Podjodyn sodu utlenia niektóre alkohole II-rzędowe do metyloketonów, które w wyniku dalszej reakcji tworzą jodoform. W roztworach alkalicznych dysproporcjonowanie halogenów przebiega szybko.



Uwaga: Niektóre metyloketony reagują powoli. W takim przypadku zaleca się używanie 3–4-krotnego nadmiaru odczynnika.

**Doświadczenie 12 – Odbarwianie denaturatu węglem aktywnym**<sup>12</sup>

Odczynniki: denaturat, węgiel aktywny

Sprzęt: erlenmeyerki, lejek, sączek

Opis doświadczenia: Przygotować erlenmeyerkę z lejkiem i sączkiem. Rozdrobniony węgiel aktywny umieścić na sączku, tak aby sięgał do ok. ½ jego wysokości. Przez tak przygotowany sączek, przesączyć denaturat (ok. 20 cm<sup>3</sup>). Czynność powtórzyć aż do zaniku barwy denaturatu.

Obserwacje: Można zaobserwować odbarwienie denaturatu. Jest to związane z adsorpcją barwnika na rozwiniętej powierzchni węgla aktywnego. Powierzchnia węgla jest duża, dzięki temu następuje oczyszczenie denaturatu.

Wnioski:

Tak odbarwiony denaturat jest nadal toksyczny, a więc w żadnym przypadku nie nadaje się do celów spożywczych, ponieważ pozostały w nim dalej bezbarwne domieszki trujące.

*Literatura:*

*Modyfikacja własna doświadczeń opisanych w:*

1. S. Żywicki; 24 stycznia 2005; [www.man.ludz.pl/listy/chemfan/2005/01/0086.html](http://www.man.ludz.pl/listy/chemfan/2005/01/0086.html)  
[www.dami.pl/~chemia/liceum14/organiczna8.htm](http://www.dami.pl/~chemia/liceum14/organiczna8.htm),

<sup>11</sup> Agnieszka Kozak, Zespół Szkół Sióstr Salezjanek w Dzierzoniowie; Anetta Kościuk, Szkoła Podstawowa w Dusznikach Zdroju.

<sup>12</sup> Izabela Komarnicka, Gimnazjum w Rui.

- <http://swisty.republika.pl/#ALKOHOLE>
2. *Instrukcja do ćwiczeń – alkohole*, UWr., Wydział Chemii, 2006, s. 4.
  3. E.J. Matusiewicz, *Chemia*, WSiP, Warszawa 1995, s. 305.
  4. H. Gulińska, J. Haładuda, J. Smolińska, *Ciekawa chemia (poradnik, program)*, część 1, WSiP, Warszawa 2006, s. 76, 77.
  5. [www.chemia.px.pl/roznosci/doswiadczenia.html#burza](http://www.chemia.px.pl/roznosci/doswiadczenia.html#burza), 20. 10. 2006 r.
  6. *Instrukcja do ćwiczeń – alkohole*, UWr., Wydział Chemii, 2006, s. 3, 5.
  7. B. Kałuża, A. Reych, *Chemia organiczna – podręcznik dla Gimnazjum cz.2*, „Żak” Wydawnictwo Edukacyjne, Warszawa 2000, s. 44.
  8. B. Kałuża, A. Reych, *Chemia organiczna – podręcznik dla Gimnazjum cz.2*, „Żak” Wydawnictwo Edukacyjne, Warszawa 2000, s. 45.
  9. I. Jedynek, J. Kulig, A. Turkowska-Horodyska, *Doświadczenia chemiczne dla Gimnazjalisty*, MAC-Edukacja, Kielce 2001, s. 76.
  10. I. Małunowicz, *Własności prostych związków organicznych i ich identyfikacja (Przewodnik do ćwiczeń)*, Skrypty AR Wrocław, 1981, s. 49, 50.
  11. *Instrukcja do ćwiczeń – alkohole*, UWr., Wydział Chemii, 2006, s. 8.
  12. [www.zdobienie.art.pl/lakiery.htm](http://www.zdobienie.art.pl/lakiery.htm), [www.man.lodz.pl/LISTY/CHEMFAN/2004/08/0020.html](http://www.man.lodz.pl/LISTY/CHEMFAN/2004/08/0020.html)