

# Słoneczna Chemia

chemia jest w nas i wokół nas

**Skrypt dla nauczycieli**

zgodny z nową podstawą programową MEN

**CHEMIA IV etap edukacyjny – zakres podstawowy**





Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego  
Redakcja miesięcznika CHEMIK nauka • technika • rynek

# Słoneczna Chemia

chemia jest w nas i wokół nas

**Skrypt dla nauczycieli**  
zgodny z nową podstawą programową MEN  
CHEMIA IV etap edukacyjny – zakres podstawowy

**Koordynatorzy Projektu Słoneczna Chemia**

Prof. dr hab. inż. Jacek Kijeński  
Prof. dr hab. inż. Stefan Zieliński  
Mgr inż. Anna Czumak-Bieniecka

**Wydawca**

ZW CHEMPRESS-SITPChem  
Redakcja miesięcznika CHEMIK nauka • technika • rynek  
44-100 Gliwice, ul. Górnych Wałów 25  
[www.miesiecznikchemik.pl](http://www.miesiecznikchemik.pl)

**Redakcja**

Mgr inż. Anna Czumak-Bieniecka  
Dr inż. Maria Jamróz-Piegza  
Mgr Danuta Bonczar

**Współpraca merytoryczna**

mgr Ewa Trybalska  
mgr Aleksandra Pyzik

**Projekt graficzny**

Anita Homan  
Maria Jamróz-Piegza

**Projekt okładki i skład komputerowy**

Aricco Studio Poligrafii  
Anita Homan  
[www.aricco.pl](http://www.aricco.pl), [studio@aricco.pl](mailto:studio@aricco.pl)

**Wykonanie i realizacja prezentacji multimedialnej**

Żaneta Kalbrun, Radosław Kuczyński  
[www.pogotowie.gliwice.pl](http://www.pogotowie.gliwice.pl)

**Druk**

Zakład Poligraficzno-Wydawniczy SITPChem; Gliwice 44-100, ul. Plebiscytowa 1

**Copyright**

©ZW CHEMPRESS-SITPChem

Wydanie publikacji dofinansowano ze środków MNiSW  
umowa nr 902/DWB/P/2009 z 02.12.2009  
uzyskanych przez Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego



**„...Bez chemii nie byłoby wielu pięknych zdarzeń w historii świata, nie byłoby sztuki druku, ani otrzymywania papieru, ani tkanin; nie powstałyby wielkie dzieła malarstwa, ani nie przetrwałaby myśl i doświadczenie wielu uczonych i badaczy. Nie byłoby budowania, ani zapisu informacji... Świat byłby szary, smutny, zimny i głodny...”**

Przed Państwem skrypt i prezentacje multimedialne – spójne z nową podstawą programową MEN – opracowane na podstawie dorobku projektu Słoneczna Chemia – działań podjętych przez Radę Programową miesięcznika CHEMIK nauka•technika•rynek i Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego. Najważniejszym celem Projektu było sformułowanie argumentów w dyskusji o roli i znaczeniu chemii we wszystkich dziedzinach współczesnego życia oraz w rozwoju cywilizacyjnym świata. Chemia jest wszechobecna, a jako zespół, wielki obszar zjawisk, istniała zawsze. Realizacja Projektu Słoneczna Chemia ma skrócić społeczeństwu drogę do zrozumienia rzeczywistej roli człowieka w świecie.

Projekt Słoneczna Chemia przyniósł wielorakie narzędzia do spełniania założonych celów – a wiele z nich adresujemy do młodzieży i nauczycieli chemii na różnym poziomie kształcenia.

Z satysfakcją oferujemy Państwu niniejszy skrypt, w którym skupiony jest dorobek Projektu Słoneczna Chemia, specjalnie dla młodzieży. Łącznie z prezentacją multimedialną z pewnością zaciekawie, zaintryguje, pomoże w poznawaniu i nauczaniu chemii.

Skrypt zawiera treści z publikacji z miesięcznika CHEMIK, z książki „Słoneczna Chemia – chemia jest w nas i wokół nas” oraz z kwartalnika CHEMIKlight, ułożone zgodnie z nową podstawą programową – CHEMIA IV – etap edukacyjny – zakres podstawowy ([www.reformaprogramowa.men.gov.pl](http://www.reformaprogramowa.men.gov.pl)).

Artykuły zawarte w skrypcie, pytania, krzyżówki i quizy oraz prezentacje multimedialne pozwolą na urozmaicenie lekcji chemii i pomogą młodzieży utrwalić najważniejsze przesłanie Słonecznej Chemii: chemia ma pierwszorzędą rolę w rozwiązywaniu problemów cywilizacyjnych we wszystkich dziedzinach nauki i techniki.

*Życzymy wielu ciekawych lekcji chemii. I – niech nauka chemii lekką będzie...:)*

Redakcja

**Odpowiedzi na pytania zawarte w skrypcie znajdziecie Państwo na [www.miesiecznikchemik.pl](http://www.miesiecznikchemik.pl) zakładka Słoneczna Chemia.**

# Spis treści

## Podstawa programowa – CHEMIA IV etap edukacyjny – zakres podstawowy

Cele kształcenia – wymagania ogólne .....	5
Treści nauczania – wymagania szczegółowe .....	6

### I. WYKORZYSTANIE, PRZETWARZANIE I TWORZENIE INFORMACJI

• Chemia jest nauką interdyscyplinarną i ma ogromne znaczenie w wielu innych dziedzinach – Profesor Marian TANIEWSKI.....	9
• Kiedy identyczne oznacza identyczne – dr Marta KIJEŃSKA.....	11
• I.1. Chemia buduje – Profesor Lech CZARNECKI .....	14
• I.2. Dlaczego proszek pierze a mydło myje? – dr inż. Maria JAMRÓZ-PIEGZA, Paulina MAKSYM .....	15
• I.3. Chemia i farmacja bliżej natury, czyli jak przedłużyć życie w zdrowiu – Profesor Iwona WAWER.....	17
• I.4. Chemia zażegnała widmo głodu na świecie. Żywność – Nawozy – Profesor Mariusz FOTYMA .....	20
• I.5. Czarne złoto i nie tylko... – Delfina WICHARY.....	22
• I.6. Dwunasty zawodnik – chemia – mgr inż. Michał TOMAN .....	25
• Cztery stany skupienia	
- Gazy – ocean życia - Delfina WICHARY.....	26
- Co kryje się w kropli? – Katarzyna KRUKIEWICZ.....	27
- Język ciała... stałego – Dagmara WÓJTOWICZ.....	28
- Niezwykły świat materii – Katarzyna KRUKIEWICZ.....	29

### II. ROZUMOWANIE I ZASTOSOWANIE NABYTEJ WIEDZY DO ROZWIĄZYWANIA PROBLEMÓW

• II. 1. Krzem – ogniwo łączące szklaną szybę, procesor komputera i implanty piersi... Dariusz WITOSZYŃSKI.....	31
• II. 1. Jak zbudować zamek – poradnik praktyczny – Dagmara WÓJTOWICZ.....	31
• II. 2. Jak działają kremy przeciwzmarszczkowe? – Barbara FILAK.....	34
• II. 2. Leczy, czy szkodzi? – piękne trucizny – Iwona KRZYŻEWSKA.....	35
• II. 3. Dr Jekyll i Mr Hyde – fakty o dopingu – Marcin KAŁUŻA, Paweł JURAK .....	
• II. 3. Nie istnieją bezpieczne leki, są jedynie bezpieczne sposoby ich używania – Dagmara WÓJTOWICZ.....	38
• II. 3. Pragnienie nie ma szans – Barbara FILAK.....	39
• II. 3. Dlaczego czekolada się nie psuje? – Piotr KOCIOŁEK .....	42
• II. 4. Chemia gleby – Katarzyna KRUKIEWICZ.....	44
• II. 5. Samochód na wodę – Marcin KAŁUŻA .....	46
• II. 5. Czym się różni paliwo od biopaliwa ? – Natalia WARZECHA .....	47
• II. 6. Czy polimer może być inteligentny? – Maria JAMRÓZ-PIEGZA, Marcin ROMANOWSKI .....	48
• II. 6. Istota klejenia, czyli dlaczego klej klei? – Jarosław KABIESZ .....	50
• II. 6. Sztuczne nici, czyli mały-wielki krok dla ludzkości – Marcin GIBEK .....	51

### III. OPANOWANIE CZYNNOŚCI PRAKTYCZNYCH

Z życia Chemika-Empiryka! – Dariusz WITOSZYŃSKI, Janusz BEŁZOWSKI, Łukasz SPORNY, Dominika PANEK

• Katalityczny rozkład nadtlenu wodoru, alternatywa do ogrzewania manganianu(VII) potasu .....	53
• Działanie roztworem wodorotlenku sodu na glin .....	53
• „Amoniak”, czyli wodorowęglan amonu (kwaśny węglan amonu) .....	53
• Wężę faraona .....	55
• Chemiluminescencja luminolu.....	55
• Samozapłon gliceryny .....	56
• Kropla wody – zapalką! .....	56

# CHEMIA – IV etap edukacyjny – zakres podstawowy

## PODSTAWA PROGRAMOWA

### Cele kształcenia wymagania ogólne

#### I. Wykorzystanie, przetwarzanie i tworzenie informacji

Uczeń korzysta z chemicznych tekstów źródłowych, pozyskuje, analizuje, ocenia i przetwarza informacje pochodzące z różnych źródeł, ze szczególnym uwzględnieniem mediów i Internetu.

#### II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów

Uczeń zdobywa wiedzę chemiczną w sposób badawczy – obserwuje, sprawdza, weryfikuje, wnioskuje i uogólnia; wykazuje związek składu chemicznego, budowy i właściwości substancji z ich zastosowaniami; posługuje się zdobytą wiedzą chemiczną w życiu codziennym w kontekście dbałości o własne zdrowie i ochrony środowiska naturalnego.

#### III. Opanowanie czynności praktycznych

Uczeń bezpiecznie posługuje się sprzętem laboratoryjnym i odczynnikami chemicznymi; projektuje i przeprowadza doświadczenia chemiczne.

Na IV etapie edukacyjnym uczeń uzupełnia podstawowe wiadomości i umiejętności o zagadnienia dotyczące obecności chemii w naszym życiu codziennym. Dobór treści pozwala na rozbudzenie zainteresowania chemią nawet tych uczniów, dla których do tej pory była ona dziedziną trudną, nieprzydatną, oderwaną od rzeczywistości. Zakres treści nauczania stwarza wiele możliwości pracy metodą projektu edukacyjnego (szczególnie o charakterze badawczym), metodą eksperymentu chemicznego lub innymi metodami aktywizującymi, co pozwoli uczniom na pozyskiwanie i przetwarzanie informacji na różne sposoby i z różnych źródeł. Samodzielna obserwacja ucznia jest podstawą do przeżywania, wnioskowania, analizowania i uogólniania zjawisk, stąd bardzo duża rola eksperymentu w realizacji powyższych treści.

# Treści nauczania

## wymagania szczegółowe

### 1. Materiały i tworzywa pochodzenia naturalnego

#### Uczeń:

- bada i opisuje właściwości  $\text{SiO}_2$ ; wymienia odmiany  $\text{SiO}_2$  występujące w przyrodzie i wskazuje na ich zastosowania;
- opisuje proces produkcji szkła; jego rodzaje, właściwości i zastosowania;
- wymienia surowce do produkcji wyrobów ceramicznych, cementu, betonu;
- opisuje rodzaje skał wapiennych (wapień, marmur, kreda), ich właściwości i zastosowania; projektuje wykrycie skał wapiennych wśród innych skał i minerałów; zapisuje równania reakcji;
- zapisuje wzory hydratów i soli bezwodnych ( $\text{CaSO}_4$ ,  $(\text{CaSO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  i  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ); podaje ich nazwy; opisuje różnice we właściwościach hydratów i substancji bezwodnych; przewiduje zachowanie się hydratów podczas ogrzewania i weryfikuje swoje przewidywania poprzez doświadczenie; wymienia zastosowania skał gipsowych; wyjaśnia proces twardnienia zaprawy gipsowej (zapisuje odpowiednie równanie reakcji);
- wyjaśnia pojęcie alotropii pierwiastków; na podstawie znajomości budowy diamentu, grafitu i fullerenów tłumaczy ich właściwości i zastosowania.

### 2. Chemia środków czystości

#### Uczeń:

- opisuje proces zmydlania tłuszczów; zapisuje (słownie) przebieg tej reakcji;
- wyjaśnia, na czym polega proces usuwania brudu, i bada wpływ twardości wody na powstawanie związków trudno rozpuszczalnych; zaznacza fragmenty hydrofobowe i hydrofilowe we wzorach cząsteczek substancji powierzchniowo czynnych;
- tłumaczy przyczynę eliminowania fosforanów(V) ze składu proszków (proces eutrofizacji);
- wskazuje na charakter chemiczny składników środków do mycia szkła, przetykania rur, czyszczenia metali i biżuterii w aspekcie zastosowań tych produktów; stosuje te środki z uwzględnieniem zasad bezpieczeństwa; wyjaśnia, na czym polega proces usuwania zanieczyszczeń za pomocą tych środków;
- opisuje tworzenie się emulsji, ich zastosowania; analizuje skład kosmetyków (na podstawie etykiety kremu, balsamu, pasty do zębów itd.) i wyszukuje w dostępnych źródłach informacje na temat ich działania.

### 3. Chemia wspomaga nasze zdrowie. Chemia w kuchni

#### Uczeń:

- tłumaczy, na czym mogą polegać i od czego zależeć lecznicze i toksyczne właściwości substancji chemicznych (dawka, rozpuszczalność w wodzie, rozdrobnienie, sposób przenikania do organizmu) aspiryny, nikotyny, alkoholu etylowego;
- wyszukuje informacje na temat działania składników popularnych leków (np. węgla aktywowanego, aspiryny, środków neutralizujących nadmiar kwasów w żołądku);
- wyszukuje informacje na temat składników napojów dnia codziennego (kawa, herbata, mleko, woda mineralna, napoje typu cola) w aspekcie ich działania na organizm ludzki;
- opisuje procesy fermentacyjne zachodzące podczas wyrabiania ciasta i pieczenia chleba, produkcji wina, otrzymywania kwaśnego mleka, jogurtów, serów; zapisuje równania reakcji fermentacji alkoholowej i octowej;
- wyjaśnia przyczyny psucia się żywności i proponuje sposoby zapobiegania temu procesowi; przedstawia znaczenie i konsekwencje stosowania dodatków do żywności w tym konserwantów.

### 4. Chemia gleby

**Uczeń:**

- a. tłumaczy, na czym polegają sorpcyjne właściwości gleby; opisuje wpływ pH gleby na wzrost wybranych roślin; planuje i przeprowadza badanie kwasowości gleby oraz badanie właściwości sorpcyjnych gleby;
- b. podaje przykłady nawozów naturalnych i sztucznych, uzasadnia potrzebę ich stosowania;
- c. wymienia źródła chemicznego zanieczyszczenia gleb oraz podstawowe rodzaje zanieczyszczeń (metale ciężkie, węglowodory, pestycydy, azotany); proponuje sposoby ochrony gleby przed degradacją.

### 5. Paliwa – obecnie i w przyszłości

**Uczeń:**

- a. podaje przykłady surowców naturalnych wykorzystywanych do uzyskiwania energii (bezpośrednio i po przetworzeniu);
- b. opisuje przebieg destylacji ropy naftowej i węgla kamiennego; wymienia nazwy produktów tych procesów i uzasadnia ich zastosowania;
- c. wyjaśnia pojęcie liczby oktanowej (LO) i podaje sposoby zwiększania LO benzyny; tłumaczy, na czym polega kraking oraz reforming i uzasadnia konieczność prowadzenia tych procesów w przemyśle;
- d. proponuje alternatywne źródła energii – analizuje możliwości ich zastosowań (biopaliwa, wodór, energia słoneczna, wodna, jądrowa, geotermalne itd.);
- e. analizuje wpływ różnorodnych sposobów uzyskiwania energii na stan środowiska przyrodniczego.

### 6. Chemia opakowań i odzieży

**Uczeń:**

- a. podaje przykłady opakowań (celulozowych, szklanych, metalowych, sztucznych) stosowanych w życiu codziennym; opisuje ich wady i zalety;
- b. klasyfikuje tworzywa sztuczne w zależności od ich właściwości (termoplasty i duroplasty); zapisuje równania reakcji otrzymywania PVC; wskazuje na zagrożenia związane z gazami powstającymi w wyniku spalania się PVC;
- c. uzasadnia potrzebę zagospodarowania odpadów pochodzących z różnych opakowań;
- d. klasyfikuje włókna na naturalne (białkowe i celulozowe), sztuczne i syntetyczne, wskazuje ich zastosowania; opisuje wady i zalety; uzasadnia potrzebę stosowania tych włókien;
- e. projektuje doświadczenie pozwalające zidentyfikować włókna białkowe i celulozowe, sztuczne i syntetyczne.



# Chemia jest nauką interdyscyplinarną i ma ogromne znaczenie w wielu innych dziedzinach

Analiza roli i zadań szeroko pojętej chemii wskazuje, że zajmuje ona wśród innych dziedzin nauki i praktyki szczególną pozycję. Jest ona następstwem oczywistego faktu, iż człowiek i wszystko, co nas otacza, a więc cała przyroda ożywiona i nieożywiona, cały świat, wszystkie produkty i zjawiska, stanowią wielkie laboratorium przemian chemicznych. Nie jest więc, z pewnością, złudzeniem ani profesjonalną megalomanią chemików pogląd, akceptowany zresztą przez szerokie kręgi socjologów, filozofów, ekonomistów i innych, iż chemia, technologia chemiczna i oparty głównie na ich osiągnięciach przemysł chemiczny (oraz przemysły pokrewne), mają i mieć będą zawsze do spełnienia szczególną pozawczą i cywilizacyjną misję.

Nic zatem dziwnego, iż swoje znane dwutomowe dzieło-podręcznik, wydane jeszcze w końcu lat 70. ub.w. (i wznawiane później wielokrotnie), amerykańscy autorzy T. L. Brown i H. E. LeMay, Jr. zatytułowali „Chemistry – The Central Science”, a w tekście napisali „Chemia jest centralną, fundamentalną nauką, ściśle związaną z niemal każdym przejawem naszych kontaktów z materialnym światem, a także stanowi nierozdzielny element ogólnoludzkiej kultury”. Znaczące scientometryczne argumenty wspierające tezę o centralnej pozycji chemii wśród nauk (główni współcześni konkurenci to matematyka i biochemia) znaleźć można w literaturze. Nie dziwi opinia laureata Nagrody Nobla Arthura Kornberga, iż „Chemia jest *lingua franca* medycyny i biologii. Życie to tylko chemia, w istocie mały przykład chemii na pojedynczej planecie świata”. Nie może również dziwić zachwyt laureata Nagrody Nobla Prof. Sir Cyrila N. Hinshelwooda, kiedy oświadcza: „Chemia: to wspaniałe dziecko intelektu i sztuki”, a także pogląd innego laureata Nagrody Nobla Richarda R. Ernsta, który pisze: „Przemysł chemiczny jest dzisiaj głównym filarem ludzkiej cywilizacji i kultury. Bez przemysłu chemicznego, społeczność ludzka, w jej obecnych i przyszłych formach, jest nie do pomyślenia” lub wreszcie opinia filozofa nauki Evandro Agazzi’ego, który stwierdza: „Chemia tworzy substancje z nowymi właściwościami, tworzy świat” i podobne poglądy wyrażane przez wielu, wielu innych. Trzeba jednak wspomnieć, że wśród niektórych filozofów nauki i fizyków zdarzają się również opinie, które przy pełnej akceptacji niezwyklej roli chemii i jej produktów, cechuje skłonność do redukcjonowania roli chemii jako nauki do zawartych w niej praw i zjawisk fizyki. Polemikę z takimi poglądami można znaleźć w wielu publikacjach, zwłaszcza autorstwa filozofów chemii.

Do dyscyplin naukowych i dziedzin nauki w sposób szczególny powiązanych z obszarem chemii i technologii chemicznej i odgrywających istotną rolę przy powstawaniu i rozwijaniu procesu technologicznego, a także doskonaleniu produktu, należą m.in. fizyka, matematyka, termodynamika, kinetyka chemiczna, kataliza, chemia i fizyka zjawisk międzyfazowych, elektronika, biotechnologia, inżynieria materiałowa, nanochemia i nanotechnologia oraz szereg innych, w tym również działy i obszary szczególnie znaczące dla rozwoju i powiększania skali procesu technologicznego, jego intensyfikacji, optymalizacji i integracji, takie jak wiedza o operacjach jednostkowych i projektowaniu procesowym, teoria i technologia reaktorów, nauka o zjawiskach transportu, fizyka ciała stałego, kontrola procesowa, ochrona środowiska, analiza ekonomiczna i niektóre inne. Poszerzają się wspólne obszary technologii chemicznej, chemii i nauk biologicznych (zwłaszcza w dziedzinie biotechnologii przemysłowej, surowców i produktów naturalnych łatwo ulegających biodegradacji i niestanowiących zagrożenia mutagennością, przemysłowych enzymów i in.) oraz wspólne obszary chemii, technologii chemicznej i nauki o materiałach (w dziedzinie badań i wytwarzania różnorodnych, nowoczesnych, często niezwykle i „inteligentnych” materiałów).

**W zakresie zapewnienia wyżywienia i zdrowia ludzkości**, w warunkach przewidywanego znacznego przyrostu ludności świata – chemia będzie współdziałać w wysiłkach zmierzających do koniecznego zwiększenia wydajności i poprawy jakości plonów i hodowli, gwarancji czystej wody i zdrowej żywności oraz opanowania głównych współczesnych chorób i plag (w tym chorób nowotworowych, neurodegeneracyjnych i in.), poprzez postęp w produkcji agrochemikaliów, chemikaliów paszowych i żywnościowych, półproduktów farmaceutycznych i leków, środków higieny itd. W tym zakresie nauki chemiczne będą nadal współdziałać z naukami rolniczymi, medycyną, farmacją, chemią fizjologiczną, biochemią, biologią molekularną i biotechnologią, molekularnym modelowaniem i innymi.

**W zakresie zaspokajania energetycznych potrzeb ludzkości i racjonalnego gospodarowania światowymi zasobami surowców, zwłaszcza tych, które ulegają szybkiemu wyczerpaniu** – chemia będzie współdziałać w doskonaleniu metod pozyskiwania, przerobu i oszczędnego gospodarowania zasobami kopalnych nośników energii i surowców chemicznych. W tym obszernym zakresie, nauki chemiczne będą nadal współdziałać z energetyką, górnictwem węgla, ropy i gazu, geologią i geochemią, mineralogią, metalurgią i hydrometalurgią i innymi. Oczywiście, odrębną koniecznością będzie wprowadzanie coraz bardziej energooszczędnych metod samej produkcji chemicznej, co jest szczególnie istotne wobec dość wysokiej dotychczasowej energochłonności tej produkcji.

**W zakresie dostarczania coraz doskonalszych materiałów i półfabrykatów umożliwiających niezbędny rozwój innych obszarów techniki i codziennego życia** (budownictwa, transportu, gospodarstwa domowego, produkcji odzieży, elektroniki, medycyny i wszystkich innych obszarów bez wyjątku) – chemia będzie odgrywać decydującą rolę w produkcji udoskonalonych i nowych polimerów masowych i wyspecjalizowanych o pożądanych strukturach i właściwościach, tworzyw konstrukcyjnych, nanomateriałów nieorganicznych, polimerowych i nanokompozytów, elastomerów, włókien syntetycznych, metali i ich związków, komponentów i środków pomocniczych, chemii gospodarczej oraz wielu innych materiałów, często o szczególnej czystości, wyrafinowanych właściwościach lub specjalnym przeznaczeniu. Podstawę dla nowej produkcji stanowić będzie rozwój chemii i technologii polimerów, chemii supramolekularnej, katalizy i nauki o powierzchni, koloidów, ceramiki, a także znakomity rozwój syntezy organicznej i opartej na niej produkcji małej i średniotonażowej i in. Niezbędne będzie dalsze współdziałanie z inżynierią materiałową, nanotechnologią, biomimetyką, biotechnologią i innymi.

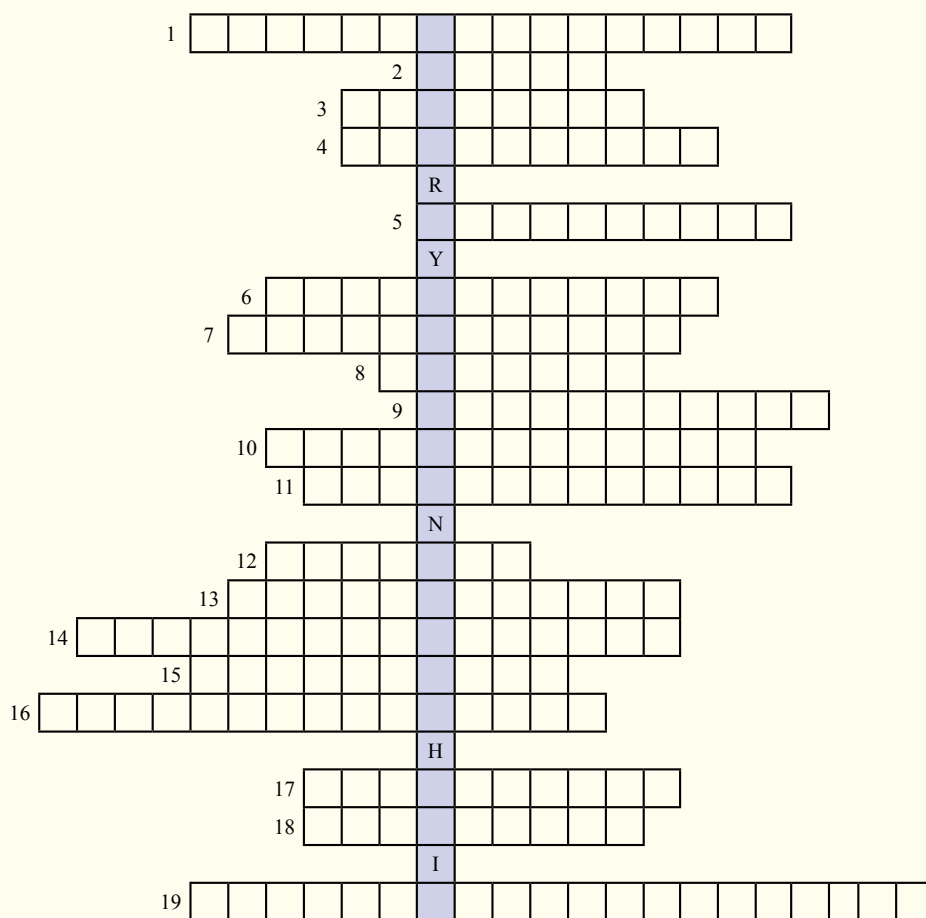
**W zakresie zapobiegania i eliminacji zanieczyszczeń środowiska** – chemia odgrywa i będzie nadal odgrywać zasadniczą rolę w kompleksowej ochronie środowiska naturalnego, zarówno poprzez wprowadzanie u siebie małopodpadowych i bezodpadowych, bezemisyjnych technologii, nowoczesnej gospodarki wodno-ściekowej, produkcji biodegradowalnych materiałów itp., jak i przede wszystkim

## I. Wykorzystanie, przetwarzanie i tworzenie informacji

przez podjęcie się pełnienia centralnej roli w walce z zanieczyszczeniami środowiska powodowanymi przez inne obszary działalności człowieka, na drodze chemicznych i fizykochemicznych metod i środków ochrony i profilaktyki, unieszkodliwiania i utylizacji szkodliwych emisji (w tym gazów cieplarnianych), ścieków, odpadów oraz zużytych („poużytkowych”) wyrobów i wreszcie szerzej, poprzez rozwój chemii środowiska, obejmującej atmosferę, środowisko ziemskie, oceany i studia nad zachodzącymi i nadchodzącymi zmianami globalnymi. W tym zakresie niezbędne będzie dalsze współdziałanie z inżynierią środowiska, geografią fizyczną (w tym hydrologią, klimatologią i in.), energetyką, biologią, medycyną, rolnictwem, leśnictwem i innymi.

Pokonanie tych i innych cywilizacyjnych zagrożeń powinno uczynić świat znośnym dla zdrowego i godnego życia przyszłych pokoleń. Udziału chemii w rozwiązywaniu globalnych problemów świata nie da się niczym zastąpić. Globalnym wyzwaniem XXI wieku, ale także wielu zadaniom o charakterze lokalnym i szczegółowym, będą musiały sprostać nauki chemiczne przyjmując proekologiczną strategię własnego rozwoju oraz rozwoju przemysłu chemicznego i wprowadzając nowe zaawansowane technologie i nowe materiały wywierające korzystny wpływ na jakość życia.

### Krzyżówka do tekstu źródłowego:



1. Jeden z wymogów stosowanych wobec przemysłu chemicznego; trudny do spełnienia w czasach ostrej konkurencji
2. „Nigdy nie rozwiązuje problemu bez stworzenia dziesięciu nowych” – G. Shaw
3. Jedna z dziedzin, w której znakomicie rozwijają się graniczne obszary chemii i technologii chemicznej
4. Społeczna niechęć i strach przed chemią
5. Samodzielna dyscyplina danej nauki
6. B.....-postać ważna dla polskiej chemii
7. Między innymi na ich potrzeby przemysł chemiczny produkuje materiały w średniej/małej ilości
8. Tymi procesami zajmuje się biochemia
9. Stanowią znaczną część produktów wytwarzanych przez przemysł chemiczny
10. Jedno z największych zagrożeń cywilizacyjnych XXI wieku
11. Proces wyodrębniania poszczególnych działów danej nauki i przeistaczania się ich w samodzielne dyscypliny
12. Otrzymuje się z niej przyjazne dla środowiska paliwa
13. Rodzaj energii, uzyskiwany ze źródeł odnawialnych
14. Dodatkowe wyzwanie stojące przed przemysłem chemicznym. Jego realizacją jest np. „zielona chemia”
15. Poddawane są jej szkodliwe emisje (np. emisja gazów cieplarnianych)
16. W Międzynarodowym Roku Chemii przypada 100-lecie uzyskania przezeń Nagrody Nobla
17. Starogrecki filozof przyrody
18. Przemysł oparty głównie na osiągnięciach chemii i technologii chemicznej
19. Cechuje zrównoważone technologie

## Kiedy identyczne oznacza identyczne

Jedna z zasad chemii mówi, że cząsteczki zbudowane z tych samych atomów, połączonych w dokładnie ten sam sposób, są identyczne i mają identyczne właściwości. Innymi słowy, cząsteczka wody powstała podczas całkowitego spalania węglowodorów jest identyczna z cząsteczką wody powstałą na skutek syntezy z mieszaniny wodoru i tlenu – mają taką samą budowę, taką samą charakterystykę, wykazują takie same właściwości fizyczne. Obecnie dysponujemy rozwiniętymi metodami analitycznymi, pozwalającymi określić budowę cząsteczki – pomagają nam w tym zwłaszcza przeróżne metody spektroskopowe. W czasach, kiedy ich nie było, chemik organik, który zsyntetyzował jakiś związek, musiał porównać jego właściwości fizyczne z właściwościami związku wzorcowego i dopiero udowadniając identyczność właściwości fizycznych (m.in. temperatura topnienia) udawadniał, że nową metodą otrzymał znany związek.

Co dzisiaj w praktyce oznacza identyczność właściwości i do czego może się przydać, można pokazać na przykładzie aromatów waniliowych. Naturalny ekstrakt z wanilii (*Vanilla planifolia*) jest mieszaniną kilkuset różnych związków. Waniolina jest jednym z głównych składników aromatu wanilii. Z powodu wysokiej ceny zamiast naturalnego ekstraktu z wanilii w przemyśle spożywczym i kosmetycznym używana jest właśnie waniolina, głównie syntetyczna. Wyczuwalna różnica smaku między wanioliną a ekstraktem z wanilii bierze się nie z tego, że waniolina otrzymywana jest syntetycznie, w przeciwieństwie do tej znajdującej się w ekstrakcie wanilii, a właśnie z nieobecności tych setek innych związków, wnoszących swoje do smakowych i zapachowych właściwości ekstraktu z wanilii. Innymi słowy – jeśli już decydujemy się na tańszy odpowiednik wanilii, a mianowicie waniolinę – nie ma znaczenia, czy jest ona izolowana z ekstraktu waniliowego, czy też otrzymywana syntetycznie lub, coraz częściej, biotechnologicznie.

Jednym z dość kontrowersyjnych sposobów otrzymywania waniliny był pomysł Japończyków, aby do jej pozyskiwania wykorzystać bogate w ligninę krowie odchody. Pomysł ten został wyróżniony w 2007 r. nagrodą Ig Nobla, przyznaną Mayu Yamamoto. Z okazji wręczenia nagród Ig Nobla odbyło się publiczne testowanie nowego smaku lodów waniliowych, wyprodukowanych na cześć Mayu Yamamoto, o nazwie Yum-A-Moto Vanilla Twist [3].

W rzeczywistości nie ma różnicy między wanioliną izolowaną z nasion wanilii, a tą otrzymywaną z krowiego kału. A jednak psychika człowieka sprawia, że lody Yum-A-Moto Vanilla Twist nie zrobiły kariery, choć waniolina otrzymywana z krowiego kału spełnia wszelkie kryteria „aromatu identycznego z naturalnym”.

Wbrew pozorom jednak, fakt, że takie same atomy czy grupy funkcyjne łączą się w takiej samej kolejności nie oznacza, że cząsteczki muszą być identyczne. Czy dwie cząsteczki limonenu o wzorze strukturalnym przedstawionym na rys. 1 będą zawsze identyczne? Być może tak. Może obie będą pachnieć cytryną? A być może obie będą pachnieć pomarańczą? A może jedna z nich będzie mieć zapach cytryny, a druga pomarańczy?

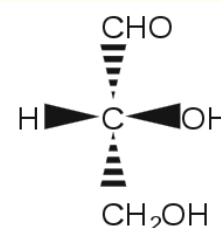
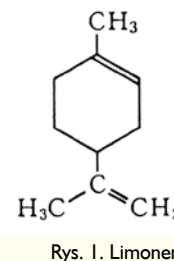
Tak, każda z tych wersji jest możliwa. Wszystko zależy od tego, w którą stronę każda z nich skręcałyby płaszczyznę światła spolaryzowanego liniowo. Brzmi tajemniczo? Okazuje się, że cząsteczki chemiczne nieposiadające osi symetrii, płaszczyzny symetrii ani środka symetrii wykazują cechę zwaną chiralnością. Słowo chiralność (pochodzące od greckiego *cheir* – ręka) oznacza, że cząsteczka wyjściowa i jej lustrzane odbicie nie są identyczne i nie można ich nałożyć na siebie. Chiralność jest zresztą cechą dobrze znaną z życia codziennego – chiralne są na przykład nasze dłonie i stopy, rękawiczki i buty. Na pozór identyczne – a jednak jedna z nich jest lewa, a druga prawa. Nieważne, co byśmy robili, jak przekręcili lewą rękę – nigdy nie będzie ona identyczna z prawą. Identyczne z prawą ręką będzie natomiast lustrzane odbicie lewej. Podobnie jest z cząsteczkami, które zresztą także określamy jako „lewe” (-) i „prawe” (+). Terminologia ta związana jest z faktem, że cząsteczki chiralne są optycznie czynne, czyli skracają światło spolaryzowane w przeciwnych kierunkach (za „prawoskrętne” przyjmujemy cząsteczki skracające płaszczyznę polaryzacji światła w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara, za „leuoskrętne” – w przeciwnym).

Zjawisko izomerii optycznej odkrył w 1848 r. Ludwik Pasteur, wykonując tytaniczną pracę – pęsetką oddzielał on pojedyncze, różnie wyglądające kryształy kwasu winowego [4]. Następnie odkrył, że dwa izomery polaryzują światło w przeciwnych kierunkach, dokonując jednego z najważniejszych odkryć w chemii. Warto podkreślić, że oprócz cierpliwości, zacięcia i ogromnej precyzji pracy fizycznej, jaką wykonał oddzielając od siebie kryształy różnych kształtów, dokonał odkrycia mając utrudnione zadanie ze względu na obiekt, jaki wybrał. Otóż kwas winowy występuje w trzech formach. Jedna z nich jest „prawoskrętna”, druga „leuoskrętna” a trzecia jest tak zwaną formą mezo i nie powoduje skręcenia płaszczyzny polaryzacji światła. Jest to związane z występowaniem w cząsteczce kwasu winowego dwóch centrów asymetrii.

Mieszanina racemiczna, czyli równomolowa mieszanina dwóch form optycznie czynnych, również nie wykazuje nigdy czynności optycznej. Proszę sobie więc wyobrazić, jak trudne zadanie miał Pasteur i docenić jego odkrycie!

Za odkryciem Pasteura przyszły następne – van't Hoff i Le Bel niezależnie ustalili, że cząsteczka jest chiralna, kiedy zawiera atom węgla połączony z czterema różnymi podstawnikami. Wbrew pozorom, to bardzo częsta sytuacja w przyrodzie! Co więcej, liczba izomerów optycznych rośnie wykładniczo ze wzrostem liczby centrów asymetrii w cząsteczce. Przy tak dużych liczbach możliwych kombinacji, rozróżnienie na prawo- i leuoskrętne izomery traci rację bytu. Wymyślono więc inne sposoby oznakowań tzw. konfigurację względną oraz bezwzględną. Pierwszy, to tzw. konwencja D-L (albo Fischera), obecnie używana przede wszystkim w odniesieniu do aminokwasów i cukrów. Opiera się ona na cząsteczce aldehydu D-glicerynowego (rys. 2). Każdy związek o takim ustawieniu podstawników jest izomerem D. Drugi, to tzw. reguła Cahn, Ingolda, Preloga (R-S). Metoda ta jest bardziej uniwersalna i może być stosowana do każdej cząsteczki posiadającej centrum asymetrii.

Co w praktyce wynika z istnienia form będących lustrzanymi odbiciami? Ostatecznie skręcanie płaszczyzny polaryzacji światła spolaryzowanego, nie jest czymś odczuwalnym dla przeciętnego człowieka... Okazuje się, że izomery optyczne bardzo różnią się od siebie właściwościami. Możemy tu wró-



## I. Wykorzystanie, przetwarzanie i tworzenie informacji

cić do naszego limonenu i zapachu cytryny i pomarańczy. Otóż L-limonen ma ostry, terpenowy zapach cytryny, a D-limonen – łagodny zapach pomarańczy. Ciekawostką jest to, że ludzie wykazują dużo większą wrażliwość na zapach D-limonenu.

Skąd takie różnice? Otóż człowiek, na poziomie molekularnym, również jest chiralny. Wszystkie aminokwasy składające się na białka budujące ludzkie ciało mają konfigurację L. Wszystkie cukry, wchodzące w skład naszego organizmu mają konfigurację D. Helisa DNA jest zawsze prawoskrętna. Wszystkie organizmy wyższe zbudowane są z L-aminokwasów i często w podręcznikach można nawet znaleźć zdanie, że D-aminokwasy nie występują w przyrodzie. Jest to zresztą zdanie nieprawdziwe, D-aminokwasy są na przykład składnikami ściany komórkowej bakterii.

Tzw. homochiralność cząsteczek budujących życie stanowi jedną z największych zagadek nauki. Dlaczego życie zbudowane jest z cząstek tylko jednego rodzaju? Co zdecydowało o wyborze takiej właśnie orientacji? Czy możliwe byłoby życie zbudowane z cząstek racemicznych? I wreszcie – czy istnieje życie „lustrzane” do naszego, a jeśliby istniało, czym by się różniło? Odpowiedzi na te pytania, w których każdy zresztą znajduje coś dla siebie – i filozof i chemik kwantowy, nie ma, choć myślały i myślą nad nimi najtęższe głowy. Naukowcy dalej szukają odpowiedzi na te pytania – na ziemi i w kosmosie. Niektórzy twierdzą wprost, że homochiralność jest dla nich dowodem na istnienie Boga.

Mimo tego, że żyjemy w XXI w. i potrafimy dolecieć na księżyc i sklonować ssaka, reakcje naśladujące procesy zachodzące w organizmach żywych wciąż stanowią olbrzymią trudność dla człowieka. Nawet przy obecnym stanie wiedzy bardzo trudno przeprowadzać reakcje poza organizmami, których produkty byłyby homochiralne. Wymagają one specjalnych technik syntezy asymetrycznej, co powoduje, że nawet najlepszy chemik nie potrafi zrobić tego wszystkiego, czego codziennie w swoim organizmie dokonuje byle pierwotniak.

To właśnie nasza homochiralność powoduje, że organizm ludzki w bardzo różny sposób reaguje na enancjomery tego samego związku. Przytoczone wcześniej przykłady dotyczyły związków zapachowych. Ale znacznie większe (i bardziej niebezpieczne) różnice związane są ze stosowaniem leków. Klasycznym i przywoływanym wszędzie ku przestrodze przykładem jest talidomid. Lek, wynaleziony przez chemików z Chemii Grünenthal (RFN) w 1953 r. (choć nawet co do tego nie ma pewności, ostatnio pojawiły się poważne spekulacje, że tak naprawdę był to lek wynaleziony przez nazistów i testowany na więźniach obozów koncentracyjnych) został pod różnymi nazwami handlowymi zarejestrowany w ponad 50 krajach. W latach 1957-1961 talidomid był sprzedawany jako lek na poranne nudności dla kobiet w ciąży. Pod koniec 1960 r. udowodniono, że lek ma silne działanie mutagenne na ludzkie płody, w szczególności, jeśli zażywany był w czasie pierwszych 50 dni ciąży. Niestety do tego czasu jego działaniu poddanych zostało ok. 15 tys. ludzkich płodów, z czego ok. 12 tys. zostało donoszonych, a ok. 8 tys. przeżyło pierwszy rok życia. Niemal wszyscy mieli zdeformowane ciała, większość z nich urodziła się bez kończyn. Ich dzieci dziedziczą po rodzicach uszkodzone DNA, a z nim – wadliwą budowę ciała. Wszystko to spowodowane zostało błędami w przeprowadzeniu testów klinicznych (to właśnie m.in. po talidomidzie kryteria dopuszczania leków zostały zaostrzone) – otóż (R)-talidomid jest bezpieczny i ma działanie lecznicze, natomiast sprzedawana była mieszanina racemiczna obu enancjomerów. Nieprzetestowany enancjomer S nie okazał się ani obojętny dla organizmu, ani nieszkodliwy – wykazuje on bardzo silne działanie mutagenne i jest jedną z najsilniej teratogennie działających substancji. Naukowcy opracowali nawet syntezę asymetryczną, pozwalającą otrzymać tylko enancjomer działający leczniczo, jednak okazało się, że w organizmach żywych talidomid ulega stopniowej izomeryzacji i tym samym nie wiadomo, czy nawet podanie optycznie czynnego leku byłoby bezpieczne. W latach 90. XX w. odkryto, że talidomid ma cenne działanie terapeutyczne w przypadku niektórych nowotworów i mimo wielkich kontrowersji substancja ta ponownie została wpisana na listę leków.

Oprócz tego, że dwa enancjomery mogą mieć zupełnie różne działanie na organizm ludzki, ich równomolowa mieszanina, czyli racemat, może mieć jeszcze inny wpływ. Czasem różnią się nie tylko, że nadaje się im wręcz inne nazwy. Przykładem mogą tu być atropina i hioscyamina, która jest niczym innym jak lewoskrętnym izomerem atropiny, o silniejszym działaniu. Nazwa atropiny bierze się od pokrzyku wilczej jagody, czyli *Atropa belladonna*, jednej z roślin, w których tego alkaloidu jest wyjątkowo dużo. Atropina, obok tojadu, była podejrzewana o otrucie wojsk Marka Antoniusza, o czym pisał Plutarch. Pomysł ten wykorzystali Szkoci – Buchanan w *Historii Szkocji* z 1582 r. przytacza opowieść o tym, jak żołnierze króla Szkocji, Duncana I, otruli całą duńską armię, najeżdżając ich kraj, napojem z pokrzyku. Napój wywołał sen, a podczas snu Szkoci wymordowali Duńczyków. Pokrzyk wilcza jagoda była także wykorzystywana w napojach miłości oraz do ekstaz religijnych. Jest jednym z podstawowych składników tzw. maści wiedźmich. Dodać należy, że wiele zwierząt może spożywać wilczą jagodę bez żadnych skutków ubocznych – mają bowiem tropinoesterazy. Człowiek oraz zwierzęta „domowe” (także pies i kot) są bardzo podatne na zatrucie tą rośliną; u człowieka występują objawy zatrucia po spożyciu mięsa zwierząt, które zjadły pokrzyk. Atropina jest jednak także lekiem ratującym życie, używanym przy reanimacji. Ciekawostką jest to, że może być też odtrutką; na przykład przy zatruciu tojadem (akonityną), jedną z najsilniejszych trucizn roślinnych, o której nadworny medyk cesarza Austrii Anton F. Störck pisał: „... zawiera tak subtelną truciznę, że nawet trzymając w ręku przez długi czas, byle się zagrzała, przyprawia o śmierć”, to właśnie podanie atropiny może ocalić życie. Być może dlatego w maściach wiedźmich występują one obok siebie...

Nazwa hioscyjminy pochodzi od łacińskiej nazwy lulka czarnego, *Hyoscyamus niger*. Jest to roślina znana co najmniej od XV w. p.n.e.; z tego czasu pochodzą wzmianki o nim w egipskich papyrusach. Używany w starożytności jako środek znieczulający i otępiający, podawany był skazańcom przed wykonaniem na nich wyroku śmierci. Hioscyjamina, w przeciwieństwie do atropiny, praktycznie nie jest wykorzystywana w medycynie z powodu zbyt silnego działania. Szacuje się, że potencjalnie izomer (S)-hioscyjminy ma działanie 30-krotnie silniejsze, niż izomer R.

Bez przesady można powiedzieć, że atropina i hioscyjamina to najważniejsze alkaloidy w historii ludzkości. I różne właściwości przywoływanych tu roślin wynikają właśnie z różnych proporcji między alkaloidami, czyli w tym przypadku formami enancjomerycznymi.

Oprócz innych właściwości, enancjomery różnią się także smakiem. Na przykład D-aminokwasy generalnie mają słodki smak, natomiast aminokwasy szeregu L oceniane są jako bez smaku albo gorzkie. Część aminokwasów była oceniona jako bez smaku, niezależnie od konfiguracji. Aminokwasy mają różną intensywność smaku, np. D-tryptofan jest 35 razy słodszy od cukru!

Zagadnienie czynności optycznej cząsteczek biologicznych ma jeszcze wiele aspektów i można by przytaczać różne przykłady. Szczególnie, że sama przyroda jest niekonsekwentna i potrafi łamać własne prawa, ustanawiać wyjątki oraz sprawiać, że wcale nie trzeba wchodzić do lustra, jak Alicja, żeby zobaczyć lustrzaną rzeczywistość. I tak na przykład chrząszcz *Ips pini*, żyjący na zachodzie USA,

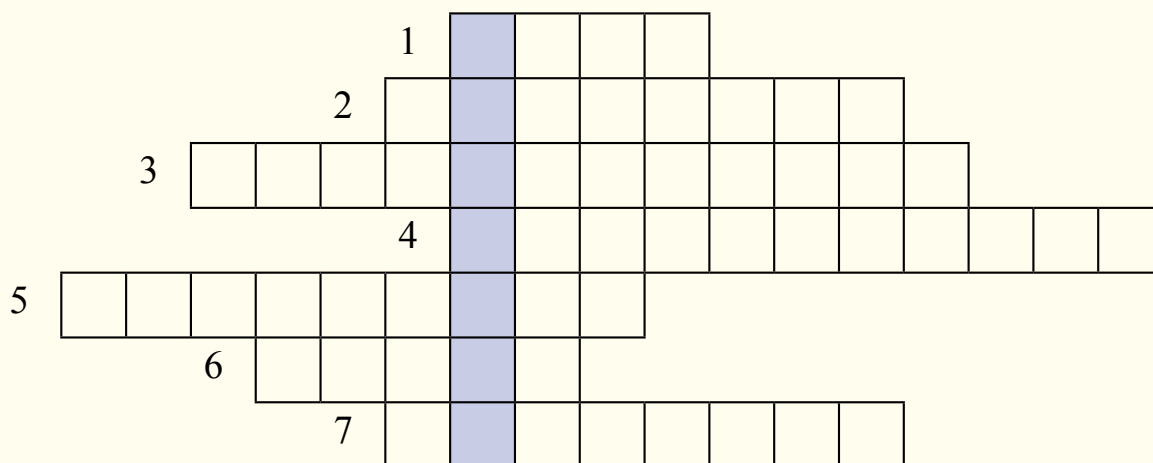
## I. Wykorzystanie, przetwarzanie i tworzenie informacji

produkuje jako feromon (R)-(-)-ipsdienol. Niestety na swoje feromony, choćby był najatrakcyjniejszym chrząszczem na świecie, nie poderwie upatrzonego osobnika tego samego gatunku ze wschodu USA, gdyż chrząszcze *Ips pini* zamieszkujące pas wschodni, jako feromon produkują (S)-(+)-ipsdienol.

Trudno nam wyobrazić sobie świat po drugiej stronie lustra. Być może nie wyglądałby tak samo, bo coś, jakieś minimalne różnice energetyczne albo inny czynnik, zdecydowałyby, że powstałyby inne niż znane nam struktury? Ale nawet zakładając, że rzeczywistość materialna wyglądałaby na pozór tak samo, narażeni byłibyśmy na nieskończoną liczbę niespodzianek dotyczących smaków, zapachów i działania znanych nam substancji. A jednak z pewnością nie zaskoczyłoby nas to bardziej niż fakt, że machając do naszego odbicia w lustrze prawą ręką, odmachaloby nam ręką... lewą. Skomplikowane? Bardzo. A te wszystkie zagadnienia wynikają tylko i wyłącznie z istnienia luster... Być może kiedyś dowiemy się, czy istnieje lustrzany świat. Czy wygląda jak nasz, a tylko odbieralibyśmy go inaczej zmysłami? Czy jest zupełnie inny, zasiedlony przez inne struktury? A może nie istnieje tam życie, bo z jakiegoś powodu wybór enancjomerów D aminokwasów i L cukrów był chybiony? Jeśli komuś uda się przejść na drugą stronę lustra – bardzo proszę o informacje, jak tam właściwie jest...

### Pytania do tekstu źródłowego:

#### I. Rozwiąż krzyżówkę:



1. Z greckiego „cheir”
2. Jeden z głównych składników wanilii
3. Lewoskrętny izomer atropiny o silniejszym działaniu
4. Cząsteczki będące wzajemnymi odbiciami lustrzanymi
5. Lek stosowany w XX w., mający silne właściwości mutagenne na ludzkie płody
6. Bardzo silna trucizna roślinna opisana przez austriackiego medyka: „...zawiera tak subtelną truciznę, że nawet trzymając w ręku przez długi czas, byle się zagrzała, przyprawia o śmierć”
7. Była podejrzewana o otrucie wojsk Marka Antoniusza



#### II. Podaj pięć przykładów substancji będących enancjomerami, które wywierają zupełnie inne działanie na organizmy. Krótko je scharakteryzuj.

#### III. Uzupełnij zdania:

- a. .... to równomolowa mieszanina dwóch form optycznie czynnych będących wzajemnymi odbiciami lustrzanymi
- b. Cząsteczki chiralne są czynne optycznie, czyli .....
- c. Cechę zwaną chiralnością wykazują cząsteczki chemiczne, które .....

## I. Wykorzystanie, przetwarzanie i tworzenie informacji

### 1. Materiały i tworzywa pochodzenia naturalnego

#### Chemia buduje

##### Definicja chemii budowlanej

Chemia budowlana początkowo była utożsamiana z chemią materiałów budowlanych. Wydzielenie jako działu nauk chemicznych pierwotnie było podyktowane przede wszystkim znaczeniem gospodarczym tego obszaru i przyporządkowaniem mu ogromnych ilości przetwarzanej materii – ok. 40% masy i energii rocznie konsumowanej pochłania budownictwo. Europejski Komitet Normalizacyjny, CEN, podaje, że budownictwo wytwarza 10% dochodu narodowego brutto i stanowi 50% środków trwałych brutto. Na potrzeby budownictwa w Europie pracuje 26 mln ludzi, w tym 12 mln jest bezpośrednio zaangażowanych w proces wznoszenia budowli i budynków, wszyscy jesteśmy użytkownikami obiektów budowlanych.

Chemia budowlana, to stosowana nauka przyrodnicza, traktująca o budowie chemicznej materiałów budowlanych i surowców do ich wytwarzania, o chemicznych uwarunkowaniach właściwości technicznych tych materiałów oraz wyjaśniająca zjawiska i procesy chemiczne zachodzące podczas wytwarzania i użytkowania materiałów i elementów budowlanych, a także ich oddziaływanie na środowisko. W tym kontekście chemia budowlana to raczej chemia w budownictwie, obejmująca obok chemii ogólnej i wybranych działów chemii nieorganicznej i organicznej, także zagadnienia termodynamiki chemicznej, kinetyki chemicznej, elektrochemii oraz chemii środowiskowej.

##### Tradycje chemii budowlanej

W roku akademickim 1889/1890 na Uniwersytecie Bolońskim – profesor nadzwyczajny Alfredo Cavazzi wydał pierwszy w Europie podręcznik chemii budowlanej *Lezione di Chimica Docimastica Fatte Nella R. Scuola di Applicazione per Gl'ingegneri*. Przedmiot był wykładany w środy i soboty, a we wtorki odbywały się ćwiczenia laboratoryjne (analiza) – łącznie 4 godziny wykładów i 2 godziny ćwiczeń tygodniowo, na pierwszym roku studiów. Liczący blisko 250 stron i 60 rysunków podręcznik zawiera obszerny rozdział Materiali Cementati i jest zorientowany głównie na chemię nieorganiczną. Warto to zestawić z jednym z pierwszych podręczników chemii budowlanej, jaki ukazał się w XXI w., który jest w całości poświęcony chemii organicznej: Y. Mouton „Organic Materials in Civil Engineering”, ISTE, 2006.

##### Chemiczne uwarunkowania zrównoważonego budownictwa

Zasada zrównoważonego budownictwa w odniesieniu do wznoszenia, użytkowania i rozbiórki obiektu budowlanego ma stać się jednym z wymagań podstawowych. Stawia to zadania, które można sklasyfikować w 4 grupach:

- materiałowe uwarunkowania zrównoważonego rozwoju budownictwa;
- energetyczne uwarunkowania zrównoważonego rozwoju budownictwa;
- oddziaływanie budowli na środowisko naturalne (ekologia);
- oddziaływanie budowli na środowisko wewnętrzne (mikroklimat).

We wszystkich tych obszarach chemia budowlana dostarcza zarówno pomocnych idei: obiekt budowlany przyjazny środowisku to taki, który wykazuje minimum zmian entropii i pochłania minimum energii, jak i (co w tych rozważaniach ważniejsze) wielu konkretnych rozwiązań materiałowych. **Naczelne przesłanie chemii budowlanej w praktyce wyraża ideę wykorzystania efektów synergicznych.**

##### Nanotechnologia w budownictwie

W 2005 r. międzynarodowe grono 63 ekspertów na Uniwersytecie Toronto sklasyfikowało budownictwo na 8 pozycji beneficjentów rozwoju nanotechnologii. Należy się zasadnie spodziewać, że wdrożenie nanotechnologii do budownictwa odbędzie się poprzez materiały budowlane. W tym kontekście można zauważyć, że według H. Kroto, współtwórcy fulerenów i laureata Nagrody Nobla (1996 r.), *nanoscience and nanotechnology* to nowa nazwa chemii. W nanotechnologii zaadresowanej do budownictwa można się dopatrzeć renesansu chemii budowlanej.

#### Pytania do tekstu źródłowego:

- I. Kiedy i gdzie wydano pierwszy w Europie podręcznik chemii budowlanej?
- II. Sformułuj definicję pojęcia „chemia budowlana”.
- III. Chemia budowlana ma duże znaczenie dla gospodarki. Dlaczego? (Podaj 5 argumentów).

- a.....
- b.....
- c.....
- d.....
- e.....



## 2. Chemia środków czystości

### Dlaczego proszek pierze, a mydło myje?

Mydła i proszki do prania to najpowszechniejsze środki czyszczące i piorące stosowane codziennie przez każdego z nas. Początki ich stosowania sięgają czasów starożytnych. Co prawda na początku nie były wykorzystywane do mycia ale, o dziwo, jako środek do układania włosów. Mowa tu o mazistej substancji przypominającej mydło, powstającej w wyniku ogrzewania tłuszczu zwierzęcego z popiołem. Pierwsze wzmianki dotyczące mydła sięgają ok. 2800 r. p.n.e. i dotyczą terenu ówczesnego Babilonu. Wynalezienie mydła do dziś jest uważane za jedno z największych odkryć w historii.

Czy zastanawialiście się, na czym polega działanie mydła? Odpowiedź na to pytanie znajdziecie w poniższym tekście.

#### Środki powierzchniowo czynne

Środki powierzchniowo czynne, tzw. surfaktanty, wykazują aktywność powierzchniową. Rozpuszczone w cieczach w wyniku adsorpcji na granicy faz obniżają ich napięcie powierzchniowe. To właśnie napięcie powierzchniowe, za sprawą sił działających na powierzchni cieczy, sprawia, że zachowuje się ona jak sprężysta błona.

Obniżenie napięcia powierzchniowego jest zadaniem surfaktantów, a ich zdolność do skupiania się na granicach faz wynika z ich budowy. Częsteczka surfaktantu składa się z dwóch istotnych elementów: polarnej części hydrofilowej (tzn. „lubiącej wodę”, wykazującej powinowactwo chemiczne do wody), która stanowi grupę końcową oraz długiej części hydrofobowej („nie lubiącej wody”, która nie wykazuje powinowactwa do wody) tworzącej resztę węglowodorową zawierającą zwykle od 10 do 20 atomów węgla. Powyższa dwubiegunowa (tzw. amifilowa) budowa cząsteczki surfaktantu odpowiada za jej różne zachowanie w stosunku do fazy polarnej i niepolarnej. Polarna część cząsteczki umożliwia rozpuszczanie całej cząsteczki w roztworach wodnych i najczęściej jest fragmentem rozpuszczalnych w wodzie reszt kwasowych lub zasadowych. Z kolei część niepolarna odpowiada za rozpuszczanie całej cząsteczki w cieczach niepolarnych i olejach.

Cząsteczki amifilowe mogą przyjmować różne struktury, powstające zarówno na granicy faz, jak i w całej objętości roztworu. Jednymi z możliwych są jednowarstwowe struktury tworzące się na swobodnej powierzchni wody, które orientują hydrofilową „głowę” do wody, a hydrofobowym „ogonem” w stronę fazy gazowej. Na dużą uwagę zasługują również inne struktury tzw. miceralne. Powstają one samorzutnie z wyżej wspomnianych struktur pojedynczych wówczas, gdy cząsteczka przekroczy pewne stężenie tzw. krytyczne stężenie micelizacji. Czynnikiem mającymi wpływ na proces tworzenia miceli są: struktura związku powierzchniowo czynnego, obecność w roztworze elektrolitu i substancji organicznych oraz temperatura. Same zaś micelle mogą przyjmować różne kształty. Najczęściej są to agregaty sferyczne, w których to część hydrofobowa skierowana jest do wnętrza miceli, a część hydrofilowa w kierunku fazy wodnej. Ale wyróżnić też można micelle płytkowe, których cząsteczki są rozmieszczone w szeregach w ten sposób, że grupy hydrofilowe oddziałują z wodą, a hydrofobowe ze sobą. Micelle płytkowe powstają, gdy stężenie surfaktantu w wodzie jest duże. Należy wspomnieć również o innych możliwych strukturach miceli – dwuwymiarowych tzw. lamelli.

Wracając do związków powierzchniowo czynnych – mogą mieć one różną budowę i charakter chemiczny. Wyróżnić można środki anionowe (posiadające grupę końcową  $-\text{COO}^-$ ) kationowe (najczęściej posiadające grupę  $-\text{NR}_3^+$ ), amfoteryczne (zawierające jony obojętne) oraz niejonowe środki powierzchniowo czynne.

#### Mydła

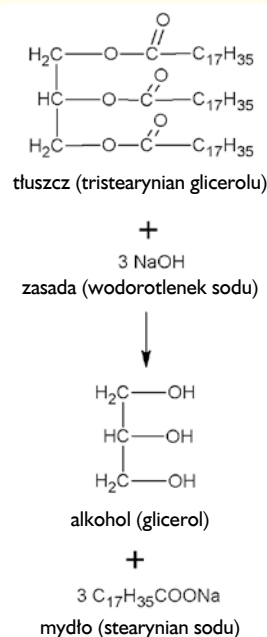
Przyjrzyjmy się bliżej najpowszechniejszemu środkowi powierzchniowo czynnemu – mydłu. Przyjmuje się, że swoją nazwę (z łac. *sapo*) wzięło z rzymskiej legendy o górze Sapo, na której starożytni Rzymianie składali ofiary swym bogom. Podczas opadów deszczu woda spływająca z gór niosła ze sobą stopiony tłuszcz zwierzęcy, glinę i popiół. Z czasem odkryto, że owa mieszanina idealnie nadaje się do prania.

Obecnie mydła to produkty popularnej reakcji zmydlania tłuszczów – procesie alkalicznej hydrolizy tłuszczów, zawierających trójglicerydy czyli estry glicerolu i kwasów tłuszczowych.

Podczas ogrzewania rozpuszczonych w alkoholu wyższych kwasów tłuszczowych (głównie kwasów palmitynowego, stearynowego i oleinowego) z dodatkiem soli metali alkalicznych (głównie sodu, magnezu, litu, potasu) na powierzchni mieszaniny pojawia się piana – w wyniku reakcji powstaje mydło i glicerol. Do obecnie produkowanych mydeł dodawane są także substancje zapachowe, bakterioobójcze, barwniki, a także związki pozwalające na formowanie z nich różnych kształtek.

W zależności od składu, konsystencji i odczynu roztworu wodnego wyróżnić można kilka rodzajów mydeł. Wśród nich sodowe – białe i twarde, które są rozpuszczalne w wodzie i stałe w temperaturze pokojowej, mydła potasowe – miękkie i maziste tzw. mydła szare. Mydła magnezowe – ciekłe w temperaturze pokojowej. Z nich produkowane są m.in. szampony i mydła w płynie. Mydła litowe – nierozpuszczalne w wodzie, półstałe i wykorzystywane jako dodatki do olejów i smarów. Mydła wapniowe, które mogą się tworzyć na skutek reakcji np. mydła potasowego z obecnym w twardej wodzie chlorkiem wapnia. Wówczas o jego obecności w wodzie świadczy wydzielenie się nierozpuszczalnych kłaczków. Konsystencja mydła może być twarda, miękka i ciekła, zaś odczyn wodnych roztworów alkaliczny lub obojętny. Teraz odpowiedzmy na podstawowe pytanie, dlaczego mydło myje?

Związki powierzchniowo czynne mają zdolność do emulgowania tłuszczów w wodzie. Za tym pojęciem kryje się proces polegający na wytworzeniu emulsji z dwóch niemieszających się cieczy. Jak wspominaliśmy wcześniej cząstki amfipatyczne składają się z fragmentu niepolarnego zwanego grupą hydrofobową (np. długi łańcuch węglowodorowy) oraz fragmentu polarnego (grupy hydrofilowej). Hy-



## I. Wykorzystanie, przetwarzanie i tworzenie informacji

drofobowe elementy mydła „lubią” tłuszcz i brud, a hydrofilowe lepiej „czują się” w towarzystwie hydrofilowych cząsteczek wody. Hydrofilowa głowa łączy się z wodą a hydrofobowy ogonek przykleja się do cząsteczek napotykanego brudu. Gdy czyścimy tkaninę zabrudzoną tłuszczem, to połączone działanie detergentu i mechanicznych wstrząsów podczas prania usuwa ten tłuszcz. Malutkie kropelki tłuszczu pokrytego substancją powierzchniowo czynną rozproszone w wodzie tworzą wówczas tzw. emulsje, a tworzenie piany pomaga w usuwaniu brudu. A dlaczego w czasie mycia na powierzchni wody pojawiają się szumowiny? Wszystko przez twardą wodę. Woda w naszych łazienkach zawiera wymyte ze skał i gleby związki mineralne, takie jak siarczan wapnia ( $\text{CaSO}_4$ ), wodorowęglan wapnia ( $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ), siarczan magnezu ( $\text{MgSO}_4$ ) i wodorowęglan magnezu ( $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$ ). Utrudniają one proces usuwania tłuszczu i powodują, że na wytworzenie piany zużywamy więcej mydła.

### Proszki do prania

Bardzo popularnymi środkami powierzchniowo czynnymi są proszki do prania. W rzeczywistości to skomplikowane mieszaniny wielu substancji. O ich działaniu piorącym decydują zarówno właściwości fizyko-chemiczne, działanie mechaniczne związane z ruchem tkanin w pralce, tarcie przy praniu ręcznym oraz temperatura. Współczesne proszki do prania posiadają oprócz surfaktantów wiele dodatkowych składników. Pozwoliły one na osiągnięcie czystych, pozbawionych drobnoustrojów tkanin w dużo niższych temperaturach. Zasadnicze znaczenie w usuwaniu brudu mają w proszkach do prania środki powierzchniowo czynne, zazwyczaj anionowe i niejonowe. Innymi składnikami proszków są: przeciwdziałające twardości wody wypełniacze, środki zapobiegające osadzaniu brudu i korozji pralki, wybielacze oraz ich aktywatory i stabilizatory, enzymy, środki antypieniące, barwniki i różnego rodzaju środki zapachowe. Bardzo często po wypraniu tkanin w „starszych” proszkach można było obserwować ich szarzenie. Wiązało się to z twardością wody spowodowanej obecnością rozpuszczonych w niej soli, głównie wapnia i magnezu. Jony wapnia reagując z anionowymi surfaktantami tworzą nierozpuszczalne sole, a te z kolei osadzając się na powierzchni tkaniny powodowały jej szarzenie. Współczesne proszki do prania wyposażone są w aktywne wypełniacze, których podstawową funkcją jest zmiękczenie wody. Jednym z pierwszych wypełniaczy była znana wszystkim soda czyli węglan sodu. Wiązała jony wapnia w wodorowęglany, które pozostawały w roztworze nawet w podwyższonej temperaturze. Dzisiejsi użytkownicy pralek poradzić sobie muszą również z problemem osadzania się kamienia na grzałkach pralki. Z pomocą przychodzą wypełniacze aktywne, które regulują pH wody podczas prania. Wśród szerokiej gamy substancji występujących w proszkach wymienić można krzemiany, enzymy a nawet polimery. Te ostatnie mają istotne znaczenie przy praniu tkanin kolorowych, zapobiegając przedostawaniu się barwnika z jednej tkaniny na drugą. Z kolei w skład proszków do prania tkanin białych wchodzi rozjaśniacze optyczne. Swym działaniem tworzą widmo światła odbitego przesunięte w stronę światła niebieskiego i tym samym potęgują wrażenie nieskazitelnej bieli. Również problem usuwania kłopotliwych plam został rozwiązany poprzez dodanie do proszków chemicznych wybielaczy. W podwyższonej temperaturze uwalniają one aktywny tlen, a ten z kolei niszczy barwniki stanowiące plamy. Ale oprócz odplamiania tlen pełni również ważną funkcję. Mianowicie uczestniczy w niszczeniu różnych drobnoustrojów: bakterii, wirusów i grzybów. Bardzo duże znaczenie ma również temperatura prania. Od połowy lat 70 ub.w. zaczęto ją stopniowo obniżać i tu też zasadnicze znaczenie miała oszczędność energii (obniżenie temperatury prania z  $90^\circ\text{C}$  na  $60^\circ\text{C}$  – pozwala uzyskać oszczędność energii rzędu 32-40%), a także tkaniny wymagające niższej temperatury prania. W tym celu zaczęto dodawać do proszków środków bielących, które jednocześnie niszczyły drobnoustroje. Takim środkiem jest kompleks bielący składający się z nadboranu sodu i czteroacetylenodwuaminy – tzw. aktywatora TAED. Powyższe dodatki sprawiają że po zastosowaniu proszku do prania uzyskujemy czystą, pachnącą oraz odkażoną tkaninę.

### Pranie a zakwit wody...

Fosfor jest pierwiastkiem niezbędnym do życia – stanowi pożywienie dla roślin i bierze udział w reakcjach metabolizmu organizmów. Ale związki fosforu wprowadzane w nadmiarze do wód powierzchniowych stają się przyczyną ich eutrofizacji – bujnego zakwitania glonów prowadzącego do „zakwitów wody”. Fosfor występujący w ściekach pochodzi przede wszystkim z proszków do prania. Fosforany w proszkach do prania zapewniają właściwe pH kąpeli piorącej (9-10), utrudniają ponowne osadzanie się brudu na tkaninie, zmiękczają wodę. Ale ich nadmierne stosowanie bardzo pogarsza jakość wód – są z trudem zatrzymywane w oczyszczalniach ścieków. Po oczyszczeniu mechaniczno-biologicznym aż 70% wprowadzonych związków fosforu trafia do rzek. Zamiast związków fosforu obecnie stosowane są zeolity – naturalne albo syntetyczne nieorganiczne wymiennicze jonowe typu glikokrzemianów sodu. Ich rola polega na zmiękczeniu wody i zapewnieniu dobrych parametrów kąpeli piorącej.

Czy będziemy ich używać do codziennej higieny czy też do utrzymania naszych ubrań w czystości jedno jest pewne – mydła i proszki do prania to środki powierzchniowo czynne znane nam od wieków i wciąż niezastąpione w wielu aspektach życia.

### Pytania do tekstu źródłowego:

- I. Kiedy po raz pierwszy wynaleziono mydło?
- II. Jak zbudowana jest cząsteczka surfaktantu?
- III. Jak otrzymuje się mydło?
- IV. Z jakich kwasów tłuszczowych najczęściej otrzymywane są mydła?
- V. Jakie rodzaje mydeł wyróżniamy?
  - a..... b..... c.....
  - d..... e.....
- VI. Opisz zasadę działania mydła w procesie usuwania tłuszczu.
- VII. Jakie związki przyczyniają się do powstawania szumowin?
- VIII. Dlaczego w proszkach do prania stosowany jest fosfor?
- IX. Jaki wpływ na środowisko ma fosfor obecny w proszkach do prania?



## 3. Chemia wspomaga nasze zdrowie. Chemia w kuchni

### Chemia i farmacja bliżej natury, czyli jak przedłużyć życie w zdrowiu

#### Chemia na straży naturalnych zasobów i czystego środowiska

Chemia XX wieku dała nam antybiotyki i środki konserwujące. Dzięki nawozom sztucznym, pestycydom i herbicydom oddaliło się widmo głodu, dzięki chemii spożywczej półki supermarketów uginają się pod setkami produktów doskonale zakonserwowanych i opakowanych. Jednak w XXI w. coraz wyraźniej widać, że z niektórych dróg musimy zawrócić, bo nadmierna chemizacja żywności i otoczenia może nas zniszczyć. Wszystkie wielkie cywilizacje przeżywały okres świetności, a potem upadały, bo wyczerpywały się zasoby środowiska. Czy naszą czeka to samo? Problem w tym, że nasza ma charakter globalny. Nie ma dokąd odejść, aby zacząć od nowa. Musimy po sobie sprzątać i nie eksploatować natury w sposób rabunkowy. Mamy jednak przewagę nad przodkami: to nauka i technika. Chemia musi monitorować procesy w środowisku oraz znacznie lepiej wykorzystywać naturalne zasoby.

#### Nowe opcje: medycyna personalna i żywieniowa

W Polsce rośnie spożycie leków, z czego cieszą się firmy farmaceutyczne. Jednak patrząc obiektywnie, nie ma powodów do radości. Jest to dowód słabej kondycji zdrowotnej społeczeństwa, a również nieracjonalnego sposobu leczenia. Tymczasem, przyszłością medycyny nie jest tykanie coraz większej liczby tabletek. Przyszłością jest profilaktyka, zwrócenie uwagi na człowieka w środowisku, na jego dietę i sposób życia. Nowy paradygmat to medycyna personalna. W przyszłości, w razie choroby dostaniemy niewielką dawkę substancji leczniczej, podaną selektywnie do chorego organu, „skrojoną” specjalnie dla naszego organizmu i dopasowaną do naszych genów. Nowym podejściem jest też medycyna żywieniowa. Mimo ogromnych nakładów finansowych na opiekę zdrowotną, utrzymuje się wysoka śmiertelność z powodu chorób będących konsekwencją wieloletniej złej diety. Medycyna żywieniowa stosuje witaminy, minerały i inne bioaktywne składniki odżywcze zarówno w ilościach fizjologicznych, jak i farmakologicznych. Wykorzystuje aminokwasy, niezbędne kwasy tłuszczowe, probiotyki, błonnik pokarmowy. Wzrasta zainteresowanie metabolitami roślin, takimi jak związki polifenolowe (flawonoidy), karotenoidy, tokoferole, które są potrzebne zarówno jako składniki pożywienia jak i leki.

#### Tropem antyoksydantów

Życie, to kontrolowany proces spalania. Z wdychanego tlenu w organizmie powstaje woda, ale w kolejnych etapach redukcji powstają też wolne rodniki i reaktywne formy tlenu, np. nadtlenek wodoru. Proces oddychania komórkowego kontrolują wprawdzie odpowiednie enzymy, ale część rodnikowych produktów „wymyka się spod kontroli” i powoduje uszkodzenia DNA, białek i lipidów. Wg „wolnorodnikowej teorii starzenia się”, właśnie te uszkodzone biomolekuły są przyczyną rozwoju chorób oraz starzenia się organizmu. Jak więc przedłużyć życie w zdrowiu? Unikać stresu oksydacyjnego, czyli sytuacji, w których w organizmie powstaje więcej rodników niż normalnie (tj. palenia papierosów, ekspozycji na ultrafiolet, stanów zapalnych), a także dostarczać antyoksydanty wraz z dietą. Przed utlenianiem i uszkodzeniem przez promieniowanie słoneczne bronią się też rośliny. Nie mogąc uciec w cień, musiały wytworzyć związki absorbujące ultrafiolet i likwidujące wolne rodniki. Zatem naszą szansą na zdrowe i długie życie jest skorzystanie z bogactwa antyoksydantów w świecie roślin.

Przemysł farmaceutyczny poszukuje nowych roślin leczniczych, których związki aktywne mogą służyć jako punkt startowy do stworzenia optymalnych struktur nowych leków. Wybraną roślinę poddaje się szczegółowym testom. W czasie skaningowych procedur, pozwalających na sprawdzenie właściwości nawet kilku tysięcy próbek dziennie, często odkrywano nowe związki lub interesujące właściwości już znanych. Warto przypomnieć, że większość aktualnie stosowanych leków pochodzi z surowców roślinnych: aspiryna z kory wierzby, morfina z maku, chinina z kory chinowca. Nie można oczywiście uzależniać produkcji leku od zbierania dziko rosnących roślin; można je uprawiać na plantacjach, ale i to jest ryzykowne. Należy więc opracować syntezę bioaktywnych związków. Jest to duże wyzwanie dla chemii.

#### Co kryją szuflady w laboratoriach farmaceutycznych?

##### Resweratrol

Rośliny wytwarzają go w odpowiedzi na stres, skałeczenie, infekcję, silny UV. Nadaje odporność i działa grzybobójczo. Na południu Europy, gdzie pije się czerwone wino, odnotowuje się mniej zawałów serca, pomimo wysokiego spożycia tłuszczów. Efekt ten nazwano „francuskim paradoksem”. Uważano, że związki przyczyniające się do ochrony przed miażdżycą i chorobami serca, to resweratrol i antocyjaniny. Ilości resweratrolu w winogronach są bardzo małe i silnie zależą od klimatu, opadów, rocznika wina. Resweratrol uczestniczy w wielu biochemicznych mechanizmach związanych z funkcjonowaniem układu krążenia, przeciwdziała agregacji płytek krwi, poprawia funkcję śródbłonna naczyń. Duże nadzieje wiąże się z resweratrolem, jako potencjalnym lekiem przeciwnowotworowym. Oksydacyjne uszkodzenia lipidów, czy DNA, to wspólny mechanizm początkujący zarówno miażdżycę jak i zmiany nowotworowe. Resweratrol i jego pochodne działają jako antyoksydanty, likwidują nadmiar rodników, co zmniejsza liczbę uszkodzeń DNA i ryzyko powstania raka.

##### Kurkumina

Kurkuma (*curry*), to suszone, mielone kłącze *Curcuma longa*. W krajach południowo-wschodniej Azji jest używana od ponad 4000 lat. Ta żółta przyprawa ma olejki eteryczne oraz związki polifenolowe, kurkuminoide, wśród których dominuje kurkumina. Kurkumina ma działanie immunomodulujące, przeciwzapalne, przeciwnowotworowe, a nawet przeciwdepresyjne. Niestety, słabo się wchłania do krwioobiegu, w organizmie jest obecna w ilościach rzędu nanogramów. Jej wchłanianie jest lepsze w obecności pieprzu lub ostrej papryki. Osobom, które mają problem z bolącymi stawami można doradzić częste i obfite używanie kurkumy jako przyprawy. Można też mieć nadzieję, że kurkumina, lub jej pochodna z grupy kurkuminoide, będzie lekiem przeciwnowotworowym. Kurkumina hamuje angiogenezę, czyli powstawanie naczyń krwionośnych odżywiających nowotwór.

## I. Wykorzystanie, przetwarzanie i tworzenie informacji

### Galusan epigalokatechiny

Popularność herbaty związana jest z zawartością kofeiny; napój odświeża umysł, przynosi poprawę samopoczucia. Jednak medycyna bardziej interesuje się związkami polifenolowymi herbaty. Ich ilość i skład chemiczny zależą od rodzaju herbaty, technologii jej produkcji oraz sposobu zaparzania. Wśród związków polifenolowych zielonej herbaty dominuje (60%) galusan epigalokatechiny (EGCG), ale są też: galusan epikatechiny, epigalokatechina, epikatechina i katechina. Polifenole herbaty działają przeciwwirusowo. Im większa konsumpcja zielonej herbaty, tym mniej zaawansowanej miażdżycy, chorób układu krążenia, chorób neurodegeneracyjnych i nowotworowych. EGCG okazał się głównym związkiem bioaktywnym, odpowiedzialnym za efekty antyoksydacyjne, chemoprewencję raka, wspomaganie odchudzania, ochronę skóry przed UV itd. Związek ten działa na różne receptory, ale do skutecznego oddziaływania potrzebne są większe stężenia niż uzyskiwane z naparu zielonej herbaty. Większe dawki EGCG można podać korzystając z suplementów diety. EGCG jest otrzymywany na większą skalę poprzez ekstrakcję z liści zielonej herbaty.

### Proantocyjanidyna

Proantocyjanidyna to silny flawonoid o właściwościach antyoksydacyjnych, zawarty jest m.in. w żurawinie. Żurawina błotna rośnie na północy Europy, natomiast w USA i Kanadzie rośnie żurawina wielkoowocowa. Medycyna ludowa obu kontynentów polecała żurawiny jako środek przeciwskorbutowy, na przeziębienia czy reumatyzm, ale również na infekcje dróg moczowych. Regularne picie soku z żurawin zapobiega nawrotom stanów zapalnych pęcherza, a także redukuje liczbę bakterii, wspomagając kurację antybiotykową. W obecności soku żurawinowego bakterie *E. coli* zmieniają kształt, ulegają wydłużeniu, podobnie jak pod wpływem antybiotyków, i tracą fimbrie, wyrostki umożliwiające przyczepienie się do podłoża i rozrost kolonii. Proantocyjanidyny działają też na bakterie w jamie ustnej i na zębach, zapobiegając paradontozie i próchnicy. W obecności soku z żurawin bakterie *Helicobacter pylori* nie tworzą kolonii w żołądku, co zmniejsza możliwość rozwoju choroby wrzodowej. Żurawina jest skuteczna w zapobieganiu miażdżycy i jej skutkom w postaci chorób serca i układu krążenia.

### Kwas rozmarynowy

Nazwa pochodzi od rozmarynu lekarskiego, ale jest go dużo także w takich roślinach, jak melisa lekarska, szalwia lekarska, mięta pieprzowa, tymianek, oregano i majeranek, stosowanych jako popularne przyprawy. Przyprawy te nie tylko aromatyzują żywność, ale również mają właściwości konserwujące. Ekstrakty bogate w ten kwas, to preparaty stosowane jako przeciwutleniacze w żywności, o statusie GRAS (akceptowane jako bezpieczne). Kwas rozmarynowy jest silnym antyoksydantem, ma działanie przeciwbakteryjne, przeciwwirusowe, a także przeciwzapalne. Ekstrakty z rozmarynu, czy szalwii, pomagają pacjentom z chorobą Alzheimera, a neuroprotektynym składnikiem jest kwas rozmarynowy.

### Kwas chlorogenowy

Kwas chlorogenowy występuje w wielu produktach żywnościowych (np. w kawie, herbacie, jabłkach, śliwkach) i ma właściwości antyoksydacyjne. Kwas chlorogenowy jest głównym związkiem antyoksydacyjnym w kawie; zwolennicy kawy konsumują go w ilości nawet 1 g dziennie. Niestety, palenie kawy powoduje rozkład znacznej części kwasu. Ponieważ pokazano jego interesujące właściwości (obniżanie ciśnienia, hamowanie absorpcji glukozy), warto by zwiększyć jego zawartość w diecie.

Wydaje się, że podawanie kwasu chlorogenowego (np. w postaci umiarkowanej ilości kawy) może być korzystne zarówno w przypadku cukrzycy typu II, jak i miażdżycy, bowiem zwiększa tolerancję glukozy i zmniejsza poziom lipidów we krwi. Obecność kwasu chlorogenowego w preparatach odchudzających może sprzyjać utrzymaniu wagi przez mniejszą absorpcję cukrów w przewodzie pokarmowym, bo opóźnia ich przyswajanie. Hamuje też aktywność enzymu glukozo-6-fosfatazy w wątrobie, dzięki czemu obniża stężenie glukozy, a wtórnie również insuliny we krwi. Skłania to organizm do czerpania energii z zapasów zgromadzonych w tkance tłuszczowej.

Dość dużo kwasu chlorogenowego zawiera aronia, a także jabłka i śliwki. Z tego względu powinny być szczególnie polecane jako uzupełnienie diety diabetyków; są też korzystne w profilaktyce nowotworów.

### Betalainy

Buraki ćwikłowe są wartościowym i smacznym warzywem, znanym w całej Europie. Oprócz błonnika, niewielkiej ilości cukrów i aminokwasów, buraki mają dużo potasu (348 mg/100 g), mało sodu (52 mg), wiele cennych mikroelementów, witaminy z grupy B. Sok z buraków o intensywnym ciemnoczerwonym kolorze wykorzystuje się do gotowania barszczu, w przemyśle jest stosowany jako barwnik spożywczy. Badania toksykologiczne soku z buraków dowiodły, że główne jego składniki nie mają właściwości alergizujących, mutagennych i nie są szkodliwe dla wątroby. Buraki są natomiast w pierwszej dziesiątce warzyw o najsilniejszych właściwościach przeciwutleniających – dzięki zawartości polifenoli, a głównie barwników, znanych jako betalainy (betaniny). Barwniki te działają przeciwnowotworowo i przeciwwirusowo. Badania sugerują, że sok z buraków może poprawić jakość życia pacjentów leczonych chemioterapeutykami.

### Antocyjany

Antocyjany to barwniki popularne w świecie roślin. Dużo antocyjanów mają ciemne owoce jagodowe, takie jak: aronia, czarna porzeczka, czarny bez, czarne jagody, wiśnie czy winogrona. Ekstrakt z czarnych jagód (36% antocyjanin) wpływa na przepływ krwi w naczyniach włosowatych i przyczynia się do poprawy widzenia. Antocyjany mogą okazać się skuteczne w profilaktyce chorób nowotworowych. Ekstrakty z winogron, czarnych jagód oraz aronii mogą być traktowane jako potencjalne preparaty chemoprewencyjne, zapobiegające rozwojowi raka jelita grubego. Antocyjany są też obiecujące w profilaktyce chorób neurodegeneracyjnych. Badania na szczurach pokazały, że ekstrakty z czarnych jagód mogą chronić przed utratą pamięci i zdolnością uczenia się.

Starzejące się społeczeństwo krajów UE będzie potrzebowało związków, które można wykorzystać w profilaktyce miażdżycy i chorób układu krążenia, chorób układu nerwowego, czy chorób oczu. Antocyjanidyny nie są otrzymywane drogą syntezy, są izolowane z owoców. Rosnący popyt na koncentraty antocyjanów jest tymczasem szansą dla polskich producentów owoców, takich jak aronia, czy czarna porzeczka.

## I. Wykorzystanie, przetwarzanie i tworzenie informacji

### Podsumowanie

Omawiane w niniejszym artykule bioaktywne związki polifenolowe nie są jeszcze lekami, ale mogłyby powstać szybciej, jeśli do badań włączyliby się chemicy zajmujący się syntezą związków organicznych oraz teoretycy umiejący zaprojektować podobną cząsteczkę wykorzystując metody modelowania molekularnego i techniki dokowania do receptora. Farmacja zaprasza do współpracy!

### Pytania do tekstu źródłowego:

#### I. Uzupełnij zdania:

- Rośliny, broniąc się przed utlenianiem i uszkodzeniem przez promieniowanie słoneczne wytworzyły .....
- .....wpływa na zmniejszenie prawdopodobieństwa choroby wrzodowej, dzięki ograniczaniu kolonizacji bakterii *Helicobacter Pylori* w żołądku.
- Osobom mającym częste problemy z bólem stawów można doradzić częste stosowanie ..... jako przyprawy.
- Główny polifenolowy związek występujący w zielonej herbacie (EGCG) jest odpowiedzialny za ..... i .....
- Umiarkowana ilość ..... zmniejsza ryzyko cukrzycy i miażdżycy, gdyż zwiększa ..... i zmniejsza .....

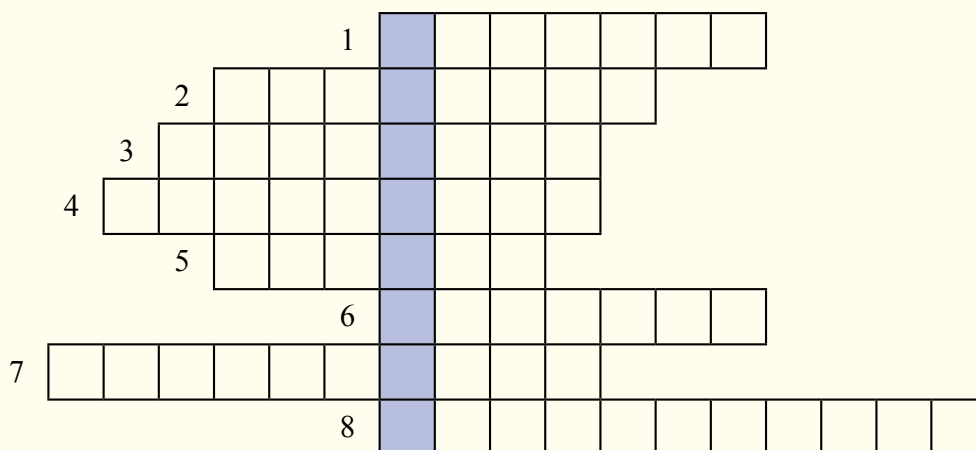
#### II. Wyjaśnij pojęcia:

- Francuski paradoks – .....
- Medycyna personalna – .....
- Stres oksydacyjny – .....

#### III. Podaj nazwę przynajmniej jednej rośliny, która:

- Aromatyzuje żywność, ma właściwości konserwujące i jest stosowana jako przeciwutleniacz w żywności .....
- Zawiera nie tylko dużo błonnika, potasu i innych mikroelementów, ale także witaminy z grupy B .....
- Przyczynia się do poprawy widzenia oraz chroni przed utratą pamięci i zdolności uczenia się .....

#### IV. Rozwiąż krzyżówkę:



- Wyrostki bakterii *E. coli* umożliwiające przyczepienie się do podłoża i rozrost kolonii
- Błotna albo wielkoowocowa; skuteczna na przeziębienia, reumatyzm oraz infekcje dróg moczowych
- Występuje w korze wierzby, popularny lek przeciwzapalny i przeciwbólowy
- Związek polifenolowy, dominujący w roślinach występujących w krajach południowo-wschodniej Azji; ma działanie m.in. antydepresyjne
- Są wartościowym i smacznym warzywem o bardzo silnych właściwościach przeciwutleniających, bogatym w wiele cennych mikroelementów
- Lek pochodzący z kory drzewa chinowego, pierwszy skuteczny lek przeciw malarii
- Popularne barwniki w świecie roślin, znajdują się w dużej ilości w ciemnych owocach jagodowych
- Powstawanie naczyń krwionośnych odżywiających nowotwór

## I. Wykorzystanie, przetwarzanie i tworzenie informacji

### 4. Chemia gleby

#### Chemia zażegnała widmo głodu na świecie. Żywność – Nawozy

##### Historia chemii rolniczej

Z uwagi na interdyscyplinarny charakter chemii i jej ogromne znaczenie we wszystkich dziedzinach materialnej działalności człowieka, termin ten jest uściślany zależnie od określonej dziedziny. Stąd pojęcie chemii rolniczej – jako zastosowań chemii w badaniach i rozwoju szeroko rozumianego rolnictwa. Chemia rolnicza dzieli się na przynajmniej trzy działy: chemiczne podstawy żywienia roślin, chemiczne podstawy żyzności gleby i chemię nawozów mineralnych i organicznych.

Pionierski rozwój chemii rolniczej przypada na drugą połowę XVIII i pierwszą połowę XIX w. W okresie tym rozpoczęto badania nad fotosyntezą roślin, dzięki odkryciu przez K.W. Schellego (1743 - 1794) tlenu w 1773 r. i ostatecznym obaleniu przez A.L. Lavoisiera (1743-1794) tzw. teorii flogistonowej. Za okres narodzin nowoczesnej chemii rolniczej można uznać lata 1825 - 1840. Datą przełomową w historii nowoczesnej chemii rolniczej jest rok 1840, kiedy Justus van Liebig sprecyzował zasady mineralnej teorii żywienia roślin. Zgodnie z tą teorią roślina pobiera składniki mineralne i wodę z gleby oraz dwutlenek węgla z powietrza. Zaslugą Liebiga jest również sformułowanie tzw. prawa minimum, stanowiącego ilościowy wyraz jego teorii. Zgodnie z oryginalną wersją tego prawa „w wyniku niedoboru lub braku jednego koniecznego składnika mineralnego, nawet przy obecności wszystkich pozostałych, gleba staje się jałowa dla wszystkich roślin, dla których ten jeden składnik jest niezbędny”.

Teoria mineralnego żywienia roślin przyczyniła się w decydującym stopniu zarówno do rozwoju badań w zakresie chemicznych podstaw żyzności gleb, jak i do postępu w chemii nawozów. Nawóz azotowy w formie mineralnej, jakkolwiek pochodzenia organicznego, dostępny był od 1850 r. jako saletra chilijska ( $\text{NaNO}_3$ ) pochodząca z nagromadzonych odchodów ptasich (guana). Pokłady guana zostały wyczerpane ok. 1875 r. i od tej pory rozpoczęła się przemysłowa produkcja nawozów azotowych. Pierwszym syntetycznym nawozem azotowym był siarczan(VI) amonu, otrzymywany od 1890 r. w Niemczech, jako produkt uboczny w koksowniach. Również w Niemczech w 1905 r. rozpoczęto produkcję cyjanamidu wapnia ( $\text{CaCN}_2$ ) znanego jako azotniak. Podstawą obecnej produkcji nawozów azotowych jest synteza amoniaku opracowana w Niemczech w 1913 r. przez Habera i Boscha. Autorzy tego osiągnięcia zostali uhonorowani nagrodami Nobla, Haber w 1918 r., a Bosch w 1935 r. W praktyce jednak dopiero XX w. otwiera erę przemysłowej produkcji nawozów mineralnych.

##### Ludność świata i jej zapotrzebowanie na żywność

Populacja ludności na kuli ziemskiej systematycznie wzrasta i na początku 2010 r. przekroczyła 6,8 mld osób. W diecie mieszkańca kuli ziemskiej powinno przypadać dziennie ok. 3000 kcal i 45 g białka. Zapotrzebowanie na energię, i w nieco mniejszym stopniu na białko, pokrywane jest głównie ziarnem zbóż spożywanym bezpośrednio w formie przetworów zbożowych i pośrednio w formie produktów zwierzęcych. Z bardzo dużym uogólnieniem (gdyż występują tutaj duże różnice gatunkowe) można przyjąć, że w 1 Mg (1 t) ziarna zbóż znajduje się 16 GJ energii i 0,12 Mg (120 kg) białka. Oczywiście znaczna część energii i białka w diecie człowieka pochodzi z uprawy innych niż zboża roślin. Wiarygodne i porównywalne dane statystyczne obejmują jednak w praktyce wyłącznie rośliny zbożowe. Przedstawione zapotrzebowanie na ziarno zbóż nie uwzględnia faktu, że w diecie człowieka coraz większy udział mają mięso i produkty zwierzęce. W rzeczywistości przyrost konsumpcji mięsa na osobę jest jednym ze wskaźników postępu cywilizacyjnego ludności kuli ziemskiej. Produkcja mięsa (i innych produktów zwierzęcych) jest jednak energetycznie, a także pod względem zapotrzebowania na białko, bardzo kosztowna.

W XX w. nastąpił bardzo szybki wzrost zaludnienia kuli ziemskiej i w latach 1900-1980 liczba ludności uległa prawie potrojeniu. Wyczerpywały się również rezerwy ziemi, którą można wziąć pod uprawę. Szacuje się, że z całej powierzchni łądów tylko ok. 25% nadaje się do zagospodarowania rolniczego. Z tej potencjalnej powierzchni niemal 50% jest już pod uprawą. Od początku XIX w. zagadnienie możliwości wyżywienia rosnącej liczby ludzi zamieszkujących kulę ziemską budziło żywe zainteresowanie – intelektualne i polityczne. W latach 1950 – 2006 światowa produkcja zbóż wzrosła ponad 3-krotnie, a liczba ludności świata zwiększyła się tylko ok. 2,5-krotnie. Niekwestionowany jest jednak fakt występowania obszarów głodu i niedożywienia ludzi, zwłaszcza w krajach afrykańskich i azjatyckich. Liczba niedożywionych mieszkańców kuli ziemskiej w 1995 r. była szacowana na ok. 830 mln i wzrosła do ponad 920 mln w 2007 r.

##### Wpływ nawozów mineralnych na wielkość plonów roślin zbożowych

Produkcja i stosowanie nawozów mineralnych rozpoczęło się na znaczącą skalę w początkach XX w. Analizę przyrostu zużycia nawozów i związku pomiędzy nawożeniem i wielkością plonu zbóż ograniczono do azotu, gdyż jest to główny składnik plonotwórczy.

Warto w tym miejscu krótko przypomnieć historię przemysłu nawozów azotowych w Polsce. Po wyzwoleniu w 1918 r., pierwsza fabryka produkująca nawóz azotowy – azotniak – powstała w Chorzowie. Nowoczesny zakład produkcji nawozów został wybudowany w latach 20. XX w. Mościcach, k. Tarnowa (obecnie AZOTY TARNÓW); produkowano tam nawozy azotowe z wykorzystaniem polskiej technologii opracowanej przez I. Mościckiego, późniejszego Prezydenta RP. Po wojnie odbudowano przemysł nawozowy oraz powstawały kolejne nowe fabryki nawozów w Kędzierzynie-Koźlu i w Puławach, we Włocławku i w Policach.

Dynamiczny wzrost zużycia nawozów w latach 1960–1990 pociągnął za sobą równie dynamiczny wzrost plonów roślin, szczególnie roślin zbożowych. Dzięki nawozom poziom wyżywienia ludności świata nie uległ pogorszeniu. Można zatem przyjąć, że dzięki nawozom Europa bardzo szybko pokonała powojenny syndrom niedożywienia swoich obywateli. W bardziej ogólnym wymiarze sukces ten zawdzięczamy mądrej polityce gospodarczej w tej części świata, a szczególnie Wspólnej Polityce Rolnej EWG i UE. Produkcja zbóż na 1 mieszkańca naszego kraju zapewnia i to, nawet z pewną nadwyżką, pokrycie potrzeb żywnościowych ludności naszego kraju, tym bardziej wobec stabilizacji populacji od lat 80. ub.w. na niemal stałym poziomie. Należy jednak zwrócić uwagę na bardzo dużą zmienność zbiorów zbóż w Polsce, co wynika z ogólnie bardzo słabych gleb i niesprzyjających oraz zmiennych w latach warunków pogodowych. Na początku lat 90. ub. w. nastąpiło bardzo znaczne zmniejszenie zużycia nawozów azotowych w Europie i w Polsce. Spadek zużycia, na przestrzeni zaledwie kilku lat osiągnął niemal 40% w Europie i ok. 50% w Polsce. W Europie zbiory zbóż uległy pewnemu obniżeniu, natomiast w Polsce zbiory ziarna utrzymały się na bardzo podobnym poziomie. Pozornie jest to trudne do wyjaśnienia w zestawieniu ze spektakularnym przyrostem zbiorów w latach 1960 - 1990 przypisywanym wzrastającemu wówczas zużyciu nawozów azotowych. Zjawisko to można wytłumaczyć swoistą histerezą plonów. Histeresa jest terminem stosowanym w naukach fizycznych i chemicznych i najogólniej polega na tym, że prze-

## I. Wykorzystanie, przetwarzanie i tworzenie informacji

bieg jakiegoś procesu, np. nagrzewania metalu, sorpcji składnika itp. przebiega szybciej od procesu odwrotnego, np. stygnięcia metalu, desorpcji składnika itp. przebiegającego wolniej. Podobnie wzrost zbiorów pod wpływem zwiększania dawek nawozów zachodzi szybciej, niż ich zmniejszanie w wyniku obniżania dawek nawozów. W dłuższym okresie te przeciwstawne procesy muszą jednak doprowadzić do tego samego punktu wyjścia. Świadomość taka (może intuicyjna) potwierdza się w Polsce; od 1992 r. zużycie nawozów ponownie systematycznie wzrasta (także w całej Europie w 2009 r., po raz pierwszy odnotowano przyrost zużycia nawozów azotowych. Zarówno Europa, jak i Polska, produkuje wystarczającą ilość żywności; wręcz jest eksporterem netto artykułów rolno-spożywczych. W tej sytuacji nie powinno dziwić ograniczanie nawożenia, zwłaszcza wobec narastającej presji środowiskowej. Ludność świata, a ściślej wielu jego regionów pozostaje jednak wciąż niedożywiona, a regiony te upatrują ratunku w zwiększaniu ilości stosowanych nawozów.

### Cykl azotowy

Na konferencji *Stan Planety Ziemi* zorganizowanej w marcu br. w Nowym Jorku po raz pierwszy sformułowano hipotezę o wkroczeniu ziemi w nową epokę geologiczną nazwaną *Antropocenem*, następującą po trwającej ok. 10 tys. lat epoce *Holocenu*. *Antropocen* jest epoką, w której oddziaływania człowieka na otaczającą przyrodę zaczynają przeważać nad oddziaływaniem czynników naturalnych. J. Rockstrom, dyrektor *Stockholm Resilience Centre*, przedstawił na tek konferencji i uszeregował 9 obszarów, które mają szczególne znaczenie dla bezpieczeństwa przyrody. W grupie tych obszarów na drugim miejscu znalazł się cykl azotowy, znacznie wyprzedzający pod względem skali zagrożenia osławione już ocieplenie klimatu. Cykl azotowy jest to w najogólniejszym ujęciu obieg azotu w biosferze, geosferze i atmosferze. Na obieg azotu składa się 5 głównych procesów: – wiązanie azotu atmosferycznego (stanowiącego ok. 79% objętościowych w składzie powietrza)-pobieranie związków azotu przez rośliny – amonifikacja, tzn. rozkład związków organicznych zawierających azot – nityfikacja, tzn. utlenianie amoniaku do azotanów – denityfikacja, tzn. redukcja azotanów do tlenków azotu i azotu cząsteczkowego (atmosferycznego).

W epoce *Holocenu* wszystkie te procesy miały charakter biochemiczny i odbywały się za pośrednictwem mikroorganizmów, w tym symbiotycznych i wolno żyjących bakterii wiążących azot cząsteczkowy (atmosferyczny). Pomiedzy wymienionymi procesami ustalony był stan równowagi niezagrażający przyrodzie. W *Antropocenie* dopływają do biosfery ogromne ilości azotu bezpośrednio (synteza chemiczna) lub pośrednio (spalanie paliw kopalnych, uprawa roślin motylkowych), stanowiących efekt działalności człowieka. Szczególne znaczenie ma synteza chemiczna, w wyniku której dopływa obecnie do biosfery ok. 110 mln t azotu rocznie, co przewyższa już ilości azotu wiązane biologicznie. Na przestrzeni 100 lat (od początku opanowania tego procesu) w chemicznym wiązaniu azotu nastąpił ogromny postęp, mierzony nakładem energii na produkcję 1 t amoniaku ( $\text{NH}_3$ ). Z produkcją amoniaku związana jest emisja gazu cieplarnianego – dwutlenku węgla – w ilości ok.  $1,6 \text{ t CO}_2 \cdot \text{t}^{-1} \text{ NH}_3$ . Dalsze przetwarzanie amoniaku na kwas azotowy powoduje emisję kolejnego gazu cieplarnianego, podtlenku azotu w ilości ok.  $1,85\text{-}2,5 \text{ kg N}_2\text{O} \cdot \text{t}^{-1} \text{ HNO}_3$ . Związany azot, w ogromnej większości zużywany jest jako nawóz w żywieniu roślin. Wykorzystanie azotu z nawozów mineralnych przez rośliny rzadko jednak przekracza 60%. Niewykorzystany azot ulega ulatnianiu do atmosfery w formie amoniaku ( $\text{NH}_3$ ), tlenków azotu ( $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ) i obojętnego chemicznie azotu cząsteczkowego ( $\text{N}_2$ ) oraz wymywaniu do wód podziemnych, a następnie powierzchniowych i mórz, w formie jonów  $\text{NH}_4^+$  i głównie  $\text{NO}_3^-$ . Wszystkie te związki, z wyjątkiem azotu cząsteczkowego, są szkodliwe dla przyrody. Podtlenek azotu jest gazem cieplarnianym, tlenek azotu niszczy warstwę ozonową w stratosferze, a dwutlenek azotu i amoniak powodują zakwaszanie wody opadowej i zjawisko tzw. kwaśnych deszczy. Jon azotanowy jest głównym (obok fosforanów) czynnikiem eutrofizacji wód prowadzącej do tzw. zakwitów wody. Na tym jednak nie kończy się antropogeniczny cykl związanego azotu. Związki azotu w roślinach (pochodzące głównie z nawozów) są wykorzystywane w żywieniu zwierząt gospodarskich i odżywianiu człowieka. W procesach metabolicznych tych konsumentów powstają azotowe produkty odpadowe, amoniak, mocznik i kwas moczowy, które jednak dostają się do atmosfery oraz do wód podziemnych i powierzchniowych, z opisanymi wcześniej skutkami. Zamknięcie cyklu azotowego nie wydaje się możliwe, wobec jego ścisłego związku z wyżywieniem ludności na kuli ziemskiej i cykl ten nadal będzie stanowił zagrożenie dla przyrody.

### Podsumowanie

Chemia rolnicza jest działem chemii zajmującym się żywieniem roślin, chemicznymi podstawami żyzności gleby i szeroko rozumianym nawożeniem. Nawozy mineralne są podstawowym czynnikiem plonotwórczym i spełniają zasadniczą rolę w zwiększaniu pierwotnej produkcji rolniczej, jaką jest produkcja roślinna. Wzrost zużycia nawozów w okresie od opanowania ich syntezy chemicznej (praktycznie początek XX w.) umożliwił utrzymanie tempa przyrostu produkcji żywności co najmniej dorównującego tempu przyrostu ludności kuli ziemskiej. Synteza chemiczna nawozów azotowych ingeruje jednak w naturalny cykl azotowy powodując jego otwarcie i ujemne skutki dla przyrody. Proces ten jest jednym z wyznaczników nowej epoki geologicznej, w którą wkracza kula ziemską – epoki *Antropocenu*.

### Pytania do tekstu źródłowego:

- I. Kto był autorem technologii produkcji nawozów azotowych w zakładach koło Tarnowa?
- II. Podaj nazwy trzech miejscowości, w których znajdują się zakłady nawozów sztucznych.
- III. Podaj treść tzw. „prawa minimum”.
- IV. Kto i w którym roku odkrył tlen?
- V. Uzupełnij zdania:
  - a. Przyrost konsumpcji mięsa jest jednym ze wskaźników .....
  - b. Szacuje się, że z całej powierzchni lądów tylko ..... nadaje się do zagospodarowania rolni czego, z czego prawie ..... jest już uprawiane.
  - c. .... to nowa epoka geologiczna, w którą wkracza kula ziemską
- VI. Wyjaśnij pojęcia: cykl azotowy, amonifikacja, nityfikacja, histereza.
- VII. Z czego wynika bardzo duża zmienność zbiorów zbóż w Polsce?
- VIII. Podaj różnice między epoką *Holocenu* a epoką *Antropocenu*.
- IX. Z czym związany jest brak możliwości zamknięcia cyklu azotowego oraz jakie to niesie konsekwencje?
- X. Podaj nazwy oraz wzory dwóch gazów cieplarnianych.

## I. Wykorzystanie, przetwarzanie i tworzenie informacji

### 5. Paliwa – obecnie i w przyszłości

#### Czarne złoto i nie tylko...

Godzina szósta rano, niemiłosierny budzik brzęczy Ci nad uchem marudząc, że najwyższa pora się obudzić – wstajesz. Będąc jeszcze na „autopilocie” bierzesz ciepłą kąpiel, pijesz kawę, a następnie wychodzisz na przystanek i jedziesz autobusem do szkoły. Poranek jak każdy inny, ale wyobraź sobie jego inną wersję – inną wersję świata – świata bez energii i bez paliw. W domu masz temperaturę jak za oknem, gorąca stawiająca na nogi kawa czy prysznic pomagający zmyć resztki snu, pozostają w strefie marzeń, a żeby zdążyć na zajęcia, trzeba wyjść co najmniej godzinę wcześniej. Ciężko prawda? Na szczęście wersja pesymistyczna nam nie grozi, ale czy zastanawiałeś się kiedyś, nad tym, jaki wpływ na nasze życie mają paliwa oraz energia, którą dzięki nim możemy uzyskać? Czy one są, skąd się biorą i czy na pewno ich nie zabraknie?

#### Co łączy ogryzek i widłaka z ery mezozoicznej?

Paliwo jest to substancja, która przy intensywnym utlenianiu (spalaniu) wydziela dużą ilość ciepła. Ciepło to może być wykorzystywane później przez silnik lub zespół innych maszyn i urządzeń do produkcji energii mechanicznej (energii przekazywanej poprzez ruch) lub przez kocioł do celów grzewczych czy przeróżnych procesów technologicznych.

Paliwa możemy podzielić na dwa sposoby. Pierwszym z nich jest podział ze względu na stan skupienia. Mamy zatem paliwa stałe (drewno, torf, węgiel kamienny), ciekłe (benzyna, nafta, olej napędowy) i gazowe (metan, gaz płynny – LPG).

Drugi sposób to podział ze względu na pochodzenie. Wyróżniamy tutaj paliwa naturalne, takie jak węgiel kamienny, węgiel brunatny, torf, biomasa, ropa naftowa, gaz ziemny oraz biogaz; a także paliwa sztuczne (wytwarzane przy przeróbce paliw naturalnych), takie jak koks, olej opałowy, olej napędowy, benzyna, gaz drzewny, gaz świetlny, LPG.

**Węgiel kamienny** jest to skała osadowa, która powstała w bardzo ciekawy sposób. 360 mln lat temu – w karbonie, (piątym okresie ery paleozoicznej) teren chociażby dzisiejszego Górnego Śląska obfitował w różnorodną roślinność (glony, widłaki, paprocie, a nawet pierwsze rośliny iglaste). Gdy rośliny obumarły, opadały na dno bagien, gdzie pod wpływem bakterii gnilnych następował ich rozkład; szczątki te były w międzyczasie przykrywane warstwą mułu i piasku, a po czasie tworzyła się warstwa torfu, następnie węgla brunatnego i na końcu węgla kamiennego. Torf jednak może ulec przemianie w węgiel kamienny jedynie wtedy, gdy na jego pokłady będzie działał odpowiednio duże ciśnienie.

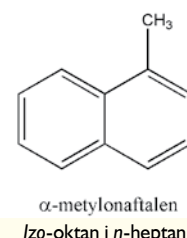
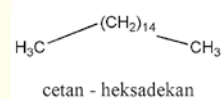
Innym wcześniej wspomnianym paliwem jest **biomasa**, która jest najszerzej wykorzystywanym źródłem energii. Należą do niej zarówno odpady z naszych domów, jak i wszystko to, co pozostaje np. po przycinaniu zieleni miejskiej. Biomasa to cała materia organiczna, jaka znajduje się na naszej planecie, wszystkie substancje pochodzenia roślinnego i zwierzęcego, które ulegają biodegradacji. Biomasa to ogryzek, który trzymasz w ręce po zjedzeniu jabłka, to odpady komunalne i przemysłowe, a także wszystko to, co pozostaje po produkcji rolnej.

Innym paliwem jest **gaz ziemny**, nazywany potocznie „błękitnym paliwem”. Gaz ziemny jest paliwem gazowym będącym mieszaniną węglowodorów, zmiennych ilości azotu oraz dwutlenku węgla i w mniejszej ilości siarkowodoru, wodoru oraz domieszek gazów szlachetnych. Często towarzyszy pokładom węgla czy ropy naftowej, ale może występować także samodzielnie. Skąd się wzięł? Cóż, opinie na ten temat są podzielone, jednak najpowszechniejsza z hipotez głosi, że jego pochodzenie jest takie samo, jak pochodzenie ropy naftowej, ale o tym za chwilę. Jeśli mówimy o gazie ziemnym, warto również wspomnieć o biogazie. Biogaz jest mieszkanką metanu i dwutlenku węgla, powstaje on w procesie beztlenowej fermentacji biomasy.

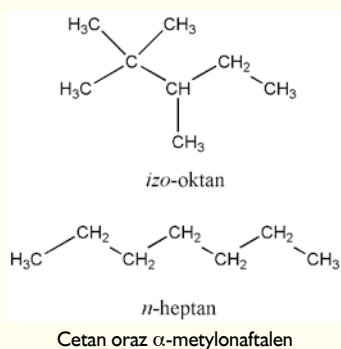
Natomiast, jeśli węgiel kamienny wygrzejemy w temperaturach dochodzących do 1200°C w specjalnie przygotowanym do tego piecu, otrzymamy **koks**. Koks jest paliwem zawierającym co najmniej 90% węgla pierwiastkowego. Jest szaro–czarną, porowatą substancją o charakterystycznym zapachu. Zaletą koksu w porównaniu do węgla kamiennego jest spokojniejsze spalanie, a także wyższa kaloryczność. Co to jest kaloryczność, spytasz... Cóż, możesz zapytać koleżanki owładniętej żądzą odchudzania, która tę definicję poda Ci bez mrugnięcia okiem.

Jeśli jednak nie masz jej obok siebie, to szybko wyjaśniam, że tak, jak kalorie w dietetyce, czyli ilość energii, którą przyswaja ludzki organizm po zjedzeniu jakiegoś produktu, tak kaloryczność w energetyce jest to ilość energii, którą dostarcza nam dane paliwo po spalaniu go. I tak jak batonik ma większą kaloryczność od tej samej ilości ogórka, tak koks jest bardziej kaloryczny od węgla kamiennego. Proces wygrzewania węgla kamiennego nazywa się pirolizą lub suchą destylacją. Oczywiście, koks nie jest jedynym produktem tego procesu. Należy pamiętać, że powstają tu inne substancje. Przykładem produktu gazowego jest gaz koksowniczy, a wśród produktów ciekłych smoła pogazowa i woda pogazowa. Interesującą mieszaniną jest smoła pogazowa, gdyż poddając ją dalszym procesom przetwórczym możemy wydzielić związki aromatyczne będące jej składnikami. Frakcjami destylacji smoły pogazowej są olej lekki, olej średni, olej ciężki, a także olej antracenyowy – smoła pogazowa jest cennym źródłem fenolu.

Innym paliwem, które pochodzi z przetwórstwa paliw naturalnych, jest **olej napędowy**, będący jednym z produktów rafinacji ropy naftowej. Olej napędowy wykorzystuje się do zasilania silników diesla. Dziś paliwo to można otrzymać również z olejów roślinnych (biodiesel) oraz innych surowców, takich jak gaz ziemny czy węgiel. Jeśli jednak nie mamy silnika diesla w naszym samochodzie, użyteczna zaczyna być **benzyna**, która pochodzi z destylacji ropy naftowej. Jest mieszaniną lekkich węglowodorów alifatycznych, cykloalkanów, węglowodorów aromatycznych i nienasyconych. Oczywiście jej zastosowanie nie ogranicza się do silników spalinowych, gdyż jest też świetnym rozpuszczalnikiem olejów, tłuszczów i żywic. Jakość benzyny stosowanej jako paliwo charakteryzuje się poprzez liczbę oktanową – LO. Czym jest liczba oktanowa? Otóż paliwo zasadniczo składa się z węglowodo-



## I. Wykorzystanie, przetwarzanie i tworzenie informacji



rów alifatycznych, które zawierają w swoim łańcuchu 7 – 12 atomów węgla. Wśród węglowodorów z tego zakresu najlepiej spala się 2,2,4-trimetylopentan inaczej *izo-oktan* a najgorzej *n-heptan*.

Liczbę oktanową ustala się poprzez porównanie parametrów pracy silnika testowego, który zasilany jest badaną benzyną oraz paliwem powstałym ze zmieszania *izo-oktanu* i *n-heptanu*. Gdy benzyna, którą analizujemy, zachowuje się jak czysty *izo-oktan*, mówimy, że ma liczbę oktanową równą 100, gdy natomiast działa jak *n-heptan* przyjmuje się, że ma liczbę oktanową 0. Jeśli uzyskamy wartości pośrednie, to nasza benzyna ma taką liczbę oktanową, jak procentowa zawartość *izo-oktanu* w paliwie wzorcowym.

Jeśli wiemy już, co to takiego liczba oktanowa, warto także zaprzyjaźnić się z pojęciem liczby cetanowej – LC. Jest ona analogiczna do liczby oktanowej, z tym, że odnosi się do silników diesla i jest wskaźnikiem zdolności olejów napędowych do samozapłonu. Paliwem wzorcowym jest tutaj mieszanka heksadekanu, czyli cetanu, który posiada bardzo krótki czas zapłonu oraz  $\alpha$ -metylnaftalenu.

Gdy analizowany olej posiada takie właściwości jak cetan, to ma on liczbę cetanową równą 100, jeśli natomiast zachowuje się jak mieszanka 50:50 cetanu i  $\alpha$ -metylnaftalenu, ma liczbę cetanową równą 50, itd.

Paliwami gazowymi, które powstają w procesie przetwarzania naturalnych paliw, jest gaz drzewny oraz LPG. **Gaz drzewny** produkowany jest w procesie zgazowania drewna i może służyć do zasilania silników spalinowych. **Gaz LPG** (*Liquefied Petroleum Gas*) jest to mieszanina propanu i butanu w różnych proporcjach. Jest on używany jako gaz, ale przechowuje się go w pojemnikach ciśnieniowych, w których jest ciekłą. Ma bardzo szerokie zastosowanie, np. jako źródło zasilania kuchenek gazowych, paliwo silnikowe czy gaz nośny dla naszych dezodorantów.

### „Czarne złoto”, czyli najbogatsze źródło paliw

Ropa naftowa, nazywana często „czarnym złotem”, ma podstawowe znaczenie dla światowej gospodarki. Ta niepozorna oleista ciekła kopalina, złożona z mieszaniny naturalnych węglowodorów gazowych, ciekłych i stałych tzw. bitumitów o charakterystycznym zapachu i barwie od bursztynowej po prawie czarną, jest najważniejszym surowcem energetycznym na świecie.

Teoria pochodzenia ropy naftowej mówi, że powstała ona przez przeobrażenie szczątków roślinnych oraz zwierzęcych, które nagromadziły się wraz z drobnymi minerałami. Warunkami, które pozwalają na przejście substancji organicznych w bituminy, są środowisko, odpowiednia temperatura, ciśnienie, oddziaływanie pierwiastków promieniotwórczych, a także działalność bakterii. Zanim jednak będziemy mogli cieszyć się chociażby pełnym bakiem, ropa naftowa odbywa długą drogę. Aby wydobyć ropę naftową, geolodzy wyszukują miejsca, w którym prawdopodobnie znajdują się złoża; następnie wierce się w ziemię tzw. odwierty. Tak wydobytą ropę, tzw. ropę surową, transportuje się do rafinerii albo rurociągami albo tankowcami. Gdy ropa naftowa trafia do rafinerii, zaczyna się magia, a mówiąc precyzyjnie jej destylacja. Ciekawostką jest, że pierwszą osobą, która przedestylowała ropę naftową, był polski aptekarz Ignacy Łukasiewicz.

Destylacja jest podstawowym i wyjściowym procesem rafineryjnym przeróbki zachowawczej ropy naftowej. Celem tego procesu jest podzielenie tej skomplikowanej mieszaniny na poszczególne frakcje. To, co otrzymamy oraz to, co nam pozostaje po destylacji, poddaje się na ogół dalszej przeróbce. Frakcje ropy naftowej charakteryzują się tym, że podczas destylacji odbiera się je w założonych, określonych zakresach temperatur. W procesie tym wyróżniamy destylację atmosferyczną oraz destylację próżniową. Odwodnioną ropę poddaje się stabilizacji, czyli oddzieleniu najlżejszych, gazowych węglowodorów, następnie przeprowadza destylację pod ciśnieniem atmosferycznym do temp. 350°C. Podczas tego procesu, otrzymujemy kolejno: eter naftowy, lekką naftę, benzynę, olej gazowy oraz olej napędowy, które po schłodzeniu odprowadzane są do zbiorników magazynowych. Następnie pozostałość, czyli tzw. mazut, poddaje się destylacji próżniowej, dzięki której otrzymujemy smoły, asfalty, smary czy masy bitumiczne, a całkowita pozostałość to tzw. gudron.

Nieodłącznie z procesami rafineryjnymi wiążą się procesy petrochemiczne. Dwa podstawowe to kraking oraz reforming.

**Kraking** jest procesem technologicznym, który polega na otrzymaniu niższych węglowodorów alifatycznych, poprzez rozszczepienie długich łańcuchów węglowych w węglowodorach aromatycznych, cykloalifatycznych oraz wyższych parafinach. Reakcje przebiegające podczas tego procesu, najprościej mówiąc, polegają na pękaniu pojedynczych wiązań węgiel – węgiel z wytworzeniem oczekiwanych węglowodorów o stosunkowo krótkich łańcuchach, ale także metanu czy niewielkich ilości koksu. Alkany otrzymane tą metodą mogą być wykorzystane jako tzw. gaz płynny, stosowany np. do napełniania butli turystycznych.

Benzyna otrzymana w procesie destylacji ma bardzo niską liczbę oktanową. Można ją podwyższyć na dwa sposoby: dodając do niej składniki, które mają bardzo wysoką liczbę oktanową lub zmienić jej skład chemiczny. Drugi sposób realizujemy na skalę przemysłową w procesie reformowania katalitycznego. Podczas tego procesu następuje tworzenie się pierścieni aromatycznych i jednocześnie obniżana jest ilość alkanów nierozgałęzionych. W wyniku reformowania otrzymujemy bardzo stabilne wysokooktanowe benzyny o niewielkiej zawartości siarki, zawierające węglowodory aromatyczne oraz *izo-alkany*. Ich liczba oktanowa, która wynosi od 90 – 100 jednostek, przewyższa liczbę oktanową przerabianego surowca o ok. 50 jednostek. Proces jest wydajny, możemy otrzymać 65 - 85% reformatu. Resztę stanowią węglowodory gazowe oraz wodór, który możemy wykorzystać w innych procesach rafineryjnych. Dzięki reformingowi otrzymujemy na świecie ok. 90% toluenu i 98% ksylenów o wysokiej czystości.

### Woda, wiatr, słońce, ziemia – nasza alternatywa

Sam już wiesz, że trudno sobie wyobrazić życie bez użytkowania energii. Potrzebujemy jej w produkcji przemysłowej, w transporcie. Potrzebujemy jej aby oświetlić i ogrzać nasz dom. Na początku energii tej dostarczało nam środowisko. Jednak w dzisiejszych czasach mamy pewien problem – my energii potrzebujemy coraz więcej, a nasze zasoby coraz bardziej się kurczą. Tutaj szerokie pole do popisu mają alternatywne źródła energii. Mają one mnóstwo zalet. Minimalnie wpływają na środowisko, ograniczają zużycie takich paliw, jak ropa naftowa czy węgiel kamienny, są odnawialne i można je rozproszyć niemal po całym kraju, co eliminuje koszty związane z transportem. Brzmi ciekawie? A to dopiero początek...

## I. Wykorzystanie, przetwarzanie i tworzenie informacji

Mysząc alternatywne źródło energii, wielu z nas ma przed oczami wielkie baterie słoneczne, które pozwalają nam wykorzystywać energię słońca. Odnawialne źródła energii to nie tylko słońce, to także wiatr, woda, biomasa czy energia geotermalna. Natomiast elektrownie wiatrowe to ochrona środowiska ponad wszystko! Czym jest taka elektrownia? To ogromna wytwórnia produkująca energię elektryczną za pomocą wiatru. Jest ona kosztowna, ale nie ma potrzeby pozyskiwania przy jej eksploatacji innych paliw. Im więcej takich elektrowni będzie na świecie, tym czystszy powietrzem będziemy oddychać.

Innym alternatywnym źródłem jest woda. Energia wodna jest to po prostu wykorzystana siła płynącej wody. Możemy ją przetworzyć na energię elektryczną, ale może też służyć bezpośrednio do napędu maszyn. A jak zastosować biomasę jako źródło energii? Możemy spalić biomasę lub produkty jej rozkładu. Dzięki temu, uzyskamy ciepło, które następnie możemy przetworzyć na inne rodzaje energii. Nie możemy również pominąć energii geotermalnej. W tym przypadku wykorzystujemy energię wnętrza ziemi. Jak? Otóż woda opadowa wnika w głąb ziemi; tam w kontakcie z aktywnymi ogniskami magmy podgrzewa się i wędruje do powierzchni ziemi jako para wodna lub gorąca woda. Te z kolei, możemy wykorzystywać bezpośrednio odprowadzając do systemu rur lub pośrednio, najpierw odbierając ciepło i pozostając w obiegu zamkniętym.

Kontrowersyjnym źródłem jest energia prądów morskich, pływów i falowania wykorzystująca energię fal morskich do napędzania wodnych turbin. Dlaczego zatem kontrowersyjna? Wielu badaczy uważa, że prądy morskie mają kluczowe znaczenie dla naszego klimatu i każda ingerencja w nie mogłaby doprowadzić katastrofalnych w skutkach zmian klimatycznych.

Warto tutaj również wspomnieć o energetyce jądrowej. Zajmuje się ona pozyskiwaniem energii, która zawarta jest w pierwiastkach rozszczepialnych. Jest ona pozyskiwana w reaktorach jądrowych i jest wykorzystywana bezpośrednio do ogrzewania lub przetwarzana na inne rodzaje energii.

Jak widzimy, te źródła energii mogą być doskonałą alternatywą do chociażby energii pozyskiwanej z ropy naftowej, z którą wiąże się wiele zagrożeń dla środowiska. Ropa naftowa może spowodować skażenie środowiska np. przez awarię na platformie wiertniczej. Wyciekająca ropa może spowodować śmierć wielu gatunków zwierząt czy roślin. Benzyna, którą są napędzane nasze silniki powoduje skażenie powietrza, którym oddychamy, gdyż spaliny to szkodliwe tlenki węgla i azotu, a także ołów i węglowodory, a to wszystko przyczynia się do powstawania kwaśnych deszczy. Niestety jeszcze długa droga przed nami nim energia wiatru czy słońca na dobre wyprze czarne złoto oraz węgiel kamienny.

Zatem drogi czytelniku, biorąc dziś ciepły wieczorny prysznic, pijąc ogrzane na kuchence gazowej ciepłe mleko i gasząc lampkę na swoim stoliku pomyśl, że to wszystko dzięki energii pozyskanej z paliw.

### Pytania do tekstu źródłowego:

- I. Co to jest paliwo?
- II. Wymień paliwa:
  - stałe:
    - a. ....
    - b. ....
    - c. ....
  - ciekłe:
    - a. ....
    - b. ....
    - c. ....
  - gazowe:
    - a. ....
    - b. ....
- III. Opisz powstawanie węgla kamiennego.
- IV. W jakich warunkach torf ulega przemianie w węgiel kamienny?
- V. Wyjaśnij pojęcia: biomasa, biogaz?
- VI. Gaz ziemny to paliwo będące mieszaniną ....., zmiennych ilości azotu oraz ..... i w mniejszej ilości ....., wodoru oraz .....
- VII. Co to jest kaloryczność?
- VIII. Wymień produkty pirolizy węgla kamiennego.
- IX. Wymień frakcje destylacji smoły pogazowej.
- X. Co to jest liczba oktanowa?
- XI. Kiedy paliwo ma LO równą 100?
- XII. Z czego składa się ropa naftowa?
- XIII. Warunki pozwalające na przejście substancji organicznych w bitumity to:
  - a. ....
  - b. ....
  - c. ....
  - d. ....
  - e. ....
- XIV. Kto pierwszy przedestylował ropę naftową?
- XV. Wymień produkty destylacji ropy naftowej:
  - a. ....
  - b. ....
  - c. ....
  - d. ....
  - e. ....
  - f. ....
- XVI. Wymień produkty próżniowej destylacji mazutu:
  - a. ....
  - b. ....
  - c. ....
  - d. ....
  - e. ....
- XVII. Co to jest kraking?
- XVIII. Jak można podwyższyć LO benzyny.
- XIX. Wymień alternatywne źródła energii.



## 6. Chemia opakowań i odzieży

### Dwunasty zawodnik – chemia

Niedawno, jak co cztery lata, emocjonowaliśmy się pojedynkami najlepszych piłkarzy świata. Skoro emocje już opadły, zastanówmy się, czy to tylko talent zawodników sprawia, że piłka nożna pasjonuje tak wielu ludzi?

Pewnie każdy wie, że sport, jak wiele innych dziedzin życia, opanowała nauka i najnowsze technologie. Wyjątkowe miejsce mają w sporcie tworzywa sztuczne. O ile w sportach motorowych (rajdy samochodowe, FI) oczywiste jest powszechne stosowanie wszelkich nowości, to cóż można wymyślić w piłce nożnej? Przecież „piłka jest okrągła, a bramki są dwie...”. Ale czy tak jest na pewno? Zaczniemy od tego, co dzieje się w szatni, zanim zawodnik wybiegnie na boisko. W strojach piłkarzy znaleźć można najnowsze zdobycze techniki i przemysłu chemicznego! Koszulki i buty, to podstawowe wyposażenie zawodnika, a więc poświęca się im wielką uwagę. Koszulki dobrze odprowadzające pot – lekkie i przewiewne, to oczywista sprawa nawet dla piłkarza amatora. Na mistrzostwa świata w RPA firma Nike wyprodukowała koszulki lepiej odprowadzające wodę i chłodzące organizm piłkarza. Co za tym stoi? Nowoczesna technologia DRI-FIT. Koszulki przeznaczone dla zawodników na mistrzostwa świata, produkowane są z poliestru otrzymanego z recyklingu plastikowych butelek. Stroje są więc także ekologiczne, bo na ich produkcję zużywa się 30% mniej energii. Piłkarzy można określić współczesnymi gladiatorami, a ich koszulki nowoczesnymi zbrojami, zbudowanymi z dwóch warstw: hydrofobowej i hydrofilowej. Tkanina hydrofobowa, czyli nie lubiąca wody, leży przy ciele zawodnika, a warstwa hydrofilowa (lubiąca wodę) – na zewnątrz. Cząsteczki potu są odprowadzane przez pierwszą warstwę do drugiej i rozprowadzane na powierzchnię koszulki, skąd odparowują. Który chłopak nie wracał z boiska w mokrych butach? Każdy wie, jak biega się w mokrych, ciężkich butach; można zapomnieć o pięknie sportu. Zawodowcy MŚ w RPA nie mieli takiego kłopotu! Czasy skóry wołowej stosowanej do produkcji obuwia piłkarskiego już dawno minęły. Zastąpiły ją polimery. Dziś but musi być dopasowany do stopy, lekki. Każde kopnięcie piłki powinno być jak najlepiej kontrolowane, a obciążenia wywołane biegiem piłkarza – jak najlepiej rozprowadzane. Dzisiejsze obuwie w minimalnym stopniu jest skórzane, podeszwy zwykle są wykonane z TPU.

#### Czym jest TPU?

TPU, to skrót termoplastycznego poliuretanu. Poliuretany, to szeroko rozwinięta grupa tworzyw. Wszyscy znamy pianki montażowe stosowane do wprawiania okien albo materiały stosowane do produkcji mebli, czy foteli i siedzeń samochodowych. Powstają one na drodze addycyjnej polimeryzacji związków wodorotlenowych zawierających w cząsteczce dwie lub więcej wolnych grup -OH (np. alkohole, aminy), z dwu- lub więcej funkcyjnymi izocyjanianami. Podstawowymi surowcami do ich produkcji są diizocyjaniany (aromatyczne i alifatyczne) oraz oligoetery lub oligoestry zakończone dwoma grupami hydroksylowymi. Najpowszechniej stosuje się diizocyjanian toluilenu (TDI). Cechą charakterystyczną, od której pochodzi nazwa tej grupy związków, jest występowanie ugrupowań uretanowych (-O-CO-NH-) w cząsteczce polimeru. Natomiast termoplast jest tworzywem, które w podwyższonej temperaturze można ponownie kształtować, co w przypadku produkcji wszelkiego rodzaju kształtek jest wysoce porządane i ułatwia proces produkcji. A co z najważniejszym elementem najbardziej popularnego sportu – piłki nożnej? Kiedyś do gry wykorzystywano piłki ze skóry, a na podwórkach popularne szmacianki. Najnowsza piłka firmy Adidas wyprodukowana na mistrzostwa w RPA jest określana jako najbardziej okrągła piłka na świecie. Zbudowana jest z ośmiu klejonych ze sobą, a nie jak wcześniej szytych, paneli. Dla porównania, popularna biedronka posiadała aż 32 takie panele, a poprzedni model Adidas – I4. Piłka mistrzostw świata 2010 r. zbudowana jest z 4 warstw, a najważniejsza warstwa zbudowana jest z tworzyw sztucznych EVA i TPU. EVA jest kopolimerem etylenu i octanu winylu. Kopolimery, to tworzywa zbudowane z dwóch lub więcej merów. Mery te mogą występować w cząsteczce w różnych stosunkach i ułożeniu; stąd wyróżnia się m.in. kopolimery statystyczne, gradientowe, blokowe lub naprzemienne. Właściwości takich polimerów są różne od homopolimerów (polimerów zbudowanych z jednego rodzaju merów), ale nie są sumą, ani średnią ich właściwości. Do produkcji EVA stosuje się etylen oraz octan winylu. Powstaje elastyczna, porowata pianka, która posiada znakomite właściwości amortyzujące, ochronne, izolacyjne. Oczywiście żaden producent nie zdradza szczegółowego składu swojego kopolimeru, dlatego próżno szukać szczegółowych informacji na ten temat na stronie www Adidas. Jak widać, piłka nożna to nie tylko świetnie wyszkoleni piłkarze, ale także okrągłe, szybkie piłki, znakomite obuwie i stroje sportowe. Wymienione zastosowania polimerów nie wyczerpują wszystkich stosowanych w tym sporcie. Należałoby wspomnieć przede wszystkim o rękawiczkach bramkarskich, ochraniaczach, czy wreszcie o sztucznych boiskach. Popularne ostatnio „Orliki”, szeroko wykorzystują włókna z polietylenu czy polipropylenu, wypełnione granulatem gumowym. Pokazaliśmy, jak chemia pomaga piłkarzom w ich pracy na boisku. Nie dajmy się jednak zwariować. To wciąż przede wszystkim zawodnicy sprawiają, że piłka nożna przyciąga miliony kibiców.

#### Pytania do tekstu źródłowego:

- I. Z jakiego materiału produkowane są koszulki typu DRI-FIT?
- II. Z jakich warstw składają się te koszulki?
- III. Wyjaśnij, na jakiej zasadzie woda jest odprowadzana za zewnątrz koszulki.
- IV. Czym jest TPU?
- V. Jak powstają termoplastyczne poliuretany?
- VI. Podstawowe surowce do produkcji TPU, to ..... i .....
- VII. Co to jest kopolimer?
- VIII. Z czego produkuje się EVA, jakie ma on właściwości?



## I. Wykorzystanie, przetwarzanie i tworzenie informacji

# Cztery stany skupienia

## Gazy – ocean życia

Czy zastanawiałeś się kiedyś drogi Czytelniku, co to – tak właściwie – jest gaz? Otóż jest to jeden z podstawowych stanów skupienia, w którym cząsteczki (lub atomy) słabo oddziałują między sobą poruszając się swobodnie w całej objętości oraz nieustannie się zderzając. Gazy nie posiadają określonego kształtu ani objętości; można łatwo zaobserwować, że wypełniają całą dostępną przestrzeń. W czasach starożytnych każdy gaz nazywano powietrzem. Wtedy też były one uważane za jeden z czterech żywiołów. Polski alchemik Michał Sędziwój na przełomie XVI i XVII w. po raz pierwszy zauważył, że powietrze jest mieszaniną różnych gazów. Jego spostrzeżenia zostały potwierdzone dopiero 170 lat później, kiedy to Antoine Lavoisier dokonał pierwszej analizy powietrza.

### „Czad atmosferyczny” i „duch świata” – co, tak naprawdę, nas otacza?

Na lekcjach geografii dowiadujemy się, że powietrze jest mieszaniną gazów oraz cząstek stałych, z których składa się atmosfera, czyli warstwa otaczająca kulę ziemską i chroniąca ją przed negatywnym oddziaływaniem kosmosu. Powietrze podlega ciągłym przemianom. Może zmieniać się jego skład chemiczny oraz właściwości fizyczne. Mimo tego, ilość niektórych składników pozostaje stała. Zaliczamy do nich azot, tlen oraz gazy szlachetne, wśród których należy wymienić argon, hel, neon, krypton i ksenon. Drugą grupę składników tworzą te elementy powietrza, które mogą ulegać zmianom. Wśród nich wymienia się: wodę (w postaci pary wodnej), gazy przemysłowe będące efektem oddziaływań człowieka (takie jak dwutlenek węgla, dwutlenek siarki oraz tlenki azotu), a także związki organiczne i składniki mineralne.

Za odkrywcę azotu – jednego z najważniejszych składników powietrza – uważa się Daniela Rutherforda. Jednak nie zawsze gaz ten nazywano właśnie azotem. Karl Wilhelm Scheele, kiedy odkrył nowy składnik powietrza, postanowił nazwać go powietrzem zepsutym; natomiast Lavoisier nazwał go *mofette atmosphérique* (fr.) – czad atmosferyczny. Jednak w 1787 r. wprowadzono nowe słownictwo chemiczne, wtedy też zaczęto gaz ten nazywać *azote*, od gr. wyrazu *azotikos* - niepodtrzymujący życia. Dziś gaz ten nazywamy azotem lub nitrogenium, a nazwę tę zawdzięczamy francuskiemu chemikowi Chaptalowi. Tlen – kolejny niesłychanie ważny gaz – odkrył najprawdopodobniej wcześniej wspomniany już Michał Sędziwój. Jak? Otóż wykonywał on doświadczenie chemiczne, które polegało na prażeniu saletry potasowej. Podczas prażenia saletra rozkłada się i wydziela się tlen. Doświadczenie to opisał w swoim dziele pt. „Dwanaście traktatów o kamieniu filozofów” stwierdzając, że saletra jest ciałem złożonym, zawierającym „ducha świata” (tak nazwał tlen, uznając go za kamień filozoficzny), umożliwiającym życie ludzi i zwierząt.

### Dlaczego powietrze jest dla nas takie ważne?

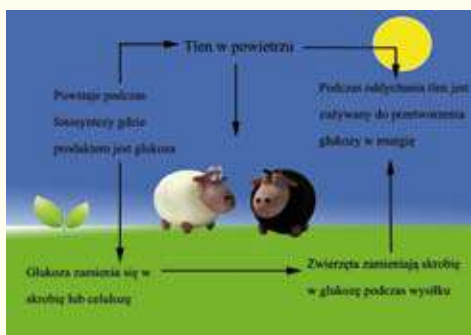
Odpowiedź jest prosta – bez niego nie byłoby życia na Ziemi. Powietrze wywiera ciśnienie na powierzchnię Ziemi (ciśnienie atmosferyczne). To w takich warunkach wykształciło się życie i zachodzą szeroko pojęte reakcje utleniania i redukcji. Ruch mas powietrza kształtuje pogodę. Dzięki parze wodnej w nim zawartej tworzą się chmury, bez których nie byłoby deszczu. Warstwa ozonu, znajdująca się w stratosferze na wysokości 15 – 20 km nad powierzchnią ziemi, pełni funkcję filtra pochłaniającego promieniowanie ultrafioletowe, wytwarzane przez Słońce, zabezpieczając organizmy żywe przed jego szkodliwym działaniem. Przerzedzenie tej warstwy nazywamy dziurą ozonową. Azot jest pierwiastkiem biogennym (umożliwiającym istnienie życia) i w organizmie spełnia głównie rolę budulcową. Jest składnikiem białek i kwasów nukleinowych (które spełniają fundamentalną rolę w zapisie informacji genetycznej wszystkich organizmów na Ziemi). W wymienionych wyżej przykładach azot nie może zostać zastąpiony przez żaden inny pierwiastek. Azot jest obecny w chlorofilu i cytochromach (biorą udział w oddychaniu komórkowym). Atomy azotu występują w związkach budujących błony komórkowe oraz we wtórnych związkach chemicznych spełniających różne, często nieokreślone bliżej role.

Chyba nikomu nie trzeba udowadniać, jak ważny dla każdego z nas jest tlen zawarty w powietrzu. Ludzie i zwierzęta pobierają tlen z powietrza w procesie oddychania, a wydzielają dwutlenek węgla. Z kolei rośliny przeprowadzając proces fotosyntezy, pochłaniają ten dwutlenek węgla i oddają do atmosfery tlen. W ten sposób zachowywana jest równowaga pomiędzy organizmami żywymi, roślinnymi i zwierzęcymi oraz gazami. Organizm przeciętnego dorosłego człowieka zużywa w ciągu minuty ok. 0,3 g tlenu, a jego niedobór staje się niebezpieczny dla życia.

Z powietrza, poprzez jego rozdział, możemy uzyskać gazy użyteczne technicznie. Gazy te stosuje się np. do chłodzenia suszenia czy nawilżania. Ale gazy techniczne, to nie tylko te uzyskane z rozdziału powietrza. Ciekawym przykładem gazu technicznego jest podtlenek azotu, który jest powszechnie wykorzystywany jako jeden ze składników znieczulenia ogólnego, a także do znieczulenia w stomatologii. Wykazuje niewielkie właściwości euforyzujące i dlatego jest nazywany gazem rozweselającym. Na pewno każdy z was otwierał kiedyś paczkę chipsów ziemniaczanych, czy używał bitej śmietany w spray'u. Również tam podtlenek azotu znalazł swoje zastosowanie. Miłośników motoryzacji natomiast zainteresuje fakt, że gaz ten jest też stosowany w tuningu samochodowym.

### Słów kilka na temat zanieczyszczeń...

Powietrze jest bardzo ważne (wie o tym każdy z nas) – niestety bardzo rzadko uświadamiamy sobie, że im bardziej go potrzebujemy, tym bardziej je zanieczyszczamy. Działalność gospodarcza człowieka prowadząca do zanieczyszczeń powietrza, stanowi dziś poważny problem, zwłaszcza w miastach. Duża koncentracja różnego rodzaju zakładów przemysłowych i źródeł energii oraz wzmożony ruch samochodowy odgrywają poważną rolę w dostarczaniu i gromadzeniu się w powietrzu atmosferycznym ogromnych ilości szkodliwych substancji. Charakterystycznymi dla miasta skutkami zanieczyszczenia powietrza jest występowanie smogu, osadzanie się znacznych ilości pyłów i sadzy, a także kwaśne deszcze. Innym czynnikiem prowadzącym do uwalniania do atmosfery dużych ilości szkodliwych substancji



Obieg tlenu w powietrzu  
(rys. chemia.dami.pl)

## I. Wykorzystanie, przetwarzanie i tworzenie informacji

są awarie techniczne w elektrowniach lub innych zakładach przemysłowych. Mogą one prowadzić do bardzo poważnych w skutkach katastrof, których efektem jest trwała degradacja środowiska przyrodniczego. Awarie takie są też poważnym zagrożeniem dla zdrowia i życia człowieka.

Chyba już nikt z Was, drodzy Czytelnicy, nie ma wątpliwości, że gazy to ocean życia. Bez nich tak naprawdę nie istniałby żaden nawet najmniejszy organizm.

### Co kryje się w kropli?

Na świecie istnieje wiele substancji, zarówno naturalnych jak i wytwarzanych przez człowieka. To, do którego stanu skupienia je zaszeregujemy, zależy od ich właściwości fizycznych. Właściwości te są bardzo ściśle związane z zachowaniem się i ułożeniem cząsteczek tych substancji w przestrzeni trójwymiarowej. W cieczech cząstki mają pewną swobodę ruchu; większą niż w ciałach stałych, ale mniejszą niż w gazach. Poruszają się w przypadkowy sposób i często zderzają ze sobą. Również siły przyciągania w cieczech są słabsze niż w ciałach stałych, ale silniejsze niż w gazach. Skutkuje to właściwościami, dzięki którym ciecze można z łatwością odróżnić od innych stanów skupienia.



Przede wszystkim, ciecze w określonej temperaturze mają określoną objętość, ale nie kształt. Przyjmują zawsze kształt naczynia, w którym się znajdują. Ciecze charakteryzuje również duża ruchliwość, która pozwala na ich łatwy przepływ z miejsca na miejsce.

Zwykle, gdy mówimy „ciecz”, to od razu przychodzi nam na myśl woda. Nic dziwnego, oceany pokrywają niebagatelne 71% powierzchni Ziemi, a biolodzy już dawno ustalili, że woda stanowi od 60% do nawet 75% masy ciała człowieka. Gdyby nie jej niezwykle właściwości, życie na ziemi w znanej nam formie nie byłoby w ogóle możliwe. Te informacje są wszystkim dobrze znane. Pamiętajmy jednak, że ciecze potrafią zaskakiwać: zarówno swoim wyglądem jak i właściwościami.

#### Ciecze jonowe

W chemii bardzo powszechnie stosowane są różnego rodzaju rozpuszczalniki. Niekiedy są to substancje neutralne (woda), ale w większości przypadków konieczne jest użycie czegoś „specjalnego”. Do substancji takich, nazywanych rozpuszczalnikami organicznymi, często używanymi w laboratoriach, należą m.in.: aceton, toluen, metanol. Wiadomo, że najlepiej byłoby powstrzymać się od używania rozpuszczalników organicznych, ale cóż ma zrobić laborant, gdy przeprowadzana przez niego reakcja nie zajdzie bez użycia takiego właśnie rozpuszczalnika?

Naukowcy dostrzegli ten problem i znaleźli jego rozwiązanie – ciecze jonowe, nazywane często zielonymi rozpuszczalnikami, bo są znacznie bardziej przyjazne środowisku niż rozpuszczalniki konwencjonalne. Ciecze jonowe zbudowane są tylko i wyłącznie z jonów. Najprostszą taką ciecz można przygotować przez stopienie soli. Problem w tym, że temperatury topnienia typowych soli są bardzo wysokie. Dla przykładu: chlorek sodu topi się dopiero w temperaturze 800 °C! A przecież chodzi nam o to, aby korzystać z cieczy jonowej powszechnie – najlepiej więc byłoby, aby topiła się ona w temperaturze niższej niż pokojowa. W wyniku żmudnych badań udało się zsyntezować odpowiednie związki. Naukowcy odkryli, że aby związek jonowy w temperaturze pokojowej był cieczą, to musi składać się z bardzo dużego kationu i o wiele mniejszego anionu. Przykładem cieczy jonowej jest sześćfluorofosforan 1-butylo-3-metyloimidazoliowy (BMIM).

Ciecze jonowe charakteryzuje niska prężność par (ich opary praktycznie nie przedostają się do atmosfery), nie są palne, mają wysokie przewodnictwo elektryczne, a także są zdolne do rozpuszczania bardzo wielu substancji organicznych i nieorganicznych. Ciecze jonowe znalazły zastosowanie w syntezie organicznej, reakcjach biokatalitycznych, produkcji ciekłych membran i sensorów oraz w elektrochemii.

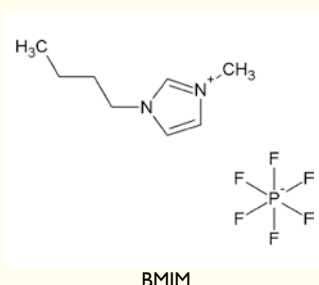
#### Ciecze inteligentne

W poprzednim wydaniu udowodniliśmy, że istnieją inteligentne polimery. Okazuje się, że inteligentne mogą być również ciecze. Kiedy umieści się je w odpowiednio silnym polu elektrycznym lub magnetycznym, to niektóre ich właściwości ulegną zmianie.

Przykładem inteligentnej cieczy jest zawiesina cząstek żelaza w kwasie oleinowym, której lepkość gwałtownie wzrośnie po umieszczeniu w polu magnetycznym. W rezultacie z cieczy powstanie ciało stałe. Dzieje się tak, ponieważ pod wpływem pola magnetycznego cząstki żelaza ulegają namagnesowaniu i uporządkowaniu. Na pewno każdy z was bawił się kiedyś magnesami i opilkami żelaza: kiedy zbliżało się do nich magnes, opilki układały się w regularne wzory. Dokładnie to samo dzieje się w zawieszynie żelaza. Czy zjawisko to może mieć zastosowanie w praktyce? Tak! Związki tego typu mogą służyć jako inteligentne amortyzatory. Zmiany pola magnetycznego powodują zmiany lepkości, co skutkuje różną szybkością przepływu płynu – możliwa jest więc ciągła zmiana siły tłumienia amortyzatora.

Jeżeli cząstki żelaza są bardzo małych rozmiarów (nanocząstki), to ciecz nabiera nowych właściwości – staje się ferrocieczą. Jeżeli umieścimy ją w polu magnetycznym, to dzięki temu, że cząstki są bardzo małe, a więc i bardzo lekkie; zaczną się przemieszczać zwiększając objętość cieczy. Ferrociecze wykorzystywane są jako ciekłe uszczelki oraz środki obniżające tarcie: w medycynie, optyce i wojsku, a także w sztuce.

Ciecze inteligentne mogą również reagować na pole elektryczne. Najprostszą taką ciecz uzyskamy mieszając mąkę kukurydzianą z olejem roślinnym. Według jednej z teorii, pole elektryczne (podobnie jak wcześniej pole magnetyczne) powoduje uporządkowanie cząstek cieczy – zamianę w ciało stałe, często o strukturze żelu (podobnej do galaretki). Związki te wykorzystuje się przy produkcji zaworów hydraulicznych, hamulców i amortyzatorów.



BMIM

## I. Wykorzystanie, przetwarzanie i tworzenie informacji

### Ciecze natlenione

Człowiek nie ryba – oddychać pod wodą nie potrafi. Dlaczego? Powodem jest słaba rozpuszczalność tlenu w wodzie. W powietrzu jest go aż 40 razy więcej! Aby płuca otrzymały wymaganą ilość tlenu, musiałyby pracować 40 razy szybciej, a to oczywiście niemożliwe. Istnieją jednak ciecze, w których tlen bardzo dobrze się rozpuszcza. Przykładem jest Fluorinert – związek składający się wyłącznie z węgla i fluoru.

Fluor jest pierwiastkiem o największej elektroujemności w całym układzie okresowym. W wiązaniu fluor-węgiel, to właśnie ten pierwszy zagarnia w swoją stronę elektrony; jego cząstkowy ładunek jest ujemny. Z tego powodu cząsteczki Fluorinertu wolą zachować pewną odległość między sobą – pomiędzy cząsteczkami tworzą się wolne przestrzenie mogące gromadzić tlen. Sprawia to, że oddychanie w takim płynie jest możliwe.

Obiecującym wydaje się zastosowanie Fluorinertu w pediatrii. Bardzo często dzieci urodzone przed terminem porodu, nie mają na tyle wykształconych płuc, aby samodzielnie oddychać tlenem z powietrza. Napełnienie płuc natlenionym płynem może uratować ich życie. Rozważa się również dodawanie Fluorinertu do butli tlenowych dla nurków (w zastępstwie azotu), co powinno zapobiegać chorobie dekompresyjnej. Prace nad natlenionymi cieczami wciąż trwają i być może niedługo będzie można używać ich powszechnie.

Na świecie istnieją ciecze o właściwościach, o których nie śnili na nawet naukowcy. Na szczęście wskutek wieloletnich badań odkrywamy sekrety związków w tym stanie skupienia. Drogi Czytelniku, pokrótce poznałeś już ciecze jonowe, inteligentne i natlenione. To jednak nie koniec niespodzianek! Istnieją przecież jeszcze ciecze nienewtonowskie, ciekłe kryształy, ciekłe membrany, ciecze palne, wybuchowe... W jednej kropli może kryć się naprawdę bardzo wiele tajemnic.

### Język ciała... stałego

Aby zrozumieć fenomen tego, co nazywamy ciałami stałymi, należy najpierw przybliżyć sobie podstawową definicję tej materii. Najprościej – ciało stałe, to wszystko to, co nie jest gazem ani cieczą. Ale czy to faktycznie nas satysfakcjonuje? Ciała stałe mają szereg odmiennych właściwości, najogólniej możemy powiedzieć, że są to substancje o budowie regularnej. Oznacza to, że atomy lub cząsteczki rozmieszczone są w określony i uporządkowany sposób, tworząc jednostki powtarzalne, a całość odbywa się w przestrzeni określonej trzema układami współrzędnych. Atomy lub cząsteczki, jak wiadomo, są połączone ze sobą wiązaniami, a w obrębie tych wiązań występują drgania. Ruch ten jest jednak tak niewielki, że cały układ jest stosunkowo sztywny, tj. trudno zmienia kształt i objętość. Czytając tę definicję raz jeszcze, można się lekko zagubić pomiędzy otaczającymi nas ciałami stałymi. Począwszy od plastikowej butelki, kryształku cukru, kubka z herbatą, kartki papieru, paznokcia, włosa i marchewki; to wszystko pasuje do przedstawionego opisu i jest ciałem stałym.

Opisywanie marchwi sobie podarujemy, przejdźmy zatem do ciekawszych zagadnień.

#### Bling-bling, czyli rzecz o kryształach

Kryształy, to podręcznikowe ciała stałe. Mają uporządkowaną strukturę, kształt regularnych wielościanów. Łatwo się domyśleć, jaki urokliwy temat poruszymy, mianowicie... temat węgla. Pierwiastek ten, choć tak bardzo popularny, w stanie wolnym w przyrodzie występuje tylko w niewielkich ilościach. Spotkać go można w dwóch postaciach: diamentu i grafitu. Są to odmiany alotropowe, co oznacza, że różne są jego struktury krystaliczne, a przez to właściwości fizyczne i chemiczne. Przyjemniejszy dla oka (zwłaszcza kobiecego) diament w stanie czystym tworzy bezbarwne, przezroczyste, bardzo twarde kryształy, nieprzewodzące prądu elektrycznego, za to silnie załamujące światło. W obecności zanieczyszczeń, w zależności od ich rodzaju i stężenia, diamenty bywają zabarwione na czerwono, żółto, fioletowo, bądź czarno (tzw. karbonado). Ogrzewane bez dostępu powietrza przechodzą w grafit. Proces odwrotny jest zdecydowanie bardziej problematyczny, a piętzące się trudności jego przeprowadzenia zostały pokonane dopiero w ostatnich latach. Grafit ma mniejszą gęstość, a co za tym idzie, luźniejszą strukturę sieci przestrzennej, stąd też jego przemiana w diament wymaga użycia bardzo wysokich ciśnień. Obecnie stosowanymi parametrami są: temp. ok 1500-2700K, ciśnienie 6-12Gpa oraz sole metali jako katalizatory. Diamenty wyprodukowane w ten sposób różnią się kolorem, w zależności od stosowanej temperatury. Te otrzymywane w najniższej możliwej temperaturze są czarne, w wyższych – zielone lub żółte, w najwyższych – bezbarwne. Niestety, ku rozpaczy jubilerów i gwiazd hip-hopu, nie mają one zastosowania biżuteryjnego, natomiast, jeśli chodzi o zastosowanie przemysłowe, nie ustępują diamentom naturalnym. Co do grafitu, jest on ciałem czarnoszarym, o charakterystycznym metalicznym połysku, tłustawym w dotyku, dobrze przewodzącym elektryczność i ciepło. Sieć przestrzenna grafitu składa się z równoległe ułożonych płaskich warstw. Długość wiązania C-C wynosi 142 pm, co odpowiada długości wiązań w benzenie – podobnie jak kąt między wiązaniami C-C – 120°. Grafit, choć nie tak efektywny jak diament, doskonale odnajduje swoje miejsce w przemyśle. Znalazł zastosowanie w elektrochemii i elektrometalurgii, wyrobach piśmienniczych, jako smar do mechanizmów pracujących w podwyższonych temperaturach oraz moderator w reaktorach jądrowych.

#### Rajstopy Supermana – co nieco o kevlarze

Kevlar składa się w ok. 2-3% z fazy amorficznej. Jego matką jest Stephanie Kwolek, która poszukując włókna o wytrzymałości azbestu i sztywności włókna szklanego, odkryła go w 1965 r. Wprowadzenie kevlaru do produkcji przez firmę Du Pont miało miejsce dopiero w 1982 r. Opóźnienie to było spowodowane użyciem do jego produkcji rozpuszczalnika, który, jak się okazało, miał właściwości kancerogenne. Koszt prac wdrożeniowych sięgnął astronomicznej kwoty 500 mln USD. Pomimo tak burzliwej historii i poświęconych środków, do dziś dnia kevlar nie ma masowego zastosowania.

Czym właściwie jest jest kevlar i dlaczego nazywany jest materiałem XXI w.? Kevlar jest polimerem o długich, benzenowych łańcuchach połączonych grupami amidowymi, zbliżonymi do tych obecnych w białkach. Tworzywo powstaje w momencie, gdy benzen z dwiema grupami aminowymi reaguje z innym benzenem z dwiema grupami chlorokarbonyłowymi. Sekret wytrzymałości kevlaru tkwi w regularności jego struktury. W zdecydowanej większości włókien, nici polimerowe przypominają spaghetti, tworząc bezładną,

## I. Wykorzystanie, przetwarzanie i tworzenie informacji

pomieszaną masę. W kevlarze natomiast, siły przyciągania pomiędzy włóknami są tak duże, że łańcuchy układają się w równoległe rzędy, tworząc płaskie akrusze ułożone ściśle jeden nad drugim. Właściwości tego materiału są imponujące. Zaczynijmy od tego, że kevlar zatrzymuje pociski, stąd jego zastosowanie w wyposażeniu wojskowym, tj. kaskach, kamizelkach kuloodpornych, które nie dość, że są lżejsze od wykonanych z wcześniej stosowanych materiałów, to dodatkowo można je szyć na miarę. Ponadto jest ogniotrwały, ma właściwości samogaszące i emituje znikome ilości dymu. Jest odporny na działanie warunków atmosferycznych, nie staje się kruchy nawet w temp.  $-70^{\circ}\text{C}$ , dlatego światłowody, które muszą przetrwać surowe warunki pogodowe w górach, są pokrywane warstwą kevlaru. Możemy go również spotkać w rękawicach ochronnych, skafandrach dla astronautów, rakietach tenisowych, nartach, wędkach i wielu innych przedmiotach. Tworzywo to jest pięciokrotnie mocniejsze od stali i bardziej elastyczne od włókna węglowego. Obecnie kevlar jest poddawany testom w ośrodku badania wybuchów w Fort Halstead – sprawdzany jest jako materiał do wykonywania osłony luków bagażowych samolotów na wypadek wybuchu znajdującej się tam bomby. Okazało się, że panele z kevlaru pod wpływem eksplozji ulegają deformacji, ale nie pękają i zatrzymują fragmenty materiału wybuchowego. Do ochrony samolotu potrzebne są ok. 3 t kevlaru, co zwiększyłoby zużycie paliwa i podniosło koszty eksploatacji o 210 tys. PLN/r.

### Zamrożony nieporządek

Ciała bezpostaciowe, izotropowe, bądź inaczej amorficzne, bo o nich będzie teraz mowa, powstają, gdy w czasie oziębiania cieczy z jakiegoś powodu nie następuje krystalizacja. Najczęstszą tego przyczyną jest trudność w wytworzeniu pierwszych porcji fazy krystalicznej. Powszechnie znanym ciałem bezpostaciowym jest szkło, bo choć z pozoru twarde, to ciałem stałym do końca nie jest. Powstało wiele publikacji mających na celu rozwiązanie kwestii, czy ciała izotropowe należy zaliczyć do cieczy, czy materii stałych. Kwestią sporną jest tutaj przejście do stanu ciekłego, które odbywa się nie skokowo w określonej temperaturze, jak ma to miejsce w przypadku ciał stałych, lecz w sposób ciągły, poprzez przejście przez stan plastyczny. Ciekawym przykładem ciała bezpostaciowego są siloksany. Są to polimery krzemooorganiczne, należące do szerszej grupy polimerów metaloorganicznych. Częściczki te, oprócz fragmentów organicznych, zawierają również krzem, a tym, co charakteryzuje polisiloksany, jest powtarzające się wiązanie krzem-tlen. Ich potoczna nazwa to silikon. Wywodzi się ona z okresu, gdy siloksanom przypisywano strukturę analogiczną do ketonów. Spektrum zastosowań siloksanów jest bardzo szerokie – od olejów poprzez smary, kauczuki, na żywicach kończąc. Wszystkie te produkty należą do ciał bezpostaciowych, a różnią się tylko (oprócz oczywiście składowych komponentów), zawartością fazy amorficznej. I tak, na przykład żywice są w 100% amorficzne, podczas gdy żele silikonowe, używane jako implanty piersi, są amorficzne tylko w 70% i mniej.

O ciałach stałych można napisać nieskończoną ilość opasłych tomów. To jedno z tych zagadnień, gdzie zawsze możemy dotrzeć jeszcze głębiej i głębiej. I właśnie to jest w chemii fascynujące, niezliczone lądy do odkrycia i przebadania.

## Niezwykły świat materii

### Plazma

Plazma, to czwarty stan skupienia. Chociaż według jednej z teorii, stanowi aż 99% wszechświata, na Ziemi została odkryta dopiero pod koniec XIX w. przez angielskiego fizyka, Williama Crookesa. Plazma bardzo przypomina gaz – nie posiada określonego kształtu ani objętości. Jedyną różnicą jest to, że składa się ona nie tylko z cząstek obojętnych, ale także z cząstek naładowanych elektrycznie: kationów, anionów i elektronów. Jak wiadomo, cząstki o takich samych ładunkach (np. dwa kationy) odpychają się, a naładowane różnoimiennie – przyciągają. Powoduje to powstanie silnych oddziaływań między składnikami plazmy i jest źródłem jej niezwykłych właściwości.

Obecność swobodnych ładunków (jonów i elektronów) powoduje, że plazma doskonale przewodzi prąd elektryczny. Sprawia też, że bardzo silnie oddziałuje ona z zewnętrznym polem elektrycznym i magnetycznym. Pod ich wpływem plazma może układać się w przeróżne struktury, np. włókna lub warstwy.

Ten stan skupienia występuje w przyrodzie dość powszechnie; z plazmy zbudowane są błyskawice, zorze polarne i jonosfera. Tworzy ona również wiatr słoneczny i gwiazdy. Plazmę można wytworzyć sztucznie, w laboratorium. Potrzebna jest do tego ogromna dawka energii, np. poprzez przyłożenia bardzo wysokiego napięcia. Sprawia ono, że elektrony opuszczają atomy i przemieszczają się w stronę anody, podczas gdy „opuszczone” jądra (naładowane dodatnio) poruszają się w stronę katody. Jeżeli napięcie jest wystarczająco wysokie, ładunki poruszając się, uderzają w kolejne atomy tworząc jeszcze więcej jonów. Powstaje również podobny do błyskawicy łuk elektryczny. Wytworzone przez niego ciepło powoduje jonizację kolejnych cząsteczek.

Plazmę wykorzystuje się powszechnie w elektronice, metalurgii oraz inżynierii kosmicznej. Przeciętny czołowiek plazmę kojarzy głównie z telewizorami. Zasada działania wyświetlacza plazmowego nie jest skomplikowana: zamkniętą w tysiącach małych pojemniczków mieszaninę gazów (ksenon, neon, hel) doprowadza się do stanu plazmy poprzez przyłożenie wysokiego napięcia. Powstałe jony zaczynają poruszać się i uderzając w ekran, emitują światło. Aby otrzymać kolorowy obraz, ekran pokryty jest różnymi cząsteczkami, które zmieniają barwę światła.

### Ciekłe kryształy

Czy substancja może mieć jednocześnie właściwości cieczy i ciała stałego? Odpowiedź brzmi – tak – jeżeli tylko jest w stanie ciekłokrystalicznym; wtedy, choć charakteryzuje się dużym uporządkowaniem (jak ciało stałe), to ma zdolność do płynięcia (jak ciecz). Tylko niektóre substancje mogą występować jako ciekłe kryształy. Generalnie, cząsteczki muszą posiadać wydłużony lub „dyskopodobny” kształt. Przykładem są substancje organiczne o skomplikowanych nazwach i wzorach chemicznych, jak bromek cholesterolu, i p-kwinkwefenyl, ale w tym stanie może występować również wodny roztwór mydła. W zależności od ułożenia cząsteczek, wyróżnia się trzy formy: smektyczną (równoległe cząstki, ułożone w warstwy), nematyczną (równoległe cząstki) i cholesterolową (cząstki ułożone w warstwy).

## I. Wykorzystanie, przetwarzanie i tworzenie informacji

Najbardziej znanym zastosowaniem ciekłych kryształów są bez wątpienia wyświetlacze LCD (*Liquid Crystal Display*). Wykorzystuje się w nich kryształy o strukturze nematicznej, gdyż są najbardziej podatne na zmiany pola elektrycznego. Wyobraźmy sobie, że kryształy takie znajdują się między szklanymi płytkami pokrytymi od wewnętrznej strony przewodnikiem prądu. W momencie, gdy do płytek zostanie przyłożone napięcie, cząsteczki zmieniają swoje ułożenie. Ciekłe kryształy same w sobie nie emitują światła, ale działają jak filtry: różne struktury cząstek przepuszczają światło w różnym stopniu. W ten sposób otrzymuje się obraz czarno-biały. Uzyskanie obrazu kolorowego wymaga dodania do ciekłych kryształów specjalnych barwników, które, w zależności od ułożenia cząsteczek, pochłaniają światło o określonych kolorach. W ten sposób światło przechodzące przez wyświetlacz jest w kolorze dodanego barwnika. Wyświetlacze LCD stosowane są teraz praktycznie wszędzie: w telewizorach, komputerach, zegarkach, kalkulatorach i telefonach.

### Nadciecze

Ten przedziwny stan materii charakteryzuje się całkowitym brakiem lepkości. Oznacza to, że gdybyśmy wytworzyli w takiej cieczy wir i przyszedli za tysiąc lat zobaczyć, jak się ma nasza ciecz, to ona nadal by wirowała. Nadciecze mają również nieskończone przewodnictwo cieplne. Jak do tej pory stan nadciekły zaobserwowano tylko w izotopach helu (He-4, He-3) i to przy ekstremalnie niskich temperaturach (2K, 0,0025K).

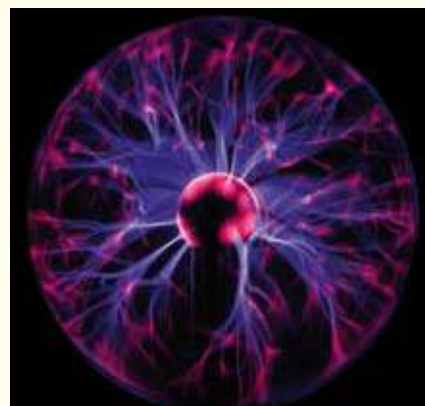
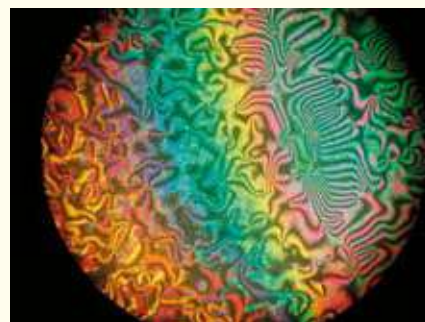
Naukowcy dokładnie zbadali te izotopy i odkryli kilka ciekawych własności. Nadciekły hel może wspinać się w postaci cienkiej błony po ściankach naczynia, w którym się znajduje, przecząc prawu grawitacji. Co więcej, prędkość tego ruchu może być rzędu 30 cm/s! Kolejną zaskakującą cechą jest tzw. efekt fontannowy. Jeżeli do pojemnika z nadciekłym helem włoży się kapilarę (rurkę o bardzo małej średnicy) i lekko ogrzeje, to będzie można zauważyć gwałtowny „wytrysk” helu.

Nadciecze znajdują zastosowanie w przemyśle i w nauce, np. w chłodziarkach rozcieńczalnikowych. Urządzenia te wykorzystują nadciekły hel do osiągnięcia bardzo niskich temperatur wymaganych przy niektórych eksperymentach chemicznych i fizycznych.

XVII-wiecznym badaczom wydawało się, że trzy stany skupienia wystarczą do opisu całej materii wszechświata. Teraz okazało się, że gazy, ciecze i ciała stałe stanowią co najwyżej 1% naszego uniwersum. Naukowcy nie tylko odkryli nowe stany materii o zupełnie nowych właściwościach (plazma, kondensat Bose'go-Einsteina, kondensat fermionów), ale również udowodnili, że niektóre materiały można zakwalifikować do kilku kategorii jednocześnie. Wszechświat powoli zaczyna odkrywać przed nami swoje tajemnice.

### Pytania do tekstu źródłowego:

- I. W jaki sposób oddziałują ze sobą cząsteczki w gazach?
- II. Kto odkrył azot?
- III. W jaki sposób i kto odkrył, że tlen jest składnikiem powietrza?
- IV. Ile tlenu zużywa organizm dorosłego człowieka w ciągu minuty?
- V. Jak uzyskujemy gazy techniczne, do czego są one stosowane?
- VI. Jaki procent masy ciała człowieka stanowi woda?
- VII. Co to są ciecze jonowe?  
Podaj przykłady cieczy inteligentnych.
- VIII. Co to są ferrociecze? Gdzie znajdują zastosowanie?
- IX. Co to są ciecze natlenione?
- X. Gdzie ma zastosowanie Fluoroinert?
- XI. Jak zbudowane są kryształy?
- XII. Wymień i opisz pokrótce odmiany alotropowe węgla.
- XIII. Ile wynosi długość wiązania C-C w graficie?
- XIV. Co to jest Kevlar? Gdzie się go stosuje?
- XV. Jak inaczej nazywane są ciała bezpostaciowe?
- XVI. Podaj przykłady ciał bezpostaciowych.
- XVII. Ile wyróżniamy stanów skupienia? Wymień je.
- XVIII. Co to jest plazma?
- XIX. Gdzie w przyrodzie występuje plazma?
- XX. Gdzie wykorzystuje się plazmę?
- XXI. Co to są ciekłe kryształy? Podaj przykłady.
- XXII. Co to jest struktura nematiczna?
- XXIII. Co to są naciecze?



## Treści nauczania: 1.a

## Treści nauczania 1.a, 1.c i 1.e przedstawione w formie prezentacji multimedialnej znajdują się na dołączonej do skryptu płycie CD

## Krzem – ogniwo łączące szklaną szybę, procesor komputera i implanty piersi...

Krzem jest jednym z najbardziej rozpowszechnionych pierwiastków skorupy ziemskiej. Krzem nie występuje w przyrodzie w stanie wolnym. Ze względu na wysokie powinowactwo do tlenu, występuje najczęściej w postaci tlenku krzemu ( $\text{SiO}_2$ ), w przeróżnych postaciach: krzemionka (piasek), kwarcyt, trydyt, kryształ górski, chalcedon, jaspis, agat, ametyst, krystobalit, etc. Równie często spotkać możemy krzemiany i glinokrzemiany przeróżnych metali, stanowiących kolejną grupę związków, w których omawiany pierwiastek występuje, a które znajdują się np. w glinie.

**Krzem a materiały konstrukcyjne.** Krzemionka oraz krzemiany (i glinokrzemiany) od wieków przetwarzane były na wiele różnych sposobów, tworząc tym samym całą gamę wielorakich mieszanek ceramicznych, spieków, itd. Również szkło, do produkcji którego głównym surowcem jest tlenek krzemu, znalazło zastosowanie w tak wielu dziedzinach życia, że nie sposób jest je wszystkie wymienić w tak krótkim artykule.

**W codziennym użytku.** Czy wyobrażacie sobie pracę, naukę, rozrywkę bez zastosowania komputerów? Gdyby nie rewolucyjne odkrycie zdolności półprzewodnikowych krzemu oraz niektórych jego związków, nie zostałyby wytworzone tak sprawne tranzystory. Bez nich z kolei niemożliwe byłoby stworzenie procesora – serca każdego komputera. Półprzewodniki krzemowe stosowane są także do fotoogniw – pewnie każdy z Was miał kiedyś kalkulator na „baterię słoneczną”... Jest jeszcze jedno (coraz częściej wykorzystywane) zastosowanie krzemu w otaczającym nas świecie – pewne organiczne związki krzemu; silikon, chociaż używane w wielu ambitniejszych celach (smary, oleje, żywice, elastomery), jednoznacznie kojarzą się z implantami piersi. Elastyczne właściwości oraz neutralność dla organizmu człowieka, wytworzonego na bazie krzemu materiału sprawiają, że nadaje się on idealnie do tego zastosowania.

**W laboratorium i nie tylko.** Węgiel krzemu ( $\text{SiC}$ ) stosowany jest do wytwarzania sycitów – grzałek oporowych, mogących pracować w bardzo wysokich temperaturach, w piecach o ogromnej mocy grzewczej. Polimery „nieorganiczne” oparte na tlenowych związkach krzemu: polisiloksany, znalazły szerokie zastosowanie jako wysoko wyspecjalizowane: kauczuki, oleje, tworzywa termoutwardzalne, smary, dodatki do farb i lakierów, dodatki do maści i kosmetyków. Odpowiednio preparowany żel kwasu krzemowego – silica gel, jest genialnym adsorbentem. Możecie go znaleźć jako pochłaniacz wilgoci w niektórych produktach spożywczych, w opakowaniach butów i wszędzie tam, gdzie potrzebna jest sucha atmosfera. Kolejną ciekawostką z zakresu zastosowań związków krzemu są zeolity – specyficzne glinokrzemiany, o regularnej strukturze – stosowane między innymi jako katalizatory w przemyśle petrochemicznym i szeroko pojętej branży paliwowej. Używane są również do oczyszczania i osuszania gazów, oczyszczania wody, a nawet jako dodatek do środków piorących. Pełnią one rolę „sit molekularnych”, ze względu na swoją wysoce regularną strukturę cząsteczkową.

**Życie a krzem...** Pierwiastek ten pełni bardzo ważną funkcję w organizmach żywych – funkcję budulcową. Znajduje się (oczywiście w formie związanej) we włóknach roślin, ścięgnach zwierząt i ludzi, w błonach śluzowych, a nawet w ścianach naczyń krwionośnych, nadając im odpowiednią wytrzymałość. Jak się okazuje, życie bez krzemu i jego związków byłoby wręcz niemożliwe. Ba! Krzem, poprzez podobieństwo chemiczne do węgla, może tworzyć struktury analogiczne do węglowodorów. Dzięki temu możliwe jest tworzenie bardzo różnorodnych związków z samych tylko krzemu i wodoru. Niestety nie udało się zsyntezować cząsteczki, w której występowałoby wiązanie wielokrotne Si-Si, ale prace nadal trwają.

**Czy wiesz, że...** Kilogram [kg] to jedyna jednostka układu SI, dla której podstawą definicji jest określony przedmiot, a nie odwołanie się do stałych fizycznych. Stanowi on masę międzynarodowego wzorca wykonanego ze stopu platyny z irydem, przechowywanego w Sèvres koło Paryża. Ze względu na straty masy wzorca oraz jego kopii, zaproponowano nową definicję kilograma, opartą o zadaną ilość atomów krzemu-28. Przygotowano niezwykle precyzyjnie dwie kule o średnicy 93,75 mm, których masy idealnie pokrywają się ze wzorcem z Sèvres. Odchylenia od kulistości są naprawdę nieznaczne. Czy stanie się ona nowym wzorcem kilograma? Zdecyduje o tym Międzynarodowy Komitet Miar i Wąg w 2011 roku.



Monokrystal krzemu  
(fot. www.wikipedia.pl)



Procesor – serce komputera  
(fot. upload.wikimedia.org)



Implanty piersi (fot. www.vitalab.pl)

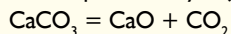
## Treści nauczania: 1.a, 1.b, 1.c, 1.d, 1.e

## Jak zbudować zamek – poradnik praktyczny

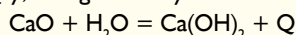
Aby zbudować zamek, należy wybrać właściwe miejsce. Transport olbrzymich głazów jest dość kłopotliwy, zatem warto na samym początku poszukać miejsca obfitującego w surowce mineralne o zastosowaniu budowlanym. Jak pokazuje historia, skały wapienne znakomicie sprawdzają się w tej roli. Zaliczamy do nich wapień, kredę oraz marmur. Kreda i wapień, to skały osadowe, powstałe w wyniku

## II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów

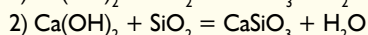
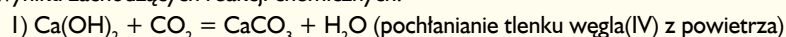
gromadzenia się osadów, natomiast marmur jest skałą o budowie krystalicznej, stosowaną głównie jako materiał dekoracyjny. W naszym zamku przyda się do wykonania schodów i posadzek. Wspólnym mianownikiem łączącym wszystkie skały wapienne jest kalcyt ( $\text{CaCO}_3$ ). Aby przystąpić do budowy fundamentów przyszłego zamczyska, należy uprzednio przygotować spoiwo budowlane. Do tego celu wykorzystamy otaczające nas wapienie, a dokładnie wapno palone. Przemysłowy proces jego otrzymywania odbywa się w wielkich piecach szybowych zwanych wapiennikami, do których od góry dostarcza się koks wraz z wapieniem ( $\text{CaCO}_3$ ), od dołu natomiast doprowadza się powietrze. Otrzymywana w wyniku spalania koksu bardzo wysoka temperatura jest niezbędna do termicznego rozkładu wapienia. W ten oto sposób otrzymujemy czysty tlenek wapnia  $\text{CaO}$ , popularnie zwany wapnem palonym.



Kolejnym krokiem jest przygotowanie zaprawy murarskiej. Użyjemy do tego otrzymane wcześniej wapno palone. W tym celu musimy dodać do niego wody. Następuje wtedy reakcja egzotermiczna, a otrzymany produkt zwany wapnem gaszonym  $\text{Ca(OH)}_2$  jest silnie żrący; dlatego radzimy zachować ostrożność.



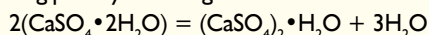
Mając wapno gaszone, przygotowanie zaprawy jest dziecinnie łatwe. Wystarczy zmieszać wapno gaszone z tlenkiem krzemu(IV) ( $\text{SiO}_2$ ), czyli popularnym piaskiem. Twardnienie zaprawy następuje początkowo w wyniku częściowego odparowania wody, a następnie w wyniku zachodzących reakcji chemicznych:



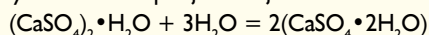
Procesy te mogą trwać nawet kilka lat, dlatego początkowo w naszym zamku może panować lekka wilgoć, co oczywiście doda osobliwego uroku. Podsumowując, zastosowanie wapieni w budownictwie przedstawia się następująco:

WAPIEŃ ( $\text{CaCO}_3$ ) -prażenie- WAPNO PALONE ( $\text{CaO}$ ) -gaszenie- WAPNO GASZONE ( $\text{Ca(OH)}_2$ )

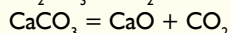
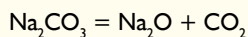
Mając postawione fundamenty oraz mury zamku, należy przejść do kolejnego kroku, mianowicie prac tynkarskich. Do tego celu wykorzystamy skały gipsowe, których głównym składnikiem jest siarczan(VI) wapnia  $\text{CaSO}_4$ . W przyrodzie możemy spotkać dwa minerały zawierające  $\text{CaSO}_4$ ; są to anhydryt, będący czystym siarczanem(VI) wapnia oraz gips krystaliczny, inaczej alabaster o wzorze  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Gips krystaliczny jest hydratami; oznacza to, że do jednej cząsteczki siarczynu(IV) wapnia dołączone są w tym przypadku dwie cząsteczki wody. Hydraty nie są substancjami trwałymi, w trakcie ogrzewania tracą wodę zamieniając się w proszek. Substancją kluczową do dalszych prac wykończeniowych na zamku jest tzw. gips palony. Otrzymuje się go w reakcji ogrzewania w temp. ok. 90-120°C gipsu krystalicznego.



Nasz produkt jest białym ciałem stałym, nierozpuszczalnym w wodzie. Jest półhydratem. Po dodaniu wody tworzy półpłynną, szybko twardniejącą masę – zaprawę gipsową. W budownictwie stosowana jako zaprawa hydrauliczna, czyli taka, która twardnieje pod wpływem wody. Proces ten opisuje reakcja:



Oprócz wykorzystania gipsu w budownictwie, znalazł on również zastosowanie w medycynie do usztywnienia miejsc złamań i zwichnięć, gdyż w przeciwieństwie do wapna gaszonego nie ma właściwości żrących. Skoro mamy już postawione mury, a ściany od wewnątrz są wygładzone, należałoby zastanowić się nad wstawieniem okien. Surowcami do produkcji szkła są: wapień ( $\text{CaCO}_3$ ), soda ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) oraz krzemionka ( $\text{SiO}_2$ ); zmielone półprodukty stapia się w specjalnych piecach, w bardzo wysokiej temperaturze. Podczas tego procesu wapień i soda ulegają rozkładowi z wydzieleniem  $\text{CO}_2$ . Powstałe wtedy tlenki wapnia i sodu reagują z krzemionką, tworząc krzemiany. Kolejnym etapem jest ochłodzenie szklanej masy do temp. ok. 1000°C i formowanie poprzez wytłaczanie, walcowanie, wyciąganie lub wydmuchanie.



Szkło jest substancją bezpostaciową; oznacza to, że nie ma uporządkowanej budowy wewnętrznej, a jego cząsteczki ułożone są chaotycznie. Nie ma również ściśle określonej temperatury topnienia. Ponadto szkło źle przewodzi ciepło i nie przewodzi prądu elektrycznego. Jest odporne na działanie kwasów, z wyjątkiem kwasu fluorowodorowego. Ostatnim surowcem, który ze względu na szerokie spektrum zastosowań na pewno przyda się podczas prac budowlanych nad zamkiem, jest tlenek krzemu(IV). Ale od początku... Krzem jest drugim, zaraz po tlenie, najbardziej rozpowszechnionym pierwiastkiem w skorupie ziemskiej. Nie występuje w stanie wolnym, możemy go spotkać najczęściej jako dwutlenek krzemu  $\text{SiO}_2$ , bądź w postaci krzemianów lub glinokrzemianów. Dwutlenek krzemu lub inaczej krzemionka ma kilka odmian krystalicznych - najpopularniejsza to kwarc, a jego bezbarwna postać, to powszechnie znany kryształ górski. Jaspis, chalcedon i agat również należą do rodziny dwutlenku krzemu. Pokruszona krzemionka to piasek, niezbędny do przygotowania zaprawy murarskiej, której wcześniej używaliśmy. Krzemionka jest odporna na działanie kwasów, z wyjątkiem wspomnianego już kwasu fluorowodorowego, nie rozkłada się pod wpływem wysokiej temperatury, tlenu ani wody. Dwutlenek krzemu wchodzi w skład krzemieni, twardych skał dawniej używanych do wyrobu broni i narzędzi. Wspomniane wcześniej krzemiany, to po prostu sole kwasów krzemowych, np. krzemian sodu, natomiast glinokrzemiany, to takie, w których niektóre atomy krzemu zostały zastąpione atomami glinu. Jak widać, wiedza z zakresu chemii przydaje się w najmniej oczekiwanych sytuacjach i każdy szanujący się właściciel zamku powinien być biegły w tym temacie.



## II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów

### Pytania do tekstu źródłowego:

#### I. Zaznacz prawidłową odpowiedź:

##### 1. Surowcami niezbędnymi do produkcji szkła są:

- wapień, węgiel sodu, tlenek krzemu(IV)
- węgiel wapnia, tlenek glinu, siarczan(VI) sodu
- tlenek sodu, tlenek wapnia, węgiel

##### 2. Do przygotowania zaprawy murarskiej potrzebne są:

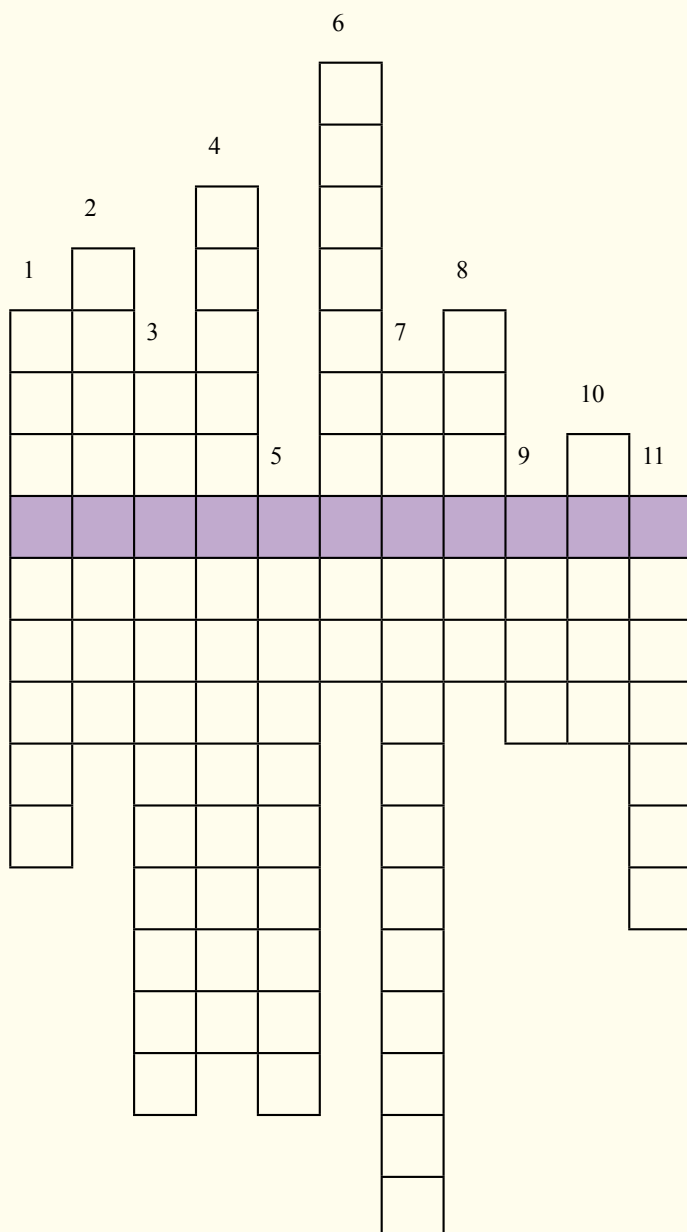
- wapno palone, woda, piasek
- gips palony, woda, piasek
- woda, wapno gaszone, wapno palone

##### 3. Piasek to:

- tlenek krzemu(IV)
- tlenek sodu
- tlenek wapnia

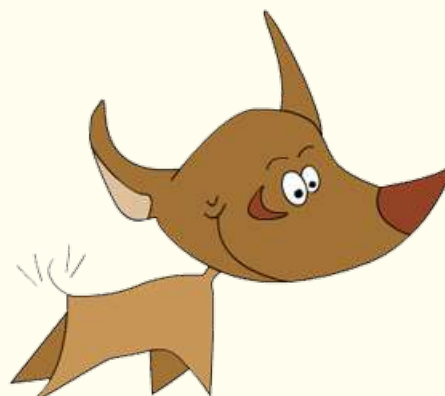
##### 3. Do usztywniania miejsc złamań i zwichnięć w medycynie stosuje się:

- gips krystaliczny
- wapno palone
- kwarc



#### II. Rozwiąż krzyżówkę:

- Inaczej gips krystaliczny
- Skala wapienna o budowie krystalicznej
- Zaprawa twardniejąca pod wpływem wody
- Kwas, który reaguje ze szkłem
- Wielkie piece szybowe służące do otrzymywania wapna palonego
- Inna nazwa tlenku krzemu(IV)
- Sole kwasów krzemowych, w których niektóre atomy krzemu zostały zastąpione atomami glinu
- Minerał będący budulcem skał wapiennych
- Najbardziej rozpowszechniony pierwiastek w skorupie ziemskiej
- Najpopularniejsza odmiana krzemionki
- Rodzaj skał, do których w przypadku skał wapiennych zalicza się kredę i marmur



## II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów

### Treści nauczania: 2.e

#### Treści nauczania 2.a, 2.b i 2.c przedstawione w formie prezentacji multimedialnej znajdują się na dołączonej do skryptu płycie CD

#### Jak działają kremy przeciwzmarszczkowe?

Odpowiedź na to pytanie jest dość skomplikowana, ponieważ w skład takich kremów wchodzi wiele różnych składników, a każdy z nich działa specyficznie. Po co tak wiele składników? Otóż, chodzi o dostarczenie kompleksowej ochrony przeciwko procesowi starzenia. Warto zauważyć, że powszechny objaw starzenia się skóry, czyli pojawianie się zmarszczek, może być spowodowany przez wiele różnych czynników: stopniową utratę wody (suchość skóry), spadek aktywności fibroblastów produkujących włókna kolagenowe, elastynowe oraz ich stopniową degradację (pojawianie się zmarszczek), kruchość naczyń włosowatych (pęknięcie naczynek krwionośnych), spadek tempa proliferacji żywych komórek naskórka, które w trakcie migracji ku powierzchni skóry ulegają wielu przemianom i złuszczeniu (naskórek staje się cieńszy i bardziej szorstki), niejednolite wydzielanie melaniny (pojawienie się plam pigmentacyjnych).

Dla kompleksowej ochrony, skóry w kremach przeciwzmarszczkowych stosowane są:

**Antyoksydanty** (przeciwutleniacze) – związki chemiczne wykazujące zdolność neutralizowania wolnych rodników (cząsteczek lub jonów posiadających na zewnętrznej orbicie pojedynczy, niesparowany elektron). Antyoksydanty nie tylko chronią skórę przed starzeniem, ale także przed chorobami nowotworowymi. W kremach przeciwzmarszczkowych jako przeciwutleniacze stosowane są przede wszystkim:

- witaminy A oraz E, które są rozpuszczalne w tłuszczach, dzięki czemu łatwo przenikają przez lipidową błonę komórki i wnikają do jej wnętrza; blokują reaktywny tlen przez przyłączenie się do niego i oddanie elektronu, co prowadzi do powstania elektrycznie obojętnej cząsteczki
- witamina C – działa podobnie jak witaminy A i E, ale ponieważ jest witaminą rozpuszczalną w wodzie, działa w płynie otaczającym komórki.

Innymi stosowanymi antyoksydantami są: koenzym Q10, wyciąg z zielonej herbaty oraz algi.

**Kwasy alfa-hydroksylowe** (zwane także B lub też owocowymi) – grupa kwasów organicznych występujących w przyrodzie. Można je uzyskać zarówno z produktów naturalnych, takich jak trzcina cukrowa, mleko, owoce lub pozyskiwać metodami chemicznymi i biotechnologicznymi. Kwasy te są rozpuszczalne w wodzie. W małych stężeniach nie mają zdolności do przenikania przez warstwę sebum (inaczej warstwę łoju) i wnikania w głąb oraz oczyszczania porów skóry. Ich głównym zadaniem jest usuwanie warstwy martwych, zrogowaciałych komórek naskórka. Kwasy AHA rozluźniają warstwę komórek naskórka, dzięki czemu ułatwiają jego złuszczenie, poprzez rozpuszczenie substancji sklejującej poszczególne komórki i zmniejszaniu ich spójności. Taki naturalny peeling wygładza skórę, nadaje jej świetlisty kolor, a także poprawia wchłanianie innych substancji pielęgnacyjnych. W wyższych stężeniach kwasy AHA mogą przenikać do głębiej położonych warstw skóry i stymulować produkcję włókien kolagenowych i elastynowych. W kremach przeciwzmarszczkowych często używane są: kwas glikolowy, otrzymany z soku trzciny cukrowej, i kwas mlekowy powstający podczas fermentacji cukru. Oba te związki, ze względu na niewielkie rozmiary cząsteczek, są dobrze absorbowane przez skórę i dzięki temu działają najskuteczniej. **Składniki nawilżające** – wraz z wiekiem włókna kolagenowe tracą zdolność do wiązania wody i zatrzymywania jej w naskórku powodując wiotczenie oraz mniejszą elastyczność. Substancje nawilżające są nieodłącznym składnikiem kremów przeciwzmarszczkowych; a najpopularniejszy w ostatnich latach jest kwas hialuronowy (HA). Z chemicznego punktu widzenia nie jest kwasem, lecz biopolimerem, a dokładniej glikozoaminoglikanem (rodzaj polisacharydu). Dzięki swoim właściwościom higroskopijnym jest związkiem wiążącym wodę w naskórku (jeden gram kwasu hialuronowego potrafi związać aż 6 litrów wody!). Jego zdolność do wiązania wody wynika z budowy: struktury spiralnej, braku możliwości związania się, występowania grup karboksylowych oraz aminowych skierowanych na zewnątrz cząsteczki (co umożliwia tworzenie wiązań wodorowych z cząsteczkami wody). HA występuje w macierzy międzykomórkowej skóry właściwej; niestety wraz z wiekiem jego ilość stopniowo maleje, co wpływa na utratę sprężystości skóry oraz i powstawanie zmarszczek. Innymi składnikami nawilżającymi stosowanymi w kremach przeciwzmarszczkowych są: mocznik oraz ceramidy. **Fitoestrogeny** – substancje hormonalne pozyskiwane z roślin, wykazujące podobne działanie do estrogenów występujących naturalnie w organizmie człowieka, ale działają zdecydowanie słabiej. Stosowanie fitohormonów w preparatach przeciwzmarszczkowych związane jest ze znacznym obniżeniem się stężenia estrogenów w skórze podczas procesu starzenia, u kobiet głównie w okresie około menopauzalnym.

#### Dlaczego estrogen jest taki ważny dla skóry?

Estrogeny działają na wszystkie warstwy skóry: w naskórku stymulują mnożenie się oraz różnicowanie komórek, pobudzają fibroblasty do produkcji kolagenu oraz wpływają na zabarwienie skóry.

**Filtry ochronne** – ważny składnik kremów przeciwzmarszczkowych, przeciwdziałają tzw. fotostarzeniu się skóry (starzeniu wywołanym promieniowaniem UV, degradacją włókien kolagenowych oraz elastynowych), rozszerzanie, pęknięcie drobnych naczynek włosowatych skóry, zaburzenie działania melanocytów, zwiększenie ilości wolnych rodników, pochłaniają energię światła słonecznego, co powoduje chwilową zmianę ich struktury chemicznej; przekształcają energię promieniowania UV w energię ciepłą. Filtry fizyczne tworzą barierę dla promieniowania na powierzchni naskórka; rozpraszają lub odbijają promieniowanie).

#### Pytania do tekstu źródłowego:

- I. Czym są antyoksydanty? Jakie przeciwutleniacze stosuje się najczęściej w kremach?
- II. Wyjaśnij pojęcia: fotostarzenie się, fitoestrogeny, HA

## Treści nauczania: 2.e

## Leczy, czy szkodzi? – piękne trucizny

Od dziecka nasze smaki podążały za tym, co słodkie i słone. Gorzkie i kwaśne lekarstwa zniechęcały nas do ich zażycia. Uczyliśmy się, że słodkie i słone jest dobre, a gorzkie i kwaśne jest złe lub niebezpieczne. Tak naprawdę gorzkie i kwaśne substancje znajdujące się w liściach, kwiatach i owocach roślin, to ich tabliczka z napisem STOP – dla nas przed spożyciem. Wiele popularnych roślin znajdujących się w domach, szkołach, przedszkolach czy w parkach, wytwarza niebezpieczne, trujące substancje.

**Konwalia majowa – glikozydy nasercowe**

Zakwita najczęściej w maju. Roślina o pięknych białych kwiatkach wiszących jak dzwonki, otoczona szerokimi liśćmi. Ma charakterystyczny, intensywny zapach. Spotykana jest niemal w całej Polsce, obecna w każdym ogródku działkowym.

Czy często widzicie bukiety konwalii na swoim stole? Zapewne tak. Konwalia nie jest tylko piękna i pachnąca; zawiera związki, które są używane w ziołarstwie jako leki nasercowe. W małych dawkach substancje te – glikozydy kardenolidowe – pobudzają akcję serca i faktycznie służą jako lekarstwo. Natomiast w większych dawkach mogą spowodować nawet śmierć. Glikozydy nasercowe znajdują się w kwiatach i w liściach konwalii. Działają pobudzająco na pracę mięśnia sercowego. Glikozydy nasercowe składają się z pięcioczłonowego lub sześcioczłonowego pierścienia laktonowego, dzięki któremu wpływają na układ nerwowy i receptory. Bardzo niebezpieczna jest także woda z wazonu, w którym stoją konwalie. Spożycie takiej wody może powodować nudności, zawroty i bóle głowy, a także wymioty.

**Difenbachia – szczawian wapnia**

Roślina doniczkowa o szerokich, białych liściach obecna w domach, szkołach, przedszkolach. Pochodzi z ciepłej Brazylii. Pięknie wygląda i jest łatwa w utrzymaniu. Mało kto zdaje sobie jednak sprawę z jej toksycznej urody. W liściach difenbachii znajdują się rafidy – kryształy szczawianu wapnia, które po spożyciu powodują zatrucie. Na początku działa na układ pokarmowy, następnie na serce, a w końcu powoduje paraliż, a niekiedy nawet śmierć.

**Tojad mocny – akonityna**

Roślinę tę można spotkać na górskich terenach Polski. Charakteryzuje się pięknymi, najczęściej fioletowymi kwiatostanami. Ze względu na swoje silnie toksyczne właściwości, tojad nazywany był arsenikiem roślinnym. W średniowieczu stosowano go jako truciznę w strzałach. Roślina ta jest jedną z najbardziej trujących w Polsce. Występuje w niej alkaloid – akonityna, która po wchłonięciu przez skórę lub układ oddechowy, może zabić.

**Kulczyba wronie oko – strychnina**

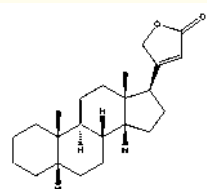
Wiecznie zielony krzew z pięknymi niewielkimi białymi kwiatkami. W jego nasionach znajduje się bardzo silna trucizna – strychnina. Strychnina, to bardzo toksyczny alkaloid powodujący skurcze mięśni, które mogą prowadzić do śmierci. Już niewielkie dawki działają toksycznie. Choć różnica między dawką bezpieczną a toksyczną jest niewielka, to strychnina była do niedawna używana jako lekarstwo.

**Bieluń dziędzierzawa – skopolamina**

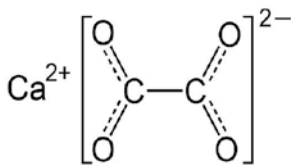
Rośnie praktycznie wszędzie – w parkach, przy ulicach, ogrodach. Występuje w całej Polsce, bez względu na różnice w podłożu. Zakwita białymi kwiatami o charakterystycznym, postrzępionym kształcie. Trujące substancje znajdują się zarówno w liściach, kwiatach jak i nasionach; są to alkaloidy tropinowe, między innymi właśnie skopolamina, która działa na układ nerwowy. Zbyt duża dawka tej substancji może prowadzić do drgawek, omamów, a w końcu do śmierci.

**Wszystko przez alkaloidy!**

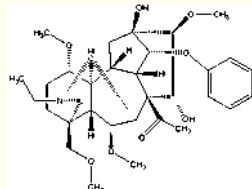
Pewnie zastanawiacie się, w jaki sposób organiczne związki pierścieniowe nazywane alkaloidami, mają tak silny wpływ na organizm i mogą prowadzić do poważnych, niekiedy nieodwracalnych zmian? Alkaloidy, to zasadowe związki organiczne, zawierające układy cykliczne z co najmniej jednym zasadowym atomem azotu w pierścieniu i poza nim. Obecnie znanych jest 5 z ok. 2 tys. alkaloidów. Do najbardziej znanych należą atropina (stosowana w okulistyce do tymczasowego „wyłamania” akomodacji oka), chinina (stosowana, jako lekarstwo na febrę), kofeina, kokaina, morfina, nikotyna. Alkaloidy mają budowę podobną do neuroprzekazników, występują w ciele człowieka, np. acetylocholinę albo adrenaliny.



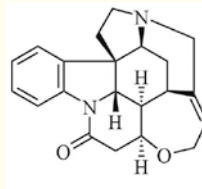
Glikozyd nasercowy



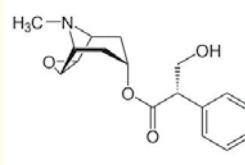
Szczawian wapnia



Akonityna

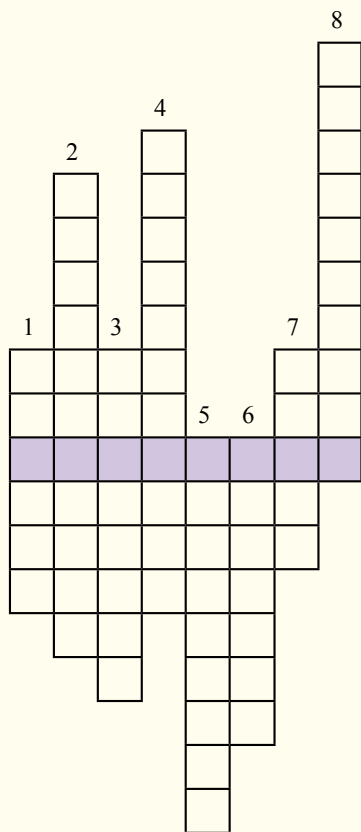


Strychnina



Skopolamina

## II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów



### Pytania do tekstu źródłowego:

#### I. Uzupełnij zdania:

- Konwalia majowa zawiera ..... w kwiatach i w liściach.
- Kryształy szczawianu wapnia znajdują się w..... difenbachii.
- Alkaloidy to .....

#### II. Rozwiąż krzyżówkę:

- Kryształy szczawianu wapnia obecne w komórkach niektórych roślin
- Roślina doniczkowa o szerokich białych liściach
- Alkaloid stosowany w okulistyce
- Alkaloid tropinowy znajdujący się m.in. w bieluniu dziędzierzawie
- Alkaloid występujący w roślinach wykorzystywanych w średniowieczu w strzałach
- Stosowana jako lekarstwo na febrę
- Był nazywany arsenikiem roślinnym
- Bardzo toksyczny alkaloid powodujący skurcze mięśni, które mogą prowadzić do śmierci

## Treści nauczania: 3.a

Treści nauczania 3.a – 3.e przedstawione w formie prezentacji multimedialnej znajdują się na dołączonej do skryptu płycie CD

### Dr Jekyll i Mr Hyde – fakty o doping

#### Bajkowa moc...

Każdy z nas w dzieciństwie pewnie oglądał bajki, takie jak „Gumisie” czy „Asterix i Obelix”, w których zastosowanie miał magiczny napój – dający zwielokrotnienie siły lub nadprzyrodzone zdolności bohaterów. Rzeczywistość jednak nie jest tak bajkowa. Środki dopingujące zawsze wywierają negatywne skutki dla organizmu.

Na początku przybliżymy Wam wybrane środki anaboliczne, jak testosteron, estrogeny i insulina. Działanie anaboliczne tych związków polega m.in. na stymulowaniu wzrostu masy mięśniowej (szybszy podział komórek), szybszym transporcie substancji odżywczych i czasem również rozrostu kości. Efekty takie są pożądane przez sportowców, którym zależy na bardzo szybkim przybieraniu masy mięśni lub rozrostu kości. Jednakże stosowanie anabolików związków niesie ze sobą bardzo duże ryzyko.

#### Oskarżam Cię o...

Jednym z najczęściej stosowanych środków dopingujących, należących do grupy anabolików, jest testosteron. Jest to podstawowy męski hormon płciowy, który odpowiada za kształtowanie płci i cech płciowych w życiu płodowym, a później wykształcanie wtórnych cech płciowych, takich jak budowa ciała czy głos, owłosienie. Pobudza komórki do syntezy białek, zwiększa poziom cholesterolu we krwi, przyspiesza zakończenie wzrostu kości długich, kształtuje sferę emocjonalną poprzez ukształtowanie takich cech, jak zdecydowanie, śmiałość, pewność siebie, odwaga, niezależność, ale też... skłonność do ryzyka.

#### Bardziej kobieco...

Kolejną grupą są estrogeny – żeńskie hormony płciowe, które podobnie jak testosteron są produkowane w organizmie ludzkim w określonej ilości, której przekroczenie może wywołać niebezpieczne skutki uboczne. Do podstawowych funkcji i zadań estrogenów należy regulacja gospodarki lipidowej – zwiększając poziom „dobrego” cholesterolu HDL, a obniżając poziom „złego” cholesterolu LDL. Wzmagają także procesy rozrostu i odnowy tkanek, zwiększając przyswajanie białek, krzepliwość krwi, są również odpowiedzialne za gospodarkę wapniową – zwiększają odkładanie wapnia w kościach.

#### Wszystko w nadmiarze szkodzi...

Te dwa związki są syntezowane w naszym organizmie, ale już ich nadmiar bywa groźny dla zdrowia i życia człowieka. Testosteron znalazł zastosowanie jako środek dopingujący w sportach, w których potrzebna jest przede wszystkim siła i wytrzymałość mięśni. Testosteron, estrogeny i ich pochodne zaliczamy do sterydów anabolicznych – związków powodujących odnowę uszkodzonych tkanek, zwiększenie wytrzymałości mięśni i ich siły, pobudzających do syntezy białek, produkcji krwinek. Stosowanie tych związków – bez

## II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów

zezwoleń i kontroli odpowiedniego lekarza specjalisty, wiąże się nieodwołalnie z poważnymi niebezpieczeństwami. Jednym z wielu efektów ubocznych zwiększonej produkcji krwinek czerwonych jest to, że krew staje się gęściejsza, a przez to rośnie niebezpieczeństwo zatorów i zawału serca. Skutkiem ubocznym stosowania testosteronu i jego pochodnych jest wzmożona agresja i wybuchowość. Ponadto, zwiększona ilość testosteronu w organizmie zwiększa ciśnienie krwi, co również grozi zawałem. Przyjmujący testosteron jako środek anaboliczny muszą się także liczyć z bardzo dużym ryzykiem zachorowania na raka prostaty. Jego nadmiar może powodować zatrzymywanie wody w organizmie, czego konsekwencją mogą być również zaburzenia funkcjonowania nerek.

Kobiety przyjmujące sterydy anaboliczne muszą pogodzić się z wystąpieniem u nich cech męskich – nadmiernego owłosienia, zmiany sylwetki ciała, obniżenia skali głosu. U zażywających sterydy – szczególnie testosteron, który wpływa na zmniejszenie ilości estrogenów – często występuje osteoporoza.

Przyjmowanie anabolików ogólnie powoduje rozstrojenie gospodarki hormonalnej organizmu, co może prowadzić do znacznych powikłań zdrowotnych, takich jak przyspieszone starzenie się niektórych tkanek – np. kości u mężczyzn, wypadanie włosów, zaburzenia funkcjonowania narządów wewnętrznych, m.in. wątroby, dróg żółciowych, narządów rodnych, a także chorób układu sercowo-naczyniowego, takich jak choroba wieńcowa, udar mózgu, miażdżyca. Częstym powikłaniem po stosowaniu anabolików jest bezpłodność. Istnieje również duże ryzyko wystąpienia nowotworów.

### Nie tak słodko...

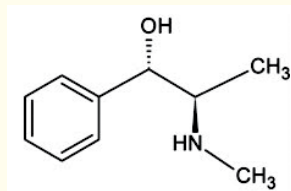
Ostatnim związkiem z grupy anabolików, który omówimy, jest insulina. Odgrywa ona zasadniczą rolę przede wszystkim w metabolizmie węglowodanów, lecz także białek i tłuszczów. Najważniejszym bodźcem do produkcji insuliny jest zwiększenie stężenia glukozy we krwi. Dzięki zwiększeniu wytwarzania insuliny i jej wpływowi na komórki, zwiększa się transport glukozy do wnętrza komórek, co obniża poziom glukozy we krwi. Jej działanie anaboliczne polega właśnie na pobudzaniu transportu, między innymi również aminokwasów służących do budowy białek, a w konsekwencji rozbudowy mięśni i przyrostu ich masy. Insulina na potrzeby organizmu syntezowana jest w wystarczającej ilości przez komórki trzustki. Jest podawana w celach leczniczych tylko dla uzupełnienia niedoborów produkcji występujących w chorobach cukrzycowych. W innym wypadku jej stosowanie wiąże się ze śmiertelnym ryzykiem. Przedawkowanie insuliny, połączone z nadmiernym wysiłkiem fizycznym, może doprowadzić do hipoglikemii – stanu, w którym stężenie glukozy spada poniżej normy. W tym stanie może wystąpić osłabienie, nudności i wymioty. Osoba z niedoborem glukozy odczuwa niepokój, nadmiernie się poci, następuję drżenie i wzrost napięcia mięśniowego. Kolejno mogą nastąpić: zaburzenia koordynacji ruchowej, drgawki, senność, zaburzenia oddechu, krążenia. Powikłaniami niedoboru glukozy we krwi są znaczne zaburzenia w pracy mózgu, a nawet jego obumieranie na skutek niedożywienia komórek nerwowych, co może prowadzić do śpiączki, a nawet śmierci.

### (Nie)doda Ci skrzydeł

Powszechnie stosowaną jako doping grupą związków są stymulanty. Jest to grupa substancji psychoaktywnych działających pobudzająco na organizm. Ich używanie powoduje wiele efektów ubocznych: zwiększają aktywność ośrodkowego układu nerwowego i powodują euforię (niektóre stosowane są w medycynie w celu przeciwdziałania zmęczeniu, podtrzymania czujności, odchudzania, podnoszenia zdolności do koncentracji oraz w leczeniu depresji). Jednak bardzo często stymulanty są stosowane bez konsultacji z lekarzem w dużych dawkach, co może powodować uzależnienie oraz silnie negatywne efekty uboczne. Do najczęściej stosowanych stymulantów pobudzających organizm zaliczamy kofeinę, nikotynę, efedrynę, amfetaminę, kokainę. Stymulanty, ze względu na silne działanie uzależniające i niszczące organizm, są w większości przypadków substancjami zakazanymi.

**Kofeina** jest substancją występującą w naturze m.in. w kawie, herbacie i guaranie. Jest powszechnie stosowana jako dodatek do napojów energetyzujących i gazowanych. Spożywanie kofeiny może powodować zaniki pamięci długotrwałej, zwiększać uczucie lęku i niepokoju, ogólne pogorszenie nastroju, niemiarowość rytmu serca, nudności i wymioty.

**Nikotyna**, substancja znajdująca się w liściach tytoniu, jest silnie uzależniającym narkotykiem. Nikotyna oddziałuje na układ nerwowy, blokuje działania wielu enzymów. W większych dawkach powoduje światłowstręt, zmęczenie, myślotok, biegunkę i wymioty, zamroczenie pola widzenia, halucynacje. W bardzo dużych dawkach może powodować utratę przytomności, drgawki a nawet zgon.



Efedryna

**Efedryna** stosowana jest jako reduktor apetytu, środek zwiększający koncentrację i uwagę. Jednakże przy zażywaniu efedryny występuje wiele efektów ubocznych, takich jak: arytmia serca, choroba wieńcowa, nadciśnienie, trądzik, zaczerwienienia skóry, nudności, utrata apetytu, bezsenność, manie, halucynacje, paranoja, duszności, obrzęk płuc, zawroty i bóle głowy. Długotrwałe przyjmowanie efedryny może powodować uszkodzenia mózgu i naczyń krwionośnych.

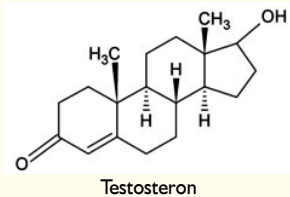
**Amfetamina** jest związkiem o silnym działaniu psychotropowym, bardzo silnie uzależniającym. Stosowanie amfetaminy, jak wszystkich stymulantów, ma więcej wad niż zalet. Zażywanie amfetaminy może powodować zaburzenia wzroku i słuchu, arytmie serca, zawał, wycieńczenie organizmu i psychozę.

**Kokaina** jest kolejną substancją silnie uzależniającą, stosowaną przez sportowców w celu chwilowego poprawienia osiągnięć, jednak, jak wszystkie tego typu związki, jest bardzo niebezpieczna. Może ona powodować wzrost ciśnienia krwi, pobudzenie, miażdżycę, chorobę wieńcową, niewydolność mięśnia sercowego i nadczynność tarczycy. Poza tym, po pewnym czasie zażywania występują zaburzenia osobowości, depresja i psychoza.

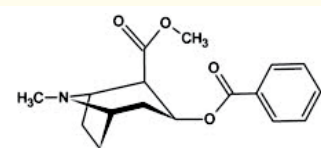
Stymulanty są bardzo niebezpieczną grupą związków, które silnie uzależniają i wywołują negatywne skutki uboczne.

### Rodem z olimpiady zimowej...

Przykładem innej grupy związków jest erytropoetyna (EPO), która stymuluje wytwarzanie erytrocytów – czerwonych krwinek. Wytwarzana jest głównie w nerkach, ale także w wątrobie i mózgu. Erytropoetyna jest wykorzystywana przez sportowców jako nielegalny



Testosteron



Kokaina

## II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów

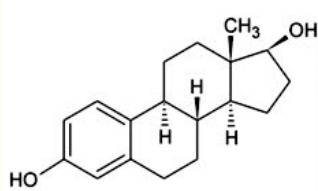
środek dopingowy: podnosi natlenienie krwi, przez co mięśnie mogą pracować wydajniej i nie męczą się szybko. Skutki uboczne stosowania EPO mogą być różne – od bólu głowy i gorączki, poprzez uszkodzenia nerek, aż po ryzyko ataku serca i zatoru żył.

### Nic do ukrycia

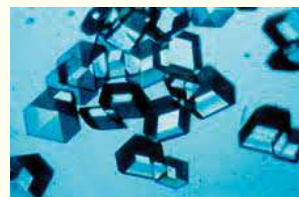
W związku z ryzykiem przyjmowania przez sportowców (i nie tylko...) omówionych wyżej substancji, w 1999 r. powołana została Światowa Agencja Antydopingowa (WADA – *World Anti-Doping Agency*), której zadaniem jest koordynowanie walki przeciwko wspomaganemu się w sporcie niedozwolonymi substancjami. Agencja pracuje na rzecz poszczególnych krajowych federacji sportowych w zakresie edukacji i badań nad wdrożeniem procedur testów antydopingowych. Publikuje również listę substancji zakazanych dla sportowców.

Podstawowe badanie antydopingowe obejmuje analizę moczu, jednakże tam, gdzie istnieje podejrzenie stosowania EPO, analizowana jest również krew. We krwi wykrywa się również inny środek dopingujący – hormon wzrostu.

Środki dopingowe wykrywa się dwoma sposobami. Pierwszą formą badania jest analiza bezpośrednia moczu lub krwi. Jest to możliwe dzięki rozwojowi technik, takich jak analiza chromatograficzna, czy spektrometria masowa. Technicznie możliwe jest wykrycie wszystkich znanych substancji dopingowych. Jednakże w praktyce, pracując na próbkach rzeczywistych moczu lub krwi, wykrywanie jest bardzo trudne i tylko częściowo skuteczne. Powodem tego jest wykrywanie wyłącznie znanych klas substancji – gdy ktoś opracuje nowy środek dopingowy, trzeba dobrać odpowiednią metodę do jego wykrywania. Wyniki zawsze mogą podlegać dyskusji, ponieważ każdy aparat do analizy jest obciążony ryzykiem błędu – konsekwencją mogą być wyniki fałszywie negatywne, jak też fałszywie pozytywne. Drugim sposobem jest analiza pośrednia, której celem jest poprawa dokładności i skuteczności wykrywania doping. Polega ona na dozowaniu w próbce biologicznej odpowiednich markerów, które ulegają zmianie pod wpływem działania środków dopingujących. Szczegółowe metody badań antydopingowych są jednak niedostępne ze względu na to, że umożliwiałyby tworzenie takich odmian doping, który mógłby być niewykrywalny.



Estradiol



Kryształy insuliny

### Sport to zdrowie?

Powinniśmy się zastanowić, w którą stronę zmierza sport wyczynowy. Kiedyś mówiło się, że sport to zdrowie. Dziś stosowanie różnego rodzaju środków dopingujących sprawia, że hasło to przestaje mieć znaczenie.

### Pytania do tekstu źródłowego:

- I. Jak działają sterydy anaboliczne?
- II. Podaj przykłady stymulantów i opisz działanie każdego z nich.
- II. Kiedy powołano WADA? Jak brzmi polska nazwa tej organizacji?

## Treści nauczania: 3.b

### Nie istnieją bezpieczne leki, są jedynie bezpieczne sposoby ich używania

Leki to związki chemiczne, naturalne bądź syntetyczne, zażywane lub ordynowane w celu uzyskania odpowiedniego skutku. W szczególności dokonania korzystnych zmian w organizmie. Leki mają działanie dwutorowe: mogą leczyć chorobę lub łagodzić jej objawy. Ta sama definicja obejmuje również takie substancje jak alkohol, tytoń i kofeina, dla wielu ludzi niepostrzegane w kategorii leku. Do później opisanych medykamentów odnosi się zasada Paracelsusa, głosząca, że przy pewnej dawce stają się one trujące lub toksyczne. W istocie bezpieczne leki nie istnieją, są tylko bezpieczne sposoby ich zażywania. Wyróżnia się dwa typy toksycznych skutków działania leków: A i B. Typ A definiuje objawy wynikające z terapeutycznego działania medykamentu, są one naukowo przebadane i powiązane z dawką. Natomiast typ B obejmuje uczuleniowe, niespodziewane skutki.

#### Szczęśliwy przypadek – paracetamol

W 1888 r. w Wiedniu pewien farmaceuta popełnił znaczący błąd. Na prośbę dwóch lekarzy o naftalen, stosowany popularnie w leczeniu pasożytniczej infekcji jelita, przez pomyłkę wydał im acetanilid, który okazał się szalenie skuteczny w redukcji gorączki u pacjenta chorującego na febrę. Odkrycie właściwości acetanilidu doprowadziło w końcu do opracowania paracetamolu.

Działanie paracetamolu polega na blokowaniu enzymów zwanych cyklooksygenazami (COX). Enzymy te odgrywają kluczową rolę w wytwarzaniu substancji zwanych prostaglandynami, będącymi mediatorami, wytwarzanymi w odpowiedzi na uszkodzenie komórki informując równocześnie organizm o tym, że komórka została uszkodzona, co odczuwane jest jako ból. Stąd też blokowanie wytwarzania prostaglandyn zmniejsza nieprzyjemne doznania.

Początkowo paracetamol uważany był za lek bezpieczny i skuteczny zyskując na popularności. Kłopoty pojawiły się w momencie, gdy niektórzy zaczęli przekraczać dopuszczalne dawki łatwo dostępnego leku. W 1993 r. lekarze zażądali objęcia nadzorem sprzedaży paracetamolu, gdyż incydenty zatrucia lekiem osiągnęły rekordowy poziom. Dr Chris Owens, wykładowca farmakologii University College Hospital w Londynie, badał 54 000 nagłych przypadków zatruc w 1992 r. Stwierdził wówczas 167 zatruc paracetamolem i 129 przypadków przedawkowania heroiny.

Toksyczność paracetamolu nie jest związana z jego leczniczym działaniem, a z metabolizmem, któremu poddawana jest każdorazowa dawka leku. W wątrobie paracetamol przekształcany jest w trzy różne związki, dwa z nich są stosunkowo nieszkodliwe, natomiast trzeci metabolit produkowany w małych ilościach jest potencjalnie trujący. W momencie przyjęcia zalecanej dawki leku metabolit ten usuwany

## II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów

jest z organizmu na drodze przemian metabolicznych z udziałem glutationu. Przy dużym przedawkowaniu proces detoksykacji zostaje zaburzony i trujący związek atakuje wątrobę. Efektem końcowym jest rozległe zniszczenie jednego z najważniejszych organów oraz duże ryzyko śmierci. Dysfunkcja wątroby prowadzi do zatrucia organizmu amoniakiem, który nie będzie usuwany. Nadmiar tego związku oddziałuje na mózg powodując u pacjenta konwulsje oraz śpiączkę.

### Cichy pomocnik – izoniazyd

Mało znany przeciętnemu człowiekowi, jest jednym z najpowszechniej stosowanych leków na świecie. Do dziś wykorzystywany w leczeniu gruźlicy. Co prawda lepsze warunki sanitarne w krajach rozwiniętych spowodowały niemal całkowite wyeliminowanie tej choroby, to w niektórych zakątkach na świecie stanowi ona ogromny problem. Częściowo jest to spowodowane występowaniem AIDS zwiększającego podatność na zakażenie. Gruźlica zwykle jest leczona kombinacją leków: izoniazyd, streptomycyny, rifampicyny i pyrazinamidu.

Izoniazyd został opracowany w 1951 r. na podstawie obserwacji, dzięki którym udowodniono, że witamina B6 wykazuje niewielkie, szkodliwe działanie na bakterie wywołujące gruźlicę. Izoniazyd, którego budowa jest zbliżona do witaminy B6 powoduje zatrzymanie wytwarzania substancji służących do budowy ściany komórkowej bakterii.

W trakcie leczenia zauważono, że pacjenci wolniej metabolizujący, lepiej odpowiadają na kurację, to znaczy lek jest dla nich skuteczniejszy. Jest to spowodowane wyższym stężeniem izoniazyd w krwi i tkankach, co powoduje skuteczniejsze niszczenie bakterii wywołujących gruźlicę. Niestety, jak się później okazało, miało to bardzo negatywny skutek uboczny. Otóż pacjentom, którym podawano izoniazyd regularnie przez okres minimum dwóch lat, już po krótkim czasie części z nich dokuczało mrowienie w palcach rąk i nóg. Były to pierwsze objawy uszkodzenia nerwów kończyn, tj. neuropatii obwodowej. Skutecznym rozwiązaniem było jednoczesne podawanie witaminy B6. Kolejnym niekorzystnym efektem kuracji było toksyczne działanie leku na wątrobę. Zauważono, że u ok. 20% pacjentów występowały objawy łagodnej dysfunkcji wątroby, która zwykle cofała się po odstawieniu leku. Natomiast u niewielkiej liczby pacjentów (ok. 1%) dysfunkcja wątroby postępowała i mogła skończyć się ciężkim uszkodzeniem.

### Jesienna (prawie) codzienność – aspiryna

Aspiryna, podobnie jak paracetamol, jest lekiem przeciwbólowym i przeciwgorączkowym, dostępnym bez recepty w niemal każdym sklepie, kiosku czy stacji benzynowej. Oprócz wcześniej wymienionych właściwości, aspiryna jest również lekiem przeciwzapalnym, należącym do grupy niesteroidowych leków przeciwzapalnych (NSAID). Należy do salicylanów, występujących w roślinach w sposób naturalny, a jej przydatność jako leku odkryto już w 1899 r.

Najczęściej występujące niekorzystne działanie aspiryny to krwawienie żołądka, zwłaszcza gdy została przyjęta w zbyt dużej dawce lub była zażywana wielokrotnie. Podobnie jak paracetamol, aspiryna zatrzymuje wytwarzanie w organizmie prostaglandyn. Sama łatwo jest absorbowana przez komórki tworzące śluzówkę żołądka. Niektóre z tych komórek wytwarzają kwas solny, wspomagając trawienie. Prostaglandyny natomiast zmniejszają ilość produkowanego kwasu żołądkowego i pomagają w wytwarzaniu śluzu stanowiącego barierę ochronną żołądka przed wytwarzanymi kwasami. Lek działa na zasadzie hamowania enzymu COX-1 uczestniczącego w syntezie prostaglandyn. Zatem aspiryna powoduje zmiany przyczyniające się do wzrostu wydzielania kwasu żołądkowego, który systematycznie będzie niszczył śluzówkę. Ponadto medykament ten jest kwasem, co dodatkowo podnosi pH środowiska. Przy częstym i długotrwałym zażywaniu aspiryny dochodzi do krwawienia, a następnie powstania wrzodu żołądka, będącego realnym zagrożeniem dla pacjentów. Stąd też zalecenie, aby każdorazową dawkę aspiryny przyjmować podczas posiłku.



Toksyczność aspiryny jest przykładem całego wachlarza dysfunkcji przemian biochemicznych. Lek początkowo metabolizowany jest do kwasu salicylowego, powodującego zarówno toksyczne, jak i pozytywne skutki. Po przekroczeniu zalecanej dawki, kwas salicylowy działa na układ oddechowy oraz metabolizm komórkowy powodując podwyższenie temperatury i przyspieszenie tętna. Kolejnymi konsekwencjami przedawkowania są zmiana kwasowości krwi (pH krwi okresowo rośnie a następnie spada), jak i zmniejszenie stężenia glukozy. Przy dużej kwasowości krwi większa dawka leku dostaje się do mózgu, gdzie dochodzi do groźnego i toksycznego działania. Objawami są nudności, zawroty głowy, przyspieszony oddech, podwyższona temperatura, dzwonięcie w uszach. Poważne przedawkowanie prowadzi do śpiączki a następnie śmierci.

Przed zażyciem jakiegokolwiek leku konieczne jest przeczytanie ulotki. Ma to duże znaczenie w przypadku stosowania kombinacji medykamentów jednocześnie i pozwala wykluczyć prawdopodobieństwo przedawkowania składnika występującego w kilku lekach. Stare powiedzenie, że od przybytku głowa nie boli, niestety w przypadku farmaceutyków absolutnie się nie sprawdza.

## Treści nauczania: 3.c

### Pragnienie nie ma szans

Dlaczego pijemy? Odpowiedź jest prosta: ponieważ odczuwamy pragnienie. Ale czym jest pragnienie? Aby przybliżyć problem pragnienia, należy zastanowić się, jaką rolę w spełnia woda w organizmie. Ilość wody w naszych ciałach jest zmienna i zależy od wieku, płci oraz zawartości tłuszczu. Organizm niemowlaka zawiera do 75% wody, z wiekiem wartość ta spada, u dorosłej kobiety wynosi ok. 55%, a u mężczyzny 65%. Różnica ta jest spowodowana większą zawartością tłuszczu w ciele kobiety. Taka ilość wody jest w pełni uzasadniona. Woda w naszym organizmie spełnia wiele funkcji m.in.:

- jest miejscem, gdzie zachodzą reakcje chemiczne, może być wykorzystywana zarówno jako substrat reakcji np. w trawieniu, ale także jako produkt np. w oddychaniu tlenowym,

## II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów

- jest środkiem transportu zarówno dla substancji, które są wprowadzane do komórek, jak i dla tych, które są wydalane z organizmu,
- zapewnienia właściwe ciśnienie osmotyczne, czyli takie, jakie wywierają dwie cieczce na półprzepuszczalną membranę, w naszym przypadku błonę komórkową,
- reguluje temperaturę ciała.

Ten cenny płyn tracimy z organizmu przez cały czas, nawet wtedy, kiedy nic nie robimy. Utrata wody w ciągu dnia wynosi od 2,5 do 3 litrów, na co składa się przede wszystkim wydalanie w postaci moczu (nawet do 1,5 litra), ale także z oddechem, w wyniku oddychania skórnoo oraz z potem. Należy pamiętać, że w wyniku zwiększonego wysiłku fizycznego oraz wysokich temperatur, ilość wody wydzielanej pod postacią potu może dochodzić nawet do 10 litrów! Aby bilans wodny pozostał w równowadze, ilość wydzielonej wody musi zostać uzupełniona. Nasz organizm jest w stanie wyprodukować wodę, ale w zbyt małej ilości w stosunku do potrzeb, co oznacza, że jeśli nie chcemy ulec odwodnieniu, musimy pić. Już nawet niewielki spadek zawartości wody w organizmie, może spowodować uczucie zmęczenia, osłabienie, spadek koncentracji oraz bóle głowy. W miarę zwiększania się stopnia odwodnienia organizmu pojawiają się także inne objawy, jak np.: zawroty głowy, omdlenia, nudności oraz wymioty, przyspieszony oddech, skurcze mięśni. W skrajnych przypadkach, gdy ubytek wody wynosi około 10% masy ciała pojawiają się drgawki, omamy oraz utrata przytomności. Gdy ubytek wody przekroczy 15%, następuje śmierć.

Pragnienie jest to sygnał organizmu o potrzebie uzupełnienia płynów. Pojawia się on, kiedy ubytek wody w organizmie wynosi od 1 do 1,5% jej normalnej zawartości. W wyniku odwodnienia dochodzi do wzrostu ciśnienia krwi, co powoduje pobudzenie komórek mózgu w okolicy podwzgórza. Komórki te wydzielają hormon zwany wazopresyną (hamuje ona wydzielanie wody przez nerki), a także pobudzają obszary mózgu odpowiedzialne za uczucie pragnienia. Zatem, kiedy odczuwamy pragnienie, nasz organizm jest już lekko odwodniony. Dlatego należy pić regularnie nie czekając na wystąpienie pragnienia, ok. 1,5 do 2 litrów płynów dziennie. Ciekawostką jest fakt, że aby rzeczywiście nasz organizm został nawodniony, należy wciąż pić, nawet po ugaszeniu pragnienia. Zaspokajając tylko nasze pragnienie, uzupełniamy straty wody jedynie w 70%. Czym najlepiej ugasić pragnienie? Najczęściej pierwszą myślą, jaka się nasuwa, jest woda.

### Jak kropla w kroplę – woda

Niby sprawa prosta, ale jednak, woda wodzie nierówna... Na półkach sklepowych możemy znaleźć różnego rodzaju wody. Czym one się różnią? Wody źródłane jak i wody mineralne czerpane są z źródła podziemnego, którego zasoby są udokumentowane, oraz zabezpieczone przed czynnikami zewnętrznymi. Woda taka jest pierwotnie czysta, zarówno pod względem chemicznym jak i mikrobiologicznym. Różnicę stanowi fakt, że wody mineralne pochodzą z płytszych podziemnych ujęć oraz są bogatsze w minerały. Woda źródłana jest niskozmineralizowana, co oznacza, że zawiera do 500 mg/l składników mineralnych, natomiast wody mineralne mogą być: średniozmineralizowane, gdy zawierają do 1000 mg składników mineralnych na litr, lub wysokozmineralizowane, wtedy wartość ta przekracza 1000 mg/l. Te ostatnie są polecane osobom bardzo aktywnym, pracującym fizycznie oraz w wysokich temperaturach, ponieważ uzupełniają minerały, które tracimy wraz z potem. Jednak nie są polecane osobom cierpiącym na nadciśnienie czy też na choroby nerek, gdyż zawierają dużo sodu. Na półkach sklepowych możemy znaleźć także wody lecznicze; różnią się one od wód mineralnych wyższym stężeniem przynajmniej jednego składnika mineralnego, wykazującego lecznicze działanie. Należy pamiętać, że wody lecznicze nie nadają się do codziennego spożycia, i można je stosować tylko po konsultacji z lekarzem.

Ostatnio popularne stały się tak zwane „wody smakowe” – jabłkowe, truskawkowe, brzoskwiniowe itd. Większość z nich ma niewiele wspólnego z wodą mineralną. Po pierwsze woda smakowa w wyniku procesu aromatyzacji traci swoje naturalne składniki mineralne (w większości „wód smakowych” zawartość minerałów wynosi ok. 300 mg/l). Często wody smakowe zawierają chemiczne konserwanty, takie jak benzooesan sodu (symbol E-211), które przedłużają ich przydatność do spożycia. Osoby dbające o linię powinny zwrócić na nie szczególną uwagę, ponieważ większość wód smakowych zawiera cukier dodawany w celu poprawy smaku. Tak więc, jeśli chcemy napić się wody, lepiej wybierać wody mineralne, niż smakowe. Jednak porównując je z kolorowymi, słodkimi napojami, wody smakowe są wciąż o wiele zdrowsze.

### Z bąbelkami, czy bez?

Pomimo powszechnej opinii, wody gazowane wcale nie są niezdrowe. Dwutlenek węgla występujący zarówno w wodzie naturalnie, jak i znajdujący się w niej w wyniku procesu wzbogacania, powoduje obniżenie się pH wody nawet o 2,5 w stosunku do wody niegazowanej. Lekko kwaśne pH działa bakteriostatycznie – hamuje rozwój bakterii oraz zwiększa trwałość wody po otwarciu butelki. Dodatkowo woda gazowana drażni kubki smakowe, przez co powoduje orzeźwienie, a także lepsze gaszenie pragnienia niż woda niegazowana. Wody gazowane nie są jednak wskazane osobom cierpiącym na nadkwasotę oraz zaburzenia trawienne, ponieważ CO<sub>2</sub> ma właściwości drażniące śluzówkę przewodu pokarmowego.

### Czy woda najlepiej nawadnia organizm?

Główną zaletą wody jest jej szybkość wchłaniania z przewodu pokarmowego oraz trafiaania do krwi. Jednak woda nie jest napojem idealny i nie jest pozbawiona wad. Jej błyskawiczna szybkość wchłaniania powoduje, że gasi pragnienie, jeszcze zanim nastąpi nawodnienie organizmu. Woda zwiększa wydalania moczu z organizmu, co zwiększa odwodnienie, a także może spowodować zatrucie wodne. Do zatrucia wodnego dochodzi, gdy zostaje zaburzona równowaga elektrolitów w organizmie poprzez zbyt duże spożycie wody i może się skończyć śmiercią. Jednak nie należy się martwić, że dzieje się to powszechnie, prawie wszystkie odnotowane zgony były rezultatem zawodów na zasadzie „kto wypije więcej wody” lub też były wynikiem dużego wysiłku fizycznego, podczas którego tracone elektrolity nie były uzupełniane. W związku z tym, że woda posiada 0 kcal, nie jest polecana podczas wysiłku fizycznego, ponieważ nie dostarcza ona niezbędnej energii do pracy mięśni.



## II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów

### Padleś? Pij! – napoje izotoniczne

Najlepszym rozwiązaniem dla sportowców oraz osób uprawiających wzmożony wysiłek fizyczny są napoje izotoniczne, które nie tylko dostarczają wodę, ale także niezbędne elektrolity oraz uzupełniają utraconą w czasie wysiłku energię. Izotoniki posiadają takie samo stężenie wody, sodu oraz łatwo przyswajalnych węglowodanów (np. glukozy i fruktozy) jak ludzka krew. To właśnie węglowodany nadrabiają straty energii opóźniając pojawienie się oznak zmęczenia, a ponieważ są one łatwo przyswajalne, nie wpływają na przyrost wagi. Podczas dużego wysiłku organizm czerpie energię przede wszystkim z glikogenu (wielocukru magazynowanego w wątrobie oraz mięśniach). Po treningu zapasy glikogenu są w znacznej mierze uszczuplone, a możliwości pochłaniania węglowodanów są bardzo duże. Spożywanie łatwo przyswajalnych cukrów powoduje, że są one szybko wchłaniane do krwi, a dzięki wzmożonej aktywności enzymu syntetyzującego glikogen, szybko magazynowane w wątrobie oraz mięśniach. Dodatkowo producenci napojów izotonicznych często dodają do nich witaminy, głównie witaminy z grupy B, które biorą udział w procesach przetwarzania węglowodanów oraz pracy układu nerwowego.

### Co roznieca pożar zamiast go ugasić

Czym nie warto gasić pragnienia? Odpowiedź jest krótka: napojami hipertonicznymi. Są to napoje, w których stężenie składników jest dużo większe niż we krwi, powoduje to sytuację, w której woda z krwi przenika przez ściany jelita cienkiego do jego wnętrza, aby zgodnie z prawem osmozy oba stężenia wyrównały się. Proces ten dodatkowo nasila objawy odwodnienia. Do płynów hipertonicznych zaliczamy energetyzujące, napoje typu cola, gazowane i kolorowe oraz soki owocowe. Wśród napojów hipertonicznych ostatnimi czasy dużą popularnością cieszą się napoje energetyzujące.

### Czerwony byk...

Napoje energetyzujące zwane inaczej *energy drinkami* lub „energizerami” to takie, których głównym celem jest pobudzenie organizmu. Sama nazwa może zmylić, napoje energetyzujące nie są źródłem energii, ponieważ nie zawierają zbyt dużo substancji jej dostarczających. Jedynym związkami w „energizerach” mogącym dostarczać energii jest glukoza, jednak nie jest jej na tyle dużo, żeby mogła w zdecydowany sposób dostarczyć nam energii. Zatem, co „dodaje nam skrzydeł”? Substancje biologicznie czynne o działaniu pobudzającym, głównie kofeina oraz tauryna. Ilość kofeiny w szklance *energy drinka* jest w przybliżeniu tyle, co w filiżance kawy o średniej mocy. Kofeina pobudza ośrodkowy układ nerwowy przyspieszając w niewielkim stopniu czynność serca. Blokując ona receptory odpowiedzialne za uczucie zmęczenia, znużenia i senności. Uczucie zrelaksowania po wypiciu napoju zawierającego kofeinę związane jest z uwalnianiem się niewielkiej ilości dopaminy, hormonu pobudzającego ośrodkowy układ nerwowy. Z kolei tauryna jest związkiem z grupy aminokwasów, jest produkowana w naszym organizmie w niewielkich ilościach. Taurynę możemy znaleźć w krowim mleku, w mięsie, rybach oraz jajkach. Do napoi energetycznych jest dodawana w związku z jej wykorzystaniem przez organizm podczas wysiłku fizycznego oraz stresu. Związek ten jest odpowiedzialny także za spalanie oraz wydalanie tłuszczu, oraz regulację pracy serca. Do *energy drinków* dodawane są również: inozytol poprawiający samopoczucie poprzez zwiększanie wrażliwości receptorów na „hormon szczęścia”, serotonina oraz glukokortykoidy przyspieszające wydalanie z organizmu szkodliwych substancji przemiany materii.

Należy pamiętać, że napoje energetyzujące zostały stworzone z myślą o osobach poddanych dużemu wysiłkowi fizycznemu oraz umysłowemu, dlatego nie należy stosować ich jako napoju chłodzącego. Dawka kofeiny w jednej 250 ml puszcze nie jest niebezpieczna, pod warunkiem że napojów tych nie będziemy nadużywać. Nadmiar kofeiny w połączeniu z innymi substancjami pobudzającymi zawartymi w napoju może powodować niepokój, nadpobudliwość, bóle głowy, a nawet arytmie serca, dlatego nie mogą go pić osoby z nadciśnieniem oraz chorujące na serce. Powinniśmy pamiętać że napojów tych nie należy mieszać z alkoholem!

### Sok, nektar czy napój owocowy?

Soki są zdrowe, to wie każdy, ale warto sprawdzić czy to, co pijemy to 100% sok czy też nektar lub napój. Soki owocowe o długich terminach ważności rzadko są produkowane ze świeżych owoców, z reguły z owocowego koncentratu, który oczywiście musi spełniać odpowiednie standardy. Większość soków musi posiadać w swoim składzie niewielką ilość cukru w celu złagodzenia kwaśnego smaku. Jeśli ilość ta jest mniejsza niż 15 g/l, producent nie jest zobowiązany do umieszczenia na opakowaniu napisu „z dodatkiem cukru”. Z kolei nektar jest to rozcieńczony wodą, sok z dodatkiem cukru. Minimalna ilość soku użyta do wyprodukowania nektaru waha się pomiędzy 25 a 50% jego objętości. Jeszcze gorsza jest sytuacja z napojami, w których to zawartość soku owocowego nie przekracza 20% objętości napoju. Różnice pomiędzy soki, nektarem oraz napojem, można zobrazować następująco: jeśli do produkcji soku użyjemy 10 owoców, to do produkcji nektaru tylko 5, dolejemy wody i dosypimy ok. 20 łyżeczek cukru, a w przypadku napoju potrzebne nam będą tylko 2 owoce oraz jeszcze większa ilość wody i cukru. Wnioski nasuwają się same: jeśli chcemy napić się czegoś owocowego, najlepiej sięgnąć po sok.

### O napojach typu light...

Napoje typu *light* spożywamy bezkarnie, wierząc, że skoro puszka napoju zawiera jedynie 1 kalorie, są one zdrowe. Niestety nie do końca jest to prawda. Produkty *light* rzeczywiście zawierają mniej kalorii, ponieważ cukier został w nich zastąpiony przez słodziki. Zapewniają one słodki smak, bez dostarczania kalorii. Dzieje się tak dlatego, że większość z nich nie jest trawiona przez nasz organizm, a tym samym nie mogą one dostarczać nam kalorii, wyjątek stanowi aspartam. Mimo że jest on metabolizowany w naszym organizmie, to ponieważ jest on ok. 200 razy słodszy niż zwykły cukier, nawet bardzo niewielka jego ilość wystarcza nam na zaspokojenie naszych potrzeb. A tym samym, im mniej go spożywamy, tym mniej kalorii dostarczamy organizmowi. Aspartam pod względem chemicznym jest estrem metylowym dipeptydu powstałego z połączenia fenyloalaniny oraz kwasu asparaginowego. To właśnie obecność fenyloalaniny powoduje, że osoby chorujące na fenylketonurię (ich organizm nie metabolizuje fenyloalaniny) nie mogą spożywać napojów słodzonych aspartamem. Nieprzyjemną niespodzianką dla osób będących na diecie i popijających napoje *light* są zapewne wyniki badań prowadzo-

## II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów

nych na jednym z amerykańskich uniwersytetów: naukowcy doszli do wniosku, że słodziki zaburzają równowagę pomiędzy ośrodkami głodu i sytości, przez co osoba je spożywająca traci kontrolę nad ilością spożywanego pokarmu. Więc paradoksalnie produkty typu *light* mogą spowodować odwrotny do przewidywanego efekt.

Wiele napojów na półkach sklepowych kusi efektywnym opakowaniem oraz obiecującą nazwą. Jednak zanim kupimy swój ulubiony napój, powinniśmy się zastanowić, czy na pewno wiemy, co pijemy oraz jaki ma to wpływ na nasze zdrowie.

### Treści nauczania: 3.e

#### Dlaczego czekolada się nie psuje?

Czekolada przez wielu jest uważana za napój bogów. Posiada wiele właściwości leczniczych, co już w starożytności było wykorzystywane na przykład przeciw osłabieniu, anemii czy problemom żołądkowym. Pierwszym ludem, który zajmował się uprawą kakaowca, byli Olmekowie. Napój, zwany xocolatl, był przyrządzany poprzez wymieszanie zgniecionych nasion kakaowca z wodą, mąką kukurydzianą, miodem i chili. Przygotowywany był głównie z okazji wielkich uroczystości i obrzędów religijnych. Dzięki utworzeniu szlaków handlowych i przeniesieniu sadzonek kakaowca do kolonii państw europejskich, produkcja czekolady znacząco wzrosła, i do dzisiaj cieszy się ogromną popularnością. Zapotrzebowanie na nią z roku na rok wzrasta.

#### Jak powstaje czekolada?

Z owoców kakaowca wybiera się nasiona i przechowuje je pod przykryciem przez kilka dni. Następuje wtedy fermentacja miąższu pokrywającego ziarna. W procesie fermentacji cukry rozpadają się pod wpływem enzymów do alkoholu etylowego oraz dwutlenku węgla. Część alkoholu utlenia się do kwasu octowego, który przenika przez całe ziarna. Następnie ziarna suszy się na słońcu albo w suszarniach, aby zapobiec ich zepsuciu się podczas transportu, albo podczas przechowywania w magazynach. W fabryce ziarna są oczyszczane, po czym następuje prażenie w celu uzyskania czekoladowego smaku. Po wyprażeniu ziarna są złuszczone, dzięki czemu wyodrębnia się tak zwane jądra, które stanowią podstawowy surowiec do produkcji rozmaitych odmian kakao i czekolady. Jądra mieli się otrzymując miążgę kakaową. Drugim ważnym produktem jest otrzymywany w wyniku tłoczenia tłuszcz kakaowy (masło kakaowe). Po tłoczeniu w prasie pozostaje tzw. kuch kakaowy, wykorzystywany m.in. do produkcji proszku kakaowego. Tłuszcz kakaowy miesza się z miążgą kakaową, po czym następuje proces konszowania, czyli intensywnego i długotrwałego mieszania. Pod sam koniec tego procesu można do czekolady dodawać różne składniki. Na końcu czekoladę schładza się (temperowanie) i wlewa do foremek.

#### Skład i rodzaje czekolady

**Kuwertura** – dla profesjonalistów, wysokiej jakości czekolada o dużej zawartości masła kakaowego, które nadaje jej połysk.

**Czekolada gorzka** – nazywana luksusową, zawiera ponad 75% kakao z niewielkim dodatkiem lub bez cukru – jest idealna do ciast i deserów, często z dodatkiem ekstraktu waniliowego dla poprawienia smaku.

**Czekolada mleczna** – w jej skład wchodzi mleko w proszku lub mleko skondensowane oraz zazwyczaj 20% kakao. Zawiera ona ok. 50% cukru, dlatego jest bardzo słodka. Nie nadaje się do rozpuszczania i wypieków; stosuje się także tzw. substytuty masła kakaowego lub zamienniki.

**Czekolada deserowa** – zawiera 30-70% kakao, im więcej kakao, tym lepszy smak i aromat czekolady; najlepiej nadaje się do celów kulinarnych.

**Czekolada biologiczna** – zawiera dużą ilość ziaren kakaowych z upraw ekologicznych, dzięki czemu jest produktem o wysokiej jakości.

**Czekolada w proszku** – wyrób składający się z mieszanki proszku kakaowego i cukrów, zawierający nie mniej niż 32% proszku kakaowego; ma łagodny i słodki smak; stosowana do wypieków i napojów.

**Biała czekolada** – nie zawiera w ogóle kakao (lub w bardzo małej ilości), a smak i aromat czekolady uzyskuje dzięki użyciu masła kakaowego; zawiera natomiast duże ilości cukru oraz mleka.

**Czekolada napowietrzona** – uformowana z masy czekoladowej (naturalnej, mlecznej, śmietankowej lub białej) poddawanej działaniu dozwolonych gazów obojętnych.

Podstawowymi składnikami czekolady są miążga kakaowa, masło kakaowe, mleko i cukier. Z uwagi na to, iż masło kakaowe jest składnikiem drogim, bardzo często zastępowane jest alternatywami masła kakaowego (AMK), zwłaszcza w czekoladach mlecznych. Zamienniki te dzieli się na tłuszcze wymagające i niewymagające temperowania. Pierwsza grupa ma skład chemiczny zbliżony do masła kakaowego, ponieważ zawiera takie same kwasy tłuszczowe oraz symetryczne triacyloglicerole monoenowe, dzięki czemu może być mieszane z masłem w każdej proporcji. Źródłem tych tłuszczów może być np. mieszanina frakcji oleju palmowego. Druga grupa, to substytuty masła kakaowego i jego zamienniki. Ich skład chemiczny różni się całkowicie od masła kakaowego: są



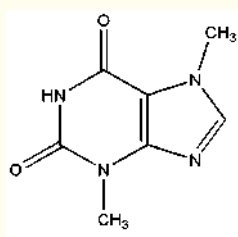
## II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów

to nienasycone kwasy tłuszczowe. Obecność kwasów  $C_{16}$  i  $C_{18}$  bez kwasu laurynowego upodabnia zamienniki do masła kakaowego, dzięki czemu produkty tego typu tolerują do 25% domieszki masła. Zamienniki są najczęściej stosowane do produkcji polew czekoladowych. Natomiast substytuty zawierają dużo kwasu laurynowego, dzięki czemu charakteryzują się dużą szybkością stapiania, a także krótkim czasem krystalizacji. Wymienione tłuszcze alternatywne są powszechnie stosowane w przemyśle czekoladowym, cukierniczym i piekarniczym.

Oprócz wymienionych wcześniej składników, w skład czekolady wchodzi także: tłuszcze roślinne, żelazo, cynk, selen, magnez, wapń, teobromina, kofeina, białka, przeciwutleniacze: flawonoidy, tokoferole, emulgatory: lecytyna (sojowa), mono- i diacyloglicerol, aromaty: wanilina, mrówczan etylu (rum), 2-fenyl-5-metylo-2-heksenal (czekolada, kakao) i wyróżniki sensoryczne: wosk karnauba (połysk).

Lecytyna – dodana to masy czekoladowej - powoduje zmniejszenie jej lepkości, co skraca czas mieszania oraz wspomaga uzyskanie równomiernej warstwy polewy, zaś teobromina – alkaloid purynowy znajdujący się m.in. w ziarnach kakao, jest substancją pobudzającą czynności serca oraz rozszerzającą naczynia krwionośne.

### Długa data ważności



Teobromina

Na każdym opakowaniu czekolady można zauważyć wyznaczoną datę ważności. Bez użycia dodatkowych substancji, czekolada nadawałaby się do spożycia tylko zaraz po jej wyprodukowaniu. Dlatego wręcz niemożliwe jest, aby produkować czekoladę w czysto naturalnej postaci. Grupy substancji, które powodują, że czekolada się nie psuje, to przeciwutleniacze, konserwanty i synergenty. Przeciwutleniacze są to substancje, które służą zapobieganiu procesom utleniania pod wpływem tlenu znajdującego się w powietrzu. Czekolada na skutek jetczenia (utleniania) tłuszczów, psuje się, co w konsekwencji prowadzi do pogorszenia jej cech sensorycznych i wartości żywieniowych. Rola synergentów jest pośrednia, ponieważ wspomagają one i przedłużają czas działania przeciwutleniaczy. Powodują aktywację funkcji utleniacza oraz kompleksują śladowe ilości metali ciężkich, które katalizują proces utleniania. Konserwanty, to substancje hamujące rozwój

drobnoustrojów (poprzez uszkodzenie ich mechanizmu genetycznego) lub całkowicie je likwidują.

**Przeciwutleniacze:** kwas galusowy oraz GAE (*gallic acid equivalents*), procyanidin, epikatechina oraz ECE (*epicatechin equivalents*)

**Konserwanty:** sorbinian sodu, kwas propionowy, kwas sorbinowy

**Synergenty:** kwas cytrynowy, lecytyna.

### „Kwitnięcie” czekolady

Z uwagi na to, że producenci czekolad często (zamiast naturalnego masła kakaowego) stosują tanie zamienniki tłuszczowe otrzymywane przez frakcjonowaną krystalizację oleju palmowego, a także oleju częściowo uwodornionego, często zauważyć można tzw. kwitnięcie czekolady. Na powierzchni czekolady pojawia się wtedy szary nieapetyczny nalot, stwarzający wrażenie spleśnienia. Na szczęście zjawisko to nie ma żadnego związku z pleśnieniem. Jest to krystalizacja tzw. homogenicznych tioacetylogliceroli, zawierających trzy jednakowe nasycone kwasy tłuszczowe. Powstałe kryształy rozpraszają światło dzienne w różnych kierunkach, przez co powierzchnia czekolady traci swój połysk i daje wrażenie szarego nalotu. Stearyna maślana jest bardzo poszukiwanym towarem, ponieważ ma znacznie mniejszą zdolność krystalizacji na powierzchni czekolady, dzięki czemu nie dopuszcza do jej „kwitnięcia”. Do zapobiegania powstawianalotu można stosować również tłuszcz mleczny.

### Ciekawostka

Według nowozelandzkiego psychoterapeuty Murray Langham, ulubiona czekolada świadczy o osobowości człowieka. Na przykład czekoladę mleczną wybierają osoby romantyczne, zaś gorzką osoby ceniące rzeczy dobrej jakości. Znaczenie ma również nadzienie czekolady, gdyż nadzienie kawowe lubią przeważnie osoby niecierpliwie, toffi osoby zmysłowe, a pomarańczowe ci, którzy dobrze sprawdzają się w sytuacjach nieprzewidywalnych. Smacznego!

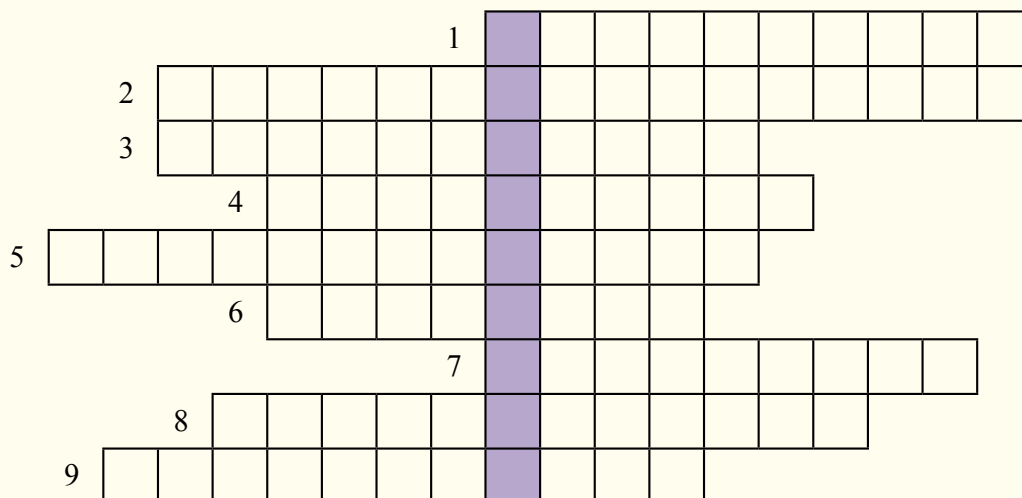


### Pytania do tekstu źródłowego

- I. Podaj rodzaje czekolady i wymień ich skład
- II. Podaj podstawowe składniki czekolady
- III. Opisz proces produkcji czekolady
- III. Uzupełnij zdanie dużą szybkość stapiania, a także.....mają substytuty zawierające dużo kwasu.....

## II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów

### IV. Rozwiąż krzyżówkę:



- |   |   |
|---|---|
| 1. Tzw. ....- biały nalot na powierzchni czekolady  | 6. Dodana do masy czekoladowej zmniejsza jej lepkość                        |
| 2. Substancje służące zapobieganiu procesom utleniania  | 7. Inna nazwa gorzkiej czekolady  |
| 3. Proces intensywnego i długotrwałego mieszania  | 8. Proces schładzania czekolady   |
| 4. Proces, w którym cukry pod wpływem enzymów rozpadają się do alkoholu etylowego i dwutlenku węgla | 9. Grupa substancji, do której należą m.in. sorbinian sodu, kwas propionowy |
| 5. Czekolada uformowana z masy czekoladowej poddanej działaniu dowolnych gazów obojętnych           |   |

WYJAŚNIENIE HASŁA:

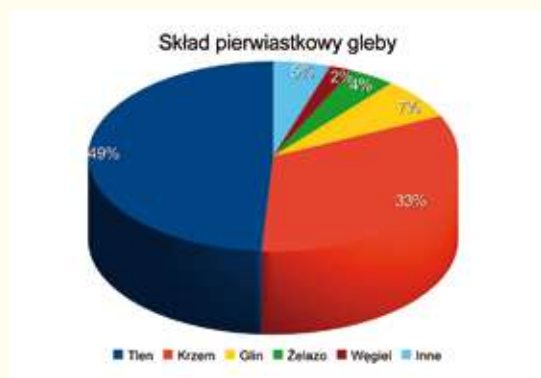
.....

.....

## Treści nauczania: 4.a-c

### Chemia gleby

Gleba to jedna z głównych części ziemskiego ekosystemu. Często nie jesteśmy świadomi, jak dużo jej zawdzięczamy. A przecież gleba ma wpływ na bardzo wiele aspektów naszego życia. Jak wiadomo, wysokość plonów zależy od jej jakości. Czy jednak każdy z nas pamięta, że gleba może zapobiegać powodziom? Hektar ziemi jest w stanie pochłonąć nawet 3750 ton wody! Można też pokusić się o stwierdzenie, że gleba leczy, bowiem bardzo wiele antybiotyków pozyskanych zostało z mikroorganizmów ją zamieszkujących. To jednak jeszcze nie wszystko...



W 1819 roku włoski chemik, Giuseppe Gazeri zauważył, że przepuszczenie kolorowego roztworu przez warstwę gleby powoduje jego odbarwienie. W 1848 roku odkryto, że zatrzymuje ona również zapachy. Prawdziwie zdumiewające było jednak doświadczenie Thomasa Waya z 1845 roku: przy przepuszczaniu przez warstwę gleby roztworu siarczanu amonu, po drugiej stronie wypływał siarczan wapnia! Way eksperymentował dalej z różnymi rodzajami ziemi i różnymi roztworami – okazało się, że ziemia wchłania kationy  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Na}^+$  i  $\text{K}^+$ , a w zamian oddaje jony  $\text{Ca}^{2+}$ . Jak to jest możliwe?

W glebie obecne są różne substancje o budowie jonowej, czyli składające się z anionów i kationów. Występują w niej również mikroskopijne cząstki minerałów ilastych. Kryształki te są zbudowane tak, że na ich powierzchni gromadzi się ładunek ujemny. Jako że przeciwne ładunki się przyciągają, kationy obecne w glebie otaczają ujemnie naładowane cząstki tworząc warstwę

adsorpcyjną. Niektóre jony oddziałują z powierzchnią kryształków mocniej niż inne i w tym właśnie tkwi tajemnica wymiany jonowej, zwanej również sorpcją wymienną. Wiedząc, że sód łatwiej łączy się z kryształkami niż wapń, na pewno łatwiej będzie zrozumieć doświadczenie Thomasa Waya. Jeżeli przez glebę zawierającą jony wapnia przepuścimy roztwór z jonami sodu, to  $\text{Na}^+$  wypęra  $\text{Ca}^{2+}$  z warstwy adsorpcyjnej.

## II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów

Wielkością, której używa się do opisu procesów wymiany jonowej, jest pojemność sorpcyjna. Określa ona ilość jonów obecnych w glebie. Jedną z popularnych metod wyznaczania pojemności sorpcyjnej polega na wymyciu wszystkich jonów z ziemi do roztworu za pomocą chlorku baru ( $\text{BaCl}_2$ ). Jony baru łączą się z ujemnie naładowaną powierzchnią znacznie mocniej niż sód, wapń, magnez i potas, dlatego wszystkie te jony przenikną do roztworu. W tym momencie zbadanie ich stężenia jest już bardzo proste.

W glebie mamy do czynienia również z innymi sposobami rozdzielania mieszanin. Sorpcja biologiczna polega na zatrzymywaniu związków chemicznych przez mikroorganizmy glebowe i korzenie roślin. Jeżeli w wyniku reakcji chemicznej substancja z rozpuszczalnej stanie się nierozpuszczalna i zostanie w glebie, to nazywamy to sorpcją chemiczną. Ziemia może również służyć do filtrowania zawiesin – jeżeli cząstki zawiesiny będą większe od porów występujących w glebie, to osadzą się na nich jak na sitku. Taki mechanizm nazywamy sorpcją mechaniczną. Zdolności sorpcyjne rosną wraz z rozdrobnieniem cząstek, tak więc najlepsze zdolności do zatrzymywania składników będą miały gleby gliniaste, ilaste i pyłowe.

Oprócz jonów metali, w ziemi występują również kationy wodoru i aniony wodorotlenkowe. W zależności od ich stężenia mamy do czynienia z glebami o różnym odczynie pH. Większość roślin preferuje gleby o odczynie neutralnym (pH od 6,5 do 7,2), ponieważ gwarantuje to najlepsze wchłanianie makroelementów: azotu, wapnia, magnezu, fosforu, potasu i siarki. Za to mikroelementy (żelazo, mangan, cynk, miedź) najlepiej wchłaniają się przy niskim pH. Jednak odczyn silnie kwasowy działa bardzo niekorzystnie na funkcjonowanie bakterii glebowych, a to wpływa negatywnie na rozwój roślin i wysokość plonów. Dlatego też nie uprawia się roślin na ziemiach o pH poniżej 4,5. Do roślin wrażliwych na odczyn kwaśny zalicza się m.in. buraki, jęczmień i pszenicę. W Polsce, niestety, większość gleb ma odczyn kwaśny lub słabo kwaśny.

W jaki sposób bada się kwasowość gleby? Jest na to parę sposobów. Najprostszą z nich jest obserwacja przyrody, ponieważ niektóre rośliny preferują konkretny rodzaj gleby. Miejsca o kwaśnym odczynie często porośnięte są koniczyną polną, szczawiem lub wrzosami. W miejsca o pH większym od 7 często

Roślina	Wymagane pH
jałoga, żurawina, azalia	4,5 – 5,0
ziemniak, rododendron, rumianek	5,0 – 5,5
marchew, brukselka, żonkil	5,5 – 6,0
ogórek, kalafior, róża	6,0 – 6,5
cebula, melon, chryzantema	6,5 – 7,0



Wrzos pospolity

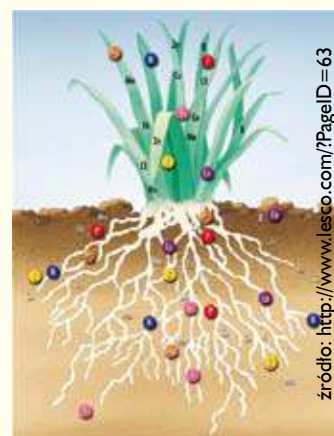
rośnie babka zwyczajna i pokrzywa żegawka. Do badania kwasowości gleby można również wykorzystać reakcję chemiczną: próbkę ziemi umieszcza się w pojemniku i zalewa octem – pojawienie się bąbelków wskazuje na odczyn zasadowy (bąbelki są wynikiem reakcji kwasu z zasadą). Najprostszym, najszybszym i zarazem najpewniejszym sposobem jest jednak wizyta w sklepie ogrodniczym i zakup testera pH.

Polskie gleby nie należą do najlepszych, dlatego, aby zwiększyć ilość i jakość plonów konieczne jest stosowanie nawozów. Dostarczają one niezbędnych roślinom składników pokarmowych (mikro- i makroelementów) oraz polepszają własności fizyczne, chemiczne i biologiczne gleby. Nawozy możemy podzielić na dwie główne grupy: naturalne i syntetyczne.

Nawozy naturalne stosowanie były od początków rolnictwa. Zalicza się do nich m.in.: obornik, kompost i biohumus (odchody dżdżownicy kompostowej). Ich zaletą jest bez wątpienia naturalne pochodzenie oraz obecność wszystkich wymaganych substancji odżywczych. Podstawową wadą jest niestety bardzo powolne uwalnianie składników pokarmowych, co nie zawsze na bieżąco pokrywa potrzeby roślin, zwłaszcza tych szybko rosnących.

Nawozy sztuczne, inaczej zwane mineralnymi, to substancje syntezowane chemicznie lub wydobyte z ziemi i przetworzone. Wyodróżniamy trzy rodzaje takich nawozów: jednoskładnikowe (azotowe, potasowe lub fosforowe), wieloskładnikowe (powstałe w wyniku zmieszania kilku składników lub na drodze reakcji chemicznej) oraz mikronawozy (dostarczające mikroelementów). Do głównych wad nawozów mineralnych zalicza się ich negatywny wpływ na środowisko naturalne (gdy nawozy są stosowane w nadmiarze). Wody spływające z przenażonych pól zawierają bardzo dużo związków mineralnych, przede wszystkim fosforu i azotu. Takie ścieki dostają się do jezior i zalewów powodując proces zwany eutrofizacją (kwitnienie zbiorników wodnych). Skoro bowiem nawozy używają gleby na polach, to w zbiornikach wodnych także będą przyspieszać rozwój roślin. Szczególnie niebezpieczny jest gwałtowny przyrost ilości glonów, ponieważ rozkładające się glony zużywają tlen zawarty w wodzie, co prowadzi do wymierania ryb i roślin wodnych.

Pomimo tego, że człowiek tak dużo zawdzięcza glebie, to właśnie on jest głównym sprawcą jej skażenia. Zanieczyszczenia pochodzą m.in. ze stałych i ciekłych odpadów przemysłowych i komunalnych, gazów i pyłów emitowanych z fabryk, spalin samochodowych, a także nawozów sztucznych i środków ochrony roślin. Są to głównie: węglowodory, rozpuszczalniki, pestycydy, azotany, ołów oraz inne metale ciężkie. Zmieniają one glebę zarówno pod



## II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów



Skażenie gleby w Beijiiaol, Chiny  
źródło: <http://www.lesco.com/?PageID=63>

względem fizycznym, chemicznym, jak i biologicznym. Zanieczyszczenia mają bardzo negatywny wpływ na roślinność, ponieważ niejednokrotnie wbudowują się w tkanki roślin zmieniając ich metabolizm. Skutkuje to zmniejszeniem i obniżeniem jakości plonów. Jeżeli skażona roślina zostanie zjedzona przez zwierzę, to toksyczne substancje chemiczne mogą spowodować różne ciężkie choroby, a nawet mutacje. Podobnie będzie z człowiekiem, który zje chleb z pszenicy rosnącej na skażonym polu lub roladę z krowy na nim się pasącej. Zanieczyszczenia, takie jak chrom, ołów i pestycydy mają właściwości rakotwórcze i mogą powodować występowanie wad wrodzonych. Wiele powszechnie stosowanych rozpuszczalników sprzyja występowaniu zmian wątrobowych i nerkowych, a także może powodować depresję.

Co zrobić, aby zapobiec skażeniu gleby? W niektórych krajach zabrania się stosowania nawozów sztucznych i groźnych pestycydów – zamiast tego używa się bezpiecznych związków organicznych. Pozytywny efekt na pewno przyniosą

słaby odpowiednia gospodarka przemysłowymi odpadami. Okazuje się również, że rozwiązaniem może być sadzenie drzew, które absorbują szkodliwe chemikalia i zapobiegają erozji gleby. Oczyszczenie skażonej gleby jest bardzo trudne i czasochłonne, wymaga zastosowania wielu metod, np. wielokrotnego płukania wodą, wykorzystania mikroorganizmów albo dodania środków chemicznych wiążących zanieczyszczenia.

Już w starożytności ludzie doceniali rolę gleby. Znany grecki filozof, Ksenofanes, zwykł był mówić: „Z ziemi bowiem powstaje wszystko i wszystko w końcu obraca się w w ziemię”. Nie zmarńmy daru, jaki dała nam matka natura. Zadbajmy o glebę, ten „żyzny naskórek” Ziemi.

### Treści nauczania: 5.a

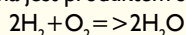
#### Samochód na wodę

Coraz wyższa cena ropy naftowej, głównego surowca do produkcji paliw używanych w transporcie, skłania wielu naukowców do szukania paliwa alternatywnego dla benzyny i oleju napędowego.

Obecne silniki są urządzeniami spalinowymi i energię uzyskują w wyniku spalania paliwa ropopochodnego. Poszukiwania alternatywnych paliw koncentrują wysiłki naukowców wokół wykorzystania gazów – głównie metanu – jako bezpośredniego paliwa lub też surowca do produkcji paliw. Prowadzone są również badania nad zgazowaniem węgla – w wyniku którego otrzymuje się gaz syntezowy (mieszanina CO i H<sub>2</sub>), z którego z powodzeniem można otrzymać paliwo – na przykład metanol. A gdzie w tych wszystkich możliwościach umieścić tytułowy samochód na wodę?

##### Czy można spełnić marzenia...

Woda jako paliwo, to marzenie wielu. Niestety, woda nie może stanowić bezpośredniego paliwa w silnikach spalinowych, ponieważ sama jest produktem spalania:



Jak wiadomo, produktów całkowitego spalania (na przykład CO<sub>2</sub>) nie da się już bardziej spalić. Więc jedynym nośnikiem energii w wodzie są atomy wodoru. Problemem pozostaje jednak sposób ich uzyskania. Wodór można uzyskać za pomocą elektrolizy wody – tylko nie można użyć wody destylowanej, ponieważ nie przewodzi ona w dostateczny sposób prądu i wodór będzie się wydzielał w stopniu niewystarczającym. W praktyce do elektrolizy wody używa się bardzo rozcieńczonych wodnych roztworów elektrolitów. Minimalne napięcie potrzebne do elektrolizy wody to ok. 1,2 V – jest to napięcie, które bez problemu możemy uzyskać w samochodowej instalacji elektrycznej. Wtedy na katodzie będzie się wydzielał wodór a na anodzie tlen. Entuzjaści tej koncepcji opracowują różnego typu domowej konstrukcji elektrolizery i umieszczają je w samochodach. Niestety, nikt nie przedstawił dotychczas żadnych obliczeń, konkretnych wykresów, czy też pomiarów mocy silników aut tak ulepszonych. Podawane informacje sprowadzają się do uzyskania zmniejszenia zużycia paliwa na poziomie 30%.

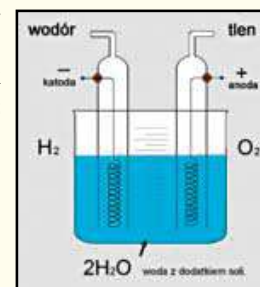
##### Trochę obliczeń...

Spróbujmy przyjrzeć się od strony teoretycznej obliczeniom, co i w jakim czasie możemy uzyskać z wody, a także, jakie poniesiemy dodatkowe koszty? Ilości wydzielonego z wody za pomocą elektrolizera podłączonego do samochodowej instalacji elektrycznej wodoru, obliczone według podstawowych wzorów z działy elektrochemii ( $m = kIt$ ;  $k = M/(nF)$ ), pokazują, że gdy podamy prąd o natężeniu 30A, to w przeciągu godziny otrzymamy ok. 1 g wodoru, który zajmie objętość ok. 1 l. Ciepło spalania wodoru wynosi ok. 120 MJ/kg, a to z kolei oznacza, że z otrzymanego przez nas 1 g H<sub>2</sub> uzyskamy 120 000 J w ciągu jednej godziny, co daje ok. 33 W mocy, które gdy przeliczymy na umowne jednostki mocy silników, dają nam ok. 0,05 KM. Dla jeszcze wyraźniejszego zaakcentowania, jak mało energii uzyskamy, dodam,



## II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów

że podstawowa żarówka w lampie przedniej samochodu pobiera 55 W. Innym aspektem elektrolizy wody jest to, że na anodzie powstaje tlen w ilości ok. 6 l, który podawany razem z wodorem może bardzo nieznacznie wpłynąć na obniżenie spalania paliwa (uzyskujemy efekt podobny jak przy zastosowaniu sprężarek w samochodach – sprężenie mieszanki paliwowo-powietrznej). Oszczędności rzędu 30% możemy przyjąć z subtelnym przymrużeniem oka: wytworzone przez elektrolizer ok. 18-20 l mieszaniny tlenu i wodoru wytworzonej w ciągu godziny, stanowi niewielki dodatek do ilości ponad 1000 l takiej mieszanki pobieranej przez silnik. Oszczędności osiągnięte na tym urządzeniu byłyby prawdopodobnie zbliżone do uzyskanych podczas zmiany stylu jazdy na bardziej ekonomiczny.



### Skroplony czy gazowy?

Woda jako bezpośrednie paliwo tankowane do baku nie ma racji bytu... Jak więc efektywniej wykorzystać wodę? Można uzyskać z niej wodór w innym miejscu – takim, gdzie prądu elektrycznego jest pod dostatkiem, na przykład w elektrowniach. Innym sposobem jest jego otrzymywanie z gazu ziemnego. Można go także wydzielić w trakcie procesów przerobu ropy naftowej. Następnie wodór w postaci gazowej – koniecznie sprężonej albo ciekłej – magazynować i „tankować” nim samochody. Obydwa te wyjścia są bardzo trudne do zrealizowania: niosą ze sobą ogromne koszty konstrukcji odpowiednich zbiorników, sprężarek oraz pozostałego oprzyrządowania. Gdyby to odnieść do potrzeby pokonania porównywalnej odległości przez samochód osobowy z bakiem o pojemności ok. 60 l paliwa, to sam zbiornik na sprężony wodór waży ponad tonę – tyle, co średniej klasy samochód osobowy. Zbiornik na skroplony wodór, to ciężar ok. 200 kg; problemem jest utrzymywanie wodoru w temp. ok.  $-250^{\circ}\text{C}$ . Następnie wodór ten mógłby być użyty w ogniwach paliwowych do wytworzenia prądu, którym byłby napędzany samochód. Ubocznym produktem pracy takiego ogniwa byłaby głównie woda. Taki sposób otrzymywania wodoru za pomocą prądu i jego zamiana na prąd ma jedną wadę: obydwa procesy odbywają się z pewnymi stratami energii. Wodór można także spalić bezpośrednio w komorze silnika, jednakże wymaga to specjalnych przeróbek w konstrukcji i budowie silników. Ponadto każdy silnik spalinowy ma ograniczoną sprawność, czyli zdolność przeniesienia energii ze spalania paliwa na napędzanie kół samochodu, a tym samym umożliwienia ruchu. Sprawność silnika spalinowego wynosi na ogół maksymalnie ok. 40%. Więc gdyby spalać wodór na wodę, uprzednio go z niej otrzymując, podwójnie tracilibyśmy energię – pierwszy raz przy elektrolizie wody, drugi raz – przy spalaniu wodoru z tlenem. Jeszcze dodatkowo doszłyby straty podczas transportu i magazynowania wodoru.

### Chwył marketingowy?

Woda jako paliwo, to – wobec istniejących rozwiązań konstrukcyjnych i sposobów zasilania silników – najkrócej rzecz ujmując – mit. Paliwem mógłby być wodór, jednak pod warunkiem opracowania metody otrzymania wodoru w inny sposób, niż tylko za pomocą elektrolizy.

Macie wielkie pole do popisu:)

### Pytania do tekstu źródłowego:

- I. Wyjaśnij w dwóch zdaniach: dlaczego woda w dobie aktualnych rozwiązań konstrukcyjnych i sposobów zasilania silników nie może stanowić bezpośredniego paliwa.
- II. Podaj trzy sposoby otrzymywania wodoru.
- III. Uzupełnij zdania:
  - Sprawność silnika to .....
  - Produktem elektrolizy wody uzyskiwanym na anodzie jest .....
  - Gaz syntezowy to mieszanina ..... i .....
  - Temperatura skraplania wodoru to ok. ....

## Treści nauczania: 5.d

### Czym się różni paliwo od biopaliwa?

Wyczerpywanie się światowych zasobów energetycznych pochodzenia mineralnego (ropy naftowej, gazu ziemnego i węgla) oraz stale rosnące zapotrzebowanie na energię, wpływa na wzrost cen paliw i skłania do wykorzystywania alternatywnych źródeł energii, takich jak biopaliwa, tj. paliw wyprodukowanych z biomasy. Istnieje wiele rodzajów biopaliw, które mogą występować w formie gazowej, ciekłej i stałej. Ponieważ biomasa jest odnawialnym źródłem energii, można z powodzeniem uważać biopaliwa za nośnik energii odnawialnej. W Polsce o biopaliwach mówi się najczęściej w kontekście biopaliw ciekłych, które mogą stanowić alternatywę dla ropopochodnych paliw silnikowych.

#### Czym jest paliwo?

Paliwo, to substancja, która w wyniku intensywnych procesów spalania (utleniania), wydziela duże ilości ciepła. Paliwa mineralne powstawały w procesach trwających setki tysięcy lat. Intensywne ich wydobycie i zużycie powoduje spadek światowych zasobów, dlatego nazywa się je nieodnawialnymi źródłami energii.

Cechą charakterystyczną paliw jest ich wysokie ciepło spalania (ilość ciepła, jaka powstaje przy spalaniu całkowitym i zupełnym jednostki masy lub jednostki objętości paliwa) i duża wartość opałowa (ilość ciepła wydzielana przy spalaniu jednostki masy lub jednostki objętości paliwa przy jego całkowitym i zupełnym spalaniu).

## II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów

Paliwa można podzielić ze względu na:

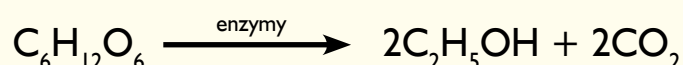
- pochodzenie: paliwa naturalne (węgiel kamienny, brunatny, biomasa, ropa naftowa, gaz ziemny), paliwa sztuczne wytwarzane przy przeróbce paliw naturalnych (koks, olej opałowy, olej napędowy, benzyna, LPG)
- stan skupienia: paliwa stałe, paliwa ciekłe, paliwa gazowe
- zastosowanie: paliwa opałowe (do spalania zewnętrznego); paliwa napędowe (do spalania wewnętrznego).

Przetwórstwem materiałów mineralnych na paliwa zajmuje się przemysł petrochemiczny, wykorzystujący w tym celu różne metody chemiczne i fizyczne. W procesie spalania, obok paliw, otrzymujemy wiele różnych węglowodorów, związków aromatycznych, dwutlenek węgla i wiele innych szkodliwych substancji, które uwalniane są bezpośrednio do atmosfery.

### Biopaliwa

Produkcja biopaliw polega na frakcjonowaniu biomasy roślinnej i jej przetwórstwie do użytecznych produktów końcowych metodami biotechnologicznymi, czyli z wykorzystaniem mikroorganizmów lub wytwarzanych przez nie enzymów. W praktyce możliwe jest otrzymanie dwóch głównych rodzajów biopaliwa: alkoholi (ze zbóż, buraków cukrowych, ziemniaków) oraz olejów roślinnych (z rzepaku).

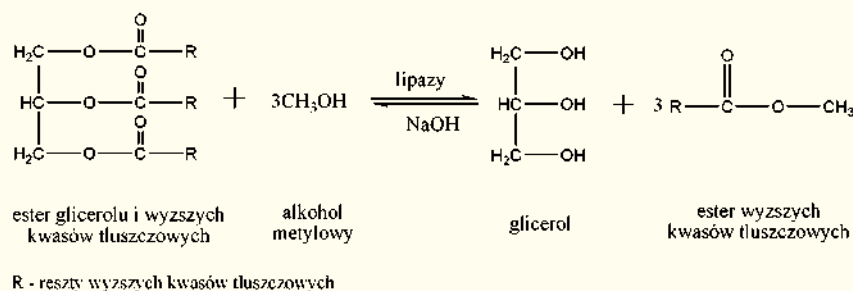
Z chemicznego punktu widzenia, bioetanol jest bezwodnym alkoholem etylowym powstającym w procesie fermentacji alkoholowej, która polega na przemianie cukru w alkohol i dwutlenek węgla, w wyniku działania enzymów zawartych w drożdżach, co opisuje następujące równanie:



Aby otrzymać czysty, bezwodny etanol, poddaje się go procesowi destylacji. Stanowi to energożerny krok, będący podstawowym czynnikiem decydującym o ostatecznym bilansie energetycznym produkcji bioetanolu.

**Biodiesel**, to przetworzony chemicznie olej roślinny do silników wysokoprężnych Diesla. W rzeczywistości są to estry metylowe kwasów tłuszczowych (FAME), tzw. czysty biodiesel, produkowane z roślin oleistych, takich jak: rzepak, słonecznik, len zwyczajny, soja, kukurydza, konopie siewne, zawierających duże ilości tłuszczu będących estrami kwasów karboksylowych i glicerolu. Najważniejszym surowcem dla energetyki odnawialnej w Polsce jest rzepak ozimy oraz rzepik, który uprawia się tylko na niewielką skalę w północno-wschodniej części kraju.

Proces produkcji biodiesela polega na poddaniu oleju rzepakowego biotechnologicznej modyfikacji w procesie transestryfikacji w agrorafineriach. Proces ten, inaczej zwany alkoholizacją, polega na wymianie chemicznie związanej gliceryny w triglicerydach na dodany alkohol małowcząsteczkowy – metylowy lub etylowy w obecności katalizatorów zasadowych np. KOH, NaOH oraz lipaz. Lipazy to enzymy z grupy esteraz, katalizujące syntezę estrów kwasów tłuszczowych i glicerolu; przedstawia to następujące równanie:



Reakcja estryfikacji, pomimo, że składa się z trzech etapów, jest stosunkowo prosta i nie wymaga skomplikowanych rozwiązań technologicznych w porównaniu do procesu produkcji bioetanolu, który jest wysoce energochłonny.

Różnice pomiędzy paliwem a biopaliwem

Najważniejszą różnicą pomiędzy paliwem a biopaliwem, jest źródło energii oraz rodzaj surowców wykorzystywanych do ich produkcji, a także zastosowane techniki procesowe. Biopaliwa produkowane są z biomasy, która jest krótkoterminowym magazynem energii słonecznej wylapywanej przez rośliny w procesie fotosyntezy. Dlatego należy do odnawialnych źródeł energii, w odróżnieniu od węgla kamiennego, brunatnego, gazu ziemnego, czy paliw produkowanych z ropy naftowej, które otrzymywane są na drodze bardzo skomplikowanych procesów geologicznych w ciągu tysięcy lat.

Biopaliwa różnią się od paliw tym, że są produkowane przy użyciu metod biotechnologicznych, a paliwa mineralne, przypomnijmy, przy użyciu metod chemicznych i fizycznych, co wpływa na ich koszt produkcji. Cena biopaliw jest na ogół wyższa od ceny paliw kopalnych dlatego, że synteza biopaliwa wymaga większego nakładu energii w uprawę, transport i przerób chemiczny. Uprawa roślin wykorzystywanych do produkcji biopaliw przyczynia się także do wyjaławiania gleb, a to wymaga kosztownej ich rekultywacji, przyczynia się do rozwoju



## II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów

patogenów, szkodników i chorób oraz zagrożenia dla zaspokojenia zapotrzebowania na żywność. Badania przeprowadzone na podstawie danych z lat 1989-2007 przez W.K. Kellogg Long Term Ecological Research sugerują, że uprawa roślin pod biopaliwa jest o 36% mniej efektywna energetycznie niż przy uprawach z przeznaczeniem na żywność.

Paliwa i biopaliwa różni też bilans gazowy. Spalanie różnych paliw kopalnych zamyka obieg węgla w przyrodzie, jednak znaczny wzrost zużycia i zwiększona emisja tlenu węgla(IV) do atmosfery w minionym stuleciu spowodowały wystąpienie poważnych zakłóceń w funkcjonowaniu ekosystemu na Ziemi. Stosowanie biopaliw w założeniu ma służyć poprawie bilansu emisji gazów cieplarnianych oraz zmniejszeniu uzależnienia od ropy naftowej. Paliwa stanowią ponadto większe zagrożenie dla środowiska i katastrof ekologicznych niż biopaliwa. W związku z ochroną środowiska i bezpieczeństwem energetycznym, państwa członkowskie UE wydały dyrektywy dotyczące zwiększania udziału biopaliw na rynku paliw.

Podsumowanie

W ciągu ostatnich 12 lat produkcję biopaliw płynnych podjęto w 12 państwach m.in. w Polsce. Koszt produkcji biopaliw jest na ogół wyższy niż paliw kopalnych, ale ze względu na liczne korzyści dla rolnictwa i środowiska naturalnego wynikające z zastosowania biopaliw, dąży się do zwiększonego ich wykorzystania na świecie.

### Pytania do tekstu źródłowego:

- I. Co może stanowić alternatywę dla paliw ropopochodnych?
- II. Czym jest paliwo i jakie ma cechy charakterystyczne?
- III. Wymień paliwa:
  - a. pochodzenia naturalnego
 

.....

.....

.....

.....
  - b. paliwa sztuczne
 

.....

.....

.....

.....
- IV. Ze względu na stan skupienia paliwa dzielimy na...
- V. Podaj definicję biopaliwa i reakcję jego otrzymywania.
- VI. Na czym polega proces produkcji biodisela.
- VII. Wymień różnice między paliwem a biopaliwem.
- VIII. W ilu krajach produkuje się biopaliwa.
- IX. Czemu służy stosowanie biopaliw?



## Treści nauczania: 6.b

### Czy polimer może być inteligentny?

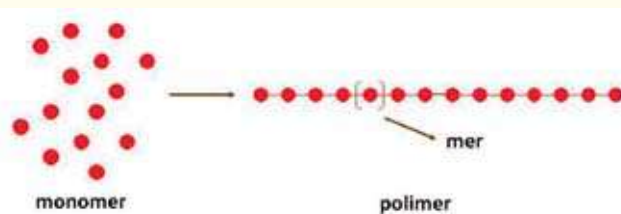
W latach 80. XX wieku pojawiło się zainteresowanie materiałami, które zaczęto określać jako inteligentne. Narastające oczekiwania projektantów nowatorskich rozwiązań technicznych spowodowały zainteresowanie różnorodnymi materiałami umożliwiającymi realizację koncepcji zaawansowanej techniki – w tym szczególnie inteligentnymi polimerami.

Inteligencja jest przedmiotem zainteresowania psychologii od samego początku jej dziejów. Ale jak to się ma do chemii? Czy pojęcie to można odnieść do polimerów? Czy polimer może być inteligentny? Okazuje się, że takie stwierdzenie jest słuszne. Ale po kolei...

**Polimery** – związki wielkocząsteczkowe otrzymywane w procesie polimeryzacji. Charakteryzują się regularną i powtarzalną budową – długie łańcuchy utworzone są ze stale powtarzających się jednostek zwanych **merami**. To tak jak korale, w których każda kulka jest mała i taka sama jak jej sąsiadki, ale połączone ze sobą dają długi, piękny i funkcjonalny łańcuch.

Polimery znalazły zastosowanie praktycznie we wszystkich dziedzinach życia: butelki na napoje, folie, woreczki, pojemniki, wykładziny i rury, szyby, wyświetlacze telewizorów i telefonów, farby, lakiery, kleje, ubrania, opony samochodowe, a nawet stałe paliwo rakietowe! Polimery otaczają nas każdego dnia. Ale czy zastanawialiśmy się kiedyś nad ich inteligencją? Dlaczego naukowcy przypisują nieożywionej materii cechy do tej pory zarezerwowane dla istot myślących? To właśnie postaramy się wyjaśnić.

Inteligentne polimery, to specjalna klasa polimerów. Nazywamy tak substancje, które w odwracalny sposób zmieniają swoje właściwości fizyczne i chemiczne w odpowiedzi na sygnał (bodziec) pochodzący z ich otoczenia. Sygnały te mogą mieć naturę

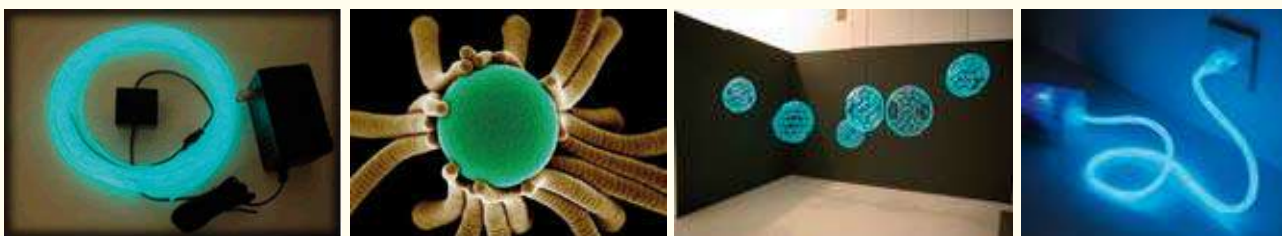


## II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów

chemiczną (pH środowiska, rozpuszczalniki), fizyczną (temperatura, działanie pola elektrycznego czy magnetycznego, promieniowanie) lub biologiczną (enzymy czy inne substancje biochemiczne). Typ specyficznych grup funkcyjnych obecnych w cząsteczce decyduje o czynniku środowiska, na który taki polimer jest wrażliwy. W wyniku działania bodźca inteligentne polimery mogą wytrącać się z roztworów, zmieniać barwę, a łańcuchy naniesione na powierzchnię lub żele polimerowe (usieciowane łańcuchy polimerów) mogą kurczyć się i rozszerzać...

Wśród naukowców trwa dyskusja, czy nazwa „inteligentny” jest dobrym określeniem takich materiałów. Bo czy człowiek (zawierający w swoim ciele bądź co bądź biopolimery), który wyjdzie na mróz bez kurtki i skurczy się pod wpływem działania niskiej temperatury może być określony mianem inteligentnego tylko dlatego, że w odpowiedzi na bodziec zmienił swój rozmiar? Takie i inne wątpliwości sprawiają, że w odniesieniu do polimerów inteligentnych używane są także mniej medialne nazwy, takie jak: wrażliwe na bodźce lub odpowiadające na bodźce.

Nie ulega jednak wątpliwości, że takie materiały polimerowe stanowią przyszłość wielu dziedzin nauki i techniki, a naukowcy coraz częściej badają takie właśnie polimery. Ich właściwości pozwalają na otrzymywanie nośników leków, które dostarczają aktywne substancje bezpośrednio do chorych komórek nie zatrzymując całego organizmu; zaworów, które „wiedzą”, kiedy mają być zamknięte; bioreaktorów pozwalających na prowadzenie skomplikowanych reakcji otrzymywania substancji niezbędnych do życia, czujników ostrzegających o niebezpieczeństwie, materiałów konstrukcyjnych „pamiętających” swój kształt i takich, które zmieniają kolor lub emitują światło, samomyjących się powierzchni, materiałów samonaprawiających się czy sztucznych mięśni.

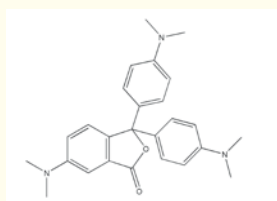


Jak działają takie materiały przyszłości? Zaczniemy od materiałów zmieniających kolor.

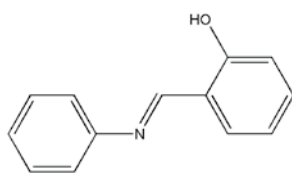
Początkowo, żeby przeżyć w otaczającym świecie a z czasem dla wygody, człowiek łączył swoje funkcjonowanie z szeroko pojętym rozwojem techniki. W związku z tym, uczył się też wykorzystywać różne materiały do produkcji broni, narzędzi i ozdób. Najpierw opłynał obróbkę kamienia, z czasem brązu i żelaza, natomiast obecnie trwa burzliwy rozwój tworzyw sztucznych. Niektórzy naukowcy z uśmiechem stwierdzają, że tak właśnie będzie nazywała się następna epoka („epoka tworzyw”). Niespełna trzydzieści lat temu zainteresowano się również materiałami, które niejako adaptują się do środowiska, tj. w odpowiedzi na określony bodziec zewnętrzny w czasie rzeczywistym zmieniają swoje właściwości (np. kolor, kształt, temperaturę, gęstość). Materiały te określono jako „inteligentne”. Wśród tych zaawansowanych materiałów, najszerze zastosowanie do tej pory znalazły materiały z pamięcią kształtu oraz materiały zmieniające kolor.

### Materiały inteligentne zmieniające kolor

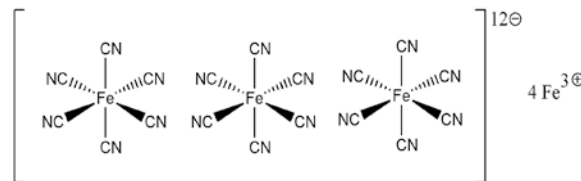
Powszechnie wiadomo, że barwa, którą widzimy, powstaje w wyniku pochłaniania określonej długości fali z zakresu widzialnego i odbijania bądź przepuszczania pozostałych. Niektóre materiały pod wpływem bodźca zewnętrznego w sposób odwracalny zmieniają np. strukturę krystaliczną, uporządkowanie molekuł (w ciekłych kryształach), izomerię. Takie transformacje mogą powodować również



N-salicylidenoanilina



Lakton fioletu krystalicznego



Błękit pruski

zmianę długości fali, jaką dany materiał absorbuje, i w związku z tym również zmianę postrzeganego przez nas koloru.

Zgodnie z definicją wprowadzoną przez T. Takagi, materiał inteligentny pełni jednocześnie rolę czujnika, analizatora i wykonawcy, przy czym reakcja materiału jest odwracalna. To oznacza, że w momencie zadziałania określonego bodźca materiał inteligentny go „zauważy”, „przemysli” jak ma się zachować, a następnie zareaguje, np. zmianą barwy. Zaznaczyć należy, że o ile bodziec jest konieczny do wywołania efektu, to nie zawsze jest potrzebny do jego utrzymania. W związku z tym zmiana barwy wywołana określonym bodźcem będzie utrzymywała się nawet wtedy, gdy bodziec ten przestanie działać. Ze względu na rodzaj bodźca, wśród materiałów zmieniających kolor, wyróżnić można trzy zasadnicze grupy:

- **Materiały fotochromowe** zmieniają barwę pod wpływem zmiany natężenia światła.

Pochłaniają światło o określonej częstotliwości, co daje im energię niezbędną do przemiany między dwoma stanami różniącymi się zakresem częstotliwości fal absorbowanych. Wśród materiałów fotochromowych tworzenie się nowego chromoforu (ugrupowania odpowiedzialnego za barwę) często spowodowane jest transformacją izomeryczną. Przykładowymi materiałami fotochromowymi są np.: azobenzen, N-salicylidenoanilina.

- **Materiały termochromowe** zmieniają barwę pod wpływem zmiany temperatury

Tworzenie nowego chromoforu spowodowane jest dostarczeniem bądź odebraniem z układu energii termicznej. W tej grupie związków często spotyka się ciekłe kryształy, oraz podobnie jak w przypadku materiałów fotochromowych, związki zdolne do przemiany

## II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów

izomerycznej. Jako przykłady materiałów termochromowych można wymienić polidiacetylen oraz lakton fioleto krystalicznego (6-(dimetylamino)-3,3-bis(4-(dimetylamino)fenyli)izobenzofuran-1(3H)-on).

- **Materiały elektrochromowe** zmieniają barwę pod wpływem przepływu prądu.

Materiały elektrochromowe, to tak naprawdę układy redox, w których przepływ elektronów powoduje odwracalną przemianę jednego ugrupowania chromoforowego w inne. Wśród materiałów należących do tej grupy przeważającą część stanowią przewodzące tlenki metali oraz związki kompleksowe. Przykładowe stosowane związki to: trójtlenek wolframu, pięcioletek wanadu, błękit pruski.

### Do czego to tak naprawdę służy?

Zastosowanie materiałów inteligentnych zmieniających barwę jest ograniczone wyłącznie pomysłowością człowieka. Materiały fotochromowe są coraz częściej stosowane jako materiał do produkcji szyb okiennych i soczewek okularów, które ciemnieją przy zwiększającym się natężeniu światła, a także optycznych nośników pamięci wielokrotnego zapisu i farb.

Materiały elektrochromowe znalazły zastosowanie w przemyśle motoryzacyjnym, w szczególności do produkcji szyb i lusterek. Kierowca z łatwością może przyciemnić lustro bądź zmienić przejrzystość szyb, co jest bardzo użyteczną opcją nie tylko w słoneczne dni, ale także podczas jazdy nocnej.

Materiały termochromowe wykorzystywane są przede wszystkim do produkcji czujników temperatury. Znalazły też zastosowanie jako elementy gadżetów, takich jak naczynia informujące o temperaturze zawartości oraz ładne i bezpieczne termometry bezręczne.

### Pytania do tekstu źródłowego:

#### I. Zaznacz prawidłową odpowiedź:

- Polimery to:**
  - Związki o budowie jonowej o regularnej sieci krystalicznej
  - Związki wielkocząsteczkowe o długich łańcuchach utworzonych z merów
  - Związki wielkocząsteczkowe otrzymywane w procesie polikondensacji
- Substancje „inteligentne” to:**
  - Substancje zawierające pewne grupy funkcyjne, dzięki którym mogą łączyć się w długie łańcuchy utworzone z merów
  - Substancje, które w odwracalny sposób zmieniają swoje właściwości fizyczne i chemiczne w odpowiedzi na bodziec z otoczenia
  - Substancje wytwarzane w piecach hutniczych pod wpływem działania wysokiej temperatury, które mogą zmieniać kształt
- Materiały termochromowe:**
  - Zmieniają barwę pod wpływem przepływu prądu
  - Zmieniają barwę pod wpływem zmiany natężenia światła
  - Zmieniają barwę pod wpływem zmian temperatury
- Chromofor to:**
  - polimer inteligentny
  - Materiał stosowany do produkcji czujników temperatury
  - Ugrupowanie atomów odpowiedzialne za barwę
- Barwa, którą odbiera ludzkie oko powstaje w wyniku:**
  - Odbijania przez dany przedmiot określonej długości fali z zakresu widzialnego
  - Pochłaniania przez dany przedmiot określonej długości fali z zakresu widzialnego
  - Pochłaniania przez oko ludzkie określonej długości fali z zakresu widzialnego

#### II. Wymień przynajmniej po jednym zastosowaniu:

- Materiałów termochromowych .....
- Materiałów elektrochromowych .....
- Materiałów fotochromowych.....

### Istota klejenia, czyli dlaczego klej klei?

Sklejając dwa kawałki papieru nie zdajemy sobie sprawy, jak skomplikowane procesy muszą zajść, aby oba elementy mogły zostać zespolone.



Sklejona skóra

By wyjaśnić mechanizm klejenia, trzeba uzmysłowić sobie, że nawet najlepiej wypolerowana powierzchnia nie jest idealnie gładka. Oddziaływania międzycząsteczkowe pojawiają się po zbliżeniu ciał na odległość mniejszą niż 0,1 nm. Przy zetknięciu dwóch ciał nie stykają się one całą powierzchnią, lecz tylko w pojedynczych punktach; to za mało, by elementy stale zespolić. Opisaną sytuację ilustruje rysunek. Oprócz wymienionej nierówności, adhezję (przyleganie) ciał, utrudnia cienka warstewka zaadsorbowanego na powierzchni gazu (zwykle jest to powietrze). Zaadsorbowany gaz można sobie wyobrazić jako cząsteczki przyklejone do powierzchni ciała stałego; utrudniają one zetknięcie się obu klejonych elementów.

Znacznie łatwiej uzyskać adhezję cieczy do ciała stałego. Wystarczy zmoczyć kawałek szyby i od razu można do niej przykleić kartkę lub nawet drugi kawałek szyby. Użyteczność

## II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów

wody samej w sobie jako kleju jest jednak wątpliwa. Jako substancja ciekła nie zapobiega przemieszczaniu się „sklejonych” elementów, ani nie przenosi większych naprężeń. Nie do końca jest to jednak prawdą. Każdy sklejał kiedyś chrupki kukurydziane w rozmaite kształty. Woda zachowuje się tutaj jako tzw. klej rozpuszczalnikowy. W praktyce kleje takie używa się do klejenia tworzyw sztucznych. Jeden z systemów instalacji wodno-kanalizacyjnej używa rur i armatury wykonanej z PVC (polichlorku winylu). Poszczególne elementy łączy się przez przesmarowanie złączki oraz rury rozpuszczalnikiem rozpuszczającym PVC. Tworzywo zostaje powierzchniowo rozpuszczane oraz spęczniane poprzez rozpuszczalnik. Po dociśnięciu elementów i odczekaniu aż rozpuszczalnik wyparuje, uzyskujemy trwałe połączenie. Jeżeli klej musi być ciałem stałym, to pojawia się problem. Ciało stałe nie ulega przecież adhezji do powierzchni klejonych elementów. Rozwiązaniem jest oczywiście rozpuszczenie (lub zdyspergowanie, czyli rozproszenie mechanicznie) odpowiedniej substancji w rozpuszczalniku (najczęściej polimerów). Zostaje ona przetransportowana do wnętrza struktur wierzchnich klejonych elementów, następnie rozpuszczalnik odparowuje, a wysuszony polimer tworzy mocną spoinę, która utrzymuje elementy razem, dzięki adhezji do powierzchni klejonego materiału oraz poprzez czysto mechaniczne szczerzenie się elementów. Łatwo można zauważyć, że ten typ kleju będzie się nadawał do papieru, drewna, tkanin i innych bardzo silnie porowatych materiałów.



A co z materiałami względnie gładkimi, które na powierzchni mają tylko drobne mikrospeknięcia i rysy (np. metalami)? Opisujący klej oczywiście zadziała, ale zbyt słabo. Chemiczne związanie z powierzchnią ciała stałego jest co najmniej 4-krotnie mocniejsze niż adhezja fizyczna. Dlatego kleje do metali zawierają w składzie jednostki będące pochodnymi fenolu, np. 2,4,6-tri(metyloaminometylo)fenol (utrwalacz do żywic epoksydowych). Fenole silnie reagują z metalami tworząc wiązania jonowe. Dobrze, jeżeli rozpuszczalnik kleju jest równocześnie jednym ze składników, np. czynnikiem sieciującym. Ale nie zawsze jest to możliwe. Przykładem takiego kleju jest popularna „Kropelka®” czy „Super Glue®”. Czynnikiem sieciującym szybko utwardza spoinę. Nie trzeba czekać na odparowanie rozpuszczalnika, dlatego klejenie

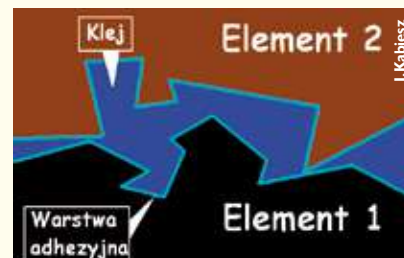
jest bardzo szybkie. Należy pamiętać, że klej ten bardzo powoli twardnieje w suchym powietrzu. Tlen z powietrza hamuje proces twardnienia (to dlatego w tubce kleju jest aż tyle powietrza, a ściślej czystego tlenu), a woda przyspiesza proces polimeryzacji cyanoakrylanu. Dlatego po ściśnięciu kropelki kleju między palcami (wilgoć + brak tlenu) ulegają one natychmiastowemu sklejeniu.

Przed sklejeniem czegokolwiek należy zadbać, by klejone powierzchnie były czyste i dobrze odtłuszczone. Tłuszcz dobrze przylega do klejonego elementu i tworzy na tyle silną warstwę adhezyjną, że klej nie potrafi jej wyprzeć. Klejone miejsca często matowi się papierem ściernym, zwiększając w ten sposób powierzchnię, na którą będzie działał klej.

Kleje, to nie tylko dobrodziejstwo, ale też ogromne zagrożenie. Przykładem zagrożeń związanych z klejami są płyty wiórowe oraz płyty OSB. Wykonuje się je poprzez prasowanie na gorąco wiór lub drzazg drewnianych razem z żywicą mocznikowo-formaldehydową (pełniącą rolę kleju). Żywicze te ulegają bardzo powolnej degradacji uwalniając formaldehyd zwłaszcza, gdy wilgotność powietrza sięga 70%. Formaldehyd ma właściwości uczulające, powoduje bóle głowy i inne dolegliwości. Jeśli dom wykonany jest systemem szwedzkim – drewniana konstrukcja + płyty OSB – to pułapkę formaldehydową mamy gotową!

Innym problemem są opary kleju. W gospodarstwie domowym rzadko używa się klejów zawierających szkodliwe rozpuszczalniki, ale w niektórych miejscach pracy stosuje się kleje w sposób ciągły i istnieje poważne ryzyko chorób wywołanych toksycznymi oparami. I choć wydaje się to dziwne, wiele substancji klejących musi być badane pod kątem „jadalności”. Sam pamiętam, że będąc dzieckiem kosztowałem różne kleje. Podobnie jest dzisiaj. Dzieci wciąż mają takie pomysły! Dlatego kleje do zastosowań szkolnych nie mogą być toksyczne.

Być może doczekamy się tego, że zamiast spawać i skręcać elementy będziemy je po prostu sklejać. Niektóre kleje do stali tworzą spoinę mocniejszą niż sama stal. W próbach wytrzymałościowych uszkodzeniu ulega jeden z elementów, a nie klejone miejsce.



### Pytania do tekstu źródłowego:

- I. Czym jest adhezja?
- II. Dlaczego po ściśnięciu kropelki kleju Kropelka® lub Super Glue® między palcami ulegają one natychmiastowemu sklejeniu?
- III. W jaki sposób należy przygotować powierzchnię do klejenia?  
Odpowiedź uzasadnij.



## II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów

### Treści nauczania: 6.d

#### Sztuczne nici, czyli mały-wielki krok dla ludzkości

##### Jak to się zaczęło...

Poprzez swoje pragnienia człowiek osiągnął wiele rzeczy, których nie byłby w stanie osiągnąć, gdyby nie obserwował zachowań zwierząt. W dzisiejszym świecie takimi sprawami zajmuje się biomimetyka, która jest jedną z najbardziej przyszłościowych nauk. Ważnym zagadnieniem biomimetyki jest wykorzystanie pajęczych nici dla potrzeb człowieka.

##### Czym są naprawdę pajęczę nici?

Pajęczę nici są zbiorem połączonych ze sobą cienkich nitok. Każda z tych nitok tworzy zaawansowaną strukturę zbudowaną z naturalnych polimerów. W ok. 50% składa się na nie spolimeryzowane białko, zwane fibroiną. Jest to nie tylko główny składnik pajęczyny, ale także np. naturalnego jedwabiu. W składzie tego białka przeważają aminokwasy, takie jak glicyna, alanina, seryna czy tyrozyna.

##### Próby doświadczalne i możliwości wykorzystania

Sieć utworzona przez pająka jest niezwykle trwała, odporna na rozciąganie i wytrzymała. Włókno o przekroju 1 mm może utrzymać ciężar ponad 260 kg. Pajęczyna może nawet zatrzymać pędzącą z prędkością 30 km/h pszczołę! Ma jeszcze jedną niezwykłą właściwość – zmienia swoją długość pod wpływem zmian wilgotności powietrza i może się rozciągnąć nawet o 40%. Nic dziwnego, że próbuje się tworzyć coraz to lepsze syntetyczne nici, których właściwości byłyby zbliżone do nici pajęczych. Skala ich wykorzystania jest ogromna! Począwszy od tworzenia kamizelek kuloodpornych na potrzeby wojska, spadochronów, trwalszych ubrań aż po bardzo wytrzymałe i nietoksyczne nici chirurgiczne oraz jako materiał stosowany do rekonstrukcji więzadeł.



fol. Remigiusz Piegza

Szokującą informacją jest, że już w 1709 r. Francuz Bon de Saint-Hilaire próbował wykorzystać pajęczyny na większą skalę. Zebrał sporą ilość kokonów i zagotował je wytwarzając materiał na kilka par skarpet.

Kolejnym przykładem otrzymywania włókien pajęczych, jest, być może znane Wam, doświadczenie kanadyjskiego naukowca Jeffrey'ego Turnera, który wyhodował genetycznie modyfikowane kozy poprzez skrzyżowanie genów kozy i pająka krzyżaka. Okazało się, że dzięki temu przędza wytwarzana z mleka podczas kontaktu z powietrzem, ulegała samoorganizacji we włókna.

##### Inna możliwa ścieżka...

Istnieje inna możliwość tworzenia nici o wytrzymałości przewyższającej dotychczas omawiane. W 1991 r. za pomocą mikroskopu elektronowego dostrzeżono w próbce sadzy dziwne nici o długości kilku mikrometrów i średnicy kilku nanometrów. Cząsteczki te nazwano nanorurkami. Jak się okazało jest to czwarta odmiana alotropowa węgla. Podczas badań wykazano, że nanorurki charakteryzują się:

- dużą twardością, gdyż występują w nich bardzo mocne wiązania między atomami węgla w płaszczyźnie grafitowej
- moduł Younga (moduł sprężystości podłużnej) jest duży, dzięki czemu są wytrzymałe na rozciąganie i zginanie
- zdolnością do zachowywania się jak metal lub półprzewodnik
- małym oporem właściwym
- bardzo dużą przewodnością cieplną.

Jak widać, nanorurki mogą stanowić poważną konkurencję dla syntetycznych nici pajęczych. Jednak koszty przedsięwzięć dla obu opcji są obecnie jeszcze zbyt duże. Niestety będziemy musieli jeszcze poczekać parę dobrych lat na ich realizację.

#### Pytania do tekstu źródłowego:

- I. Czym zajmuje się biomimetyka?
- II. Podaj właściwości nici pajęczęj.
- III. Czym są nanorurki? Czym się charakteryzują?



### III. Opanowanie czynności praktycznych

## Barwne, ciekawe i tanie doświadczenia chemiczne – to jest to!

Wychodząc naprzeciw najnowszej podstawie programowej oraz jej głównym założeniom, proponujemy kilka doświadczeń chemicznych. Eksperymenty skonstruowano tak, aby większość odczynników można było kupić w przydomowych sklepach. Wystarczy zajrzeć się do osiedlowego sklepu spożywczego, do apteki, odwiedzić po drodze drogerię lub zajrzeć do najbliższego marketu. Bez problemu znajdziemy tam metale, kwasy, wodorotlenki, zasady w ładnych i kolorowych opakowaniach często zaopatrzonych w obowiązujące symbole zagrożeń i opisy środków bezpieczeństwa. Nie musimy chyba nikogo przekonywać, że przeprowadzanie doświadczeń chemicznych jest świetnym sposobem na uatrakcyjnienie zajęć oraz na utrwalenie wiedzy. Byłoby znakomicie, gdyby część z nich stała się możliwa do wykonania w domu. Jak zatem niskim kosztem uzupełnić lukę w ubogiej pracowni? Przepis na sukces jest prosty: kilka kropli samozaparca oraz szczypta twórczego myślenia i mamy już całą bazę substancji, które możemy wykorzystywać, jako odczynniki stosowane do doświadczeń chemicznych. Czytając ten artykuł dowiedziecie się, które z substancji codziennego użytku mogą okazać się wartościowymi substytutami drogich odczynników laboratoryjnych. Proponowane doświadczenia wykonujemy w technice SSC (*Small-Scale Chemistry*) adaptacji Centrum Chemii w Małej Skali, działającego przy Wydziale Chemii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu. Szerzej technikę chemii w małej skali możecie poznać na stronie Internetowej centrum – [www.centrumssc.prv.pl](http://www.centrumssc.prv.pl).

### **Katalityczny rozkład nadtlenu wodoru, alternatywa do ogrzewania manganianu(VII) potasu**

Do doświadczenia potrzebne nam będą: jedna probówka, 3% roztwór nadtlenu wodoru – popularnie zwany wodą utlenioną (zakupu dokonujemy w aptece), zużyta bateria (np.: typu „paluszek”), patyczek do szaszłyków (tuczywko) oraz plastikowa łyżeczka jednorazowa. Ze zużytego „paluszka” nie ma już większego pożytku, jednak taka bateria zawiera części, które przydadzą się wielokrotnie. Zdejmujemy z niej folię z nadrukiem i otwieramy cynkową osłonę (blaszkę cynkową chowamy do szuflady). Czarnobrunatny proszek z wnętrza baterii jest mieszaniną tlenku manganu(IV), sproszkowanego grafitu i chlorku amonu. W samym centrum baterii znajduje się elektroda – grafitowy pręcik (będzie potrzebny do elektrolizy). Po przygotowaniu substratów możemy przystąpić do wykonania doświadczenia. Do probówki wprowadzamy około 1 cm<sup>3</sup> wody utlenionej. Rozżarzamy tuczywko. Plastikową łyżeczką wysypujemy niewielką ilość (szczyptę) tlenku manganu(IV). Zawartość probówki zaczyna się gwałtownie pieniać. Wprowadzamy przygotowane tuczywo do połowy wysokości probówki. Spróbujcie przeprowadzić doświadczenie, sprawdźcie, co dzieje się z tuczywem, zastanówcie się jaki gaz otrzymaliście.

### **Otrzymywanie dwutlenku węgla przez ogrzewanie sody oczyszczonej (wodorowęglanu sodu). Identyfikacja gazu wydzielonego podczas jego ogrzewania**

Podczas ogrzewania sody oczyszczonej, głównego składnika proszku do pieczenia wydziela się dwutlenek węgla. Gaz najczęściej identyfikujemy używając wody wapiennej, czyli nasyconego roztworu wodorotlenku wapnia. Możemy go otrzymać z wapna palonego (tlenku wapnia), który bez problemu kupimy w sklepie ogrodniczym, jako nawóz sztuczny dla roślin. W sklepie budowlanym wodorotlenek wapnia sprzedawany jest w postaci wapna hydratyzowanego. Łączymy wapno palone z wodą w taki sposób, aby otrzymać nasycony roztwór wodorotlenku wapnia, inaczej wapno gaszone. Zlewamy roztwór znad osadu, zamykamy butelkę korkiem w celu uniknięcia nasycenia dwutlenkiem węgla z powietrza i strącenia osadu. Przystępujemy do wykonania doświadczenia. Do probówki wprowadzamy niewielką ilość sody oczyszczonej (wodorowęglanu sodu) – szczyptę, która jest dostępna w każdym sklepie spożywczym. Montujemy zestaw doświadczalny jak do otrzymywania gazów, gdzie będą przydatne: korek dopasowany do odpowiednio uciętej pipety Pasteura, podłączonej do plastikowej słomki do napojów. Do drugiej probówki wprowadzamy przygotowany wcześniej nasycony roztwór wodorotlenku wapnia. Ogrzewamy wodorowęglan przy pomocy podgrzewacza lub świeczki, otrzymany gaz wprowadzamy do wody wapiennej. Przeprowadźcie doświadczenie. Zobaczcie, co dzieje się z wodą wapienną. Zanotujcie obserwacje.



### **Działanie roztworem wodorotlenku sodu na glin**

Następne doświadczenie związane jest z wybuchami, oczywiście w małej skali. Kupujemy folię aluminiową (czyli nic innego jak prawie czysty glin), której cena nie jest wysoka (zważywszy na jej ilość) – średnio 3 zł za 10 m. Następnie „przetykacz” do rur (mieszanina stałego wodorotlenku sodu i innych komponentów). Cena takiego odczynnika to około 5 zł za pół kilograma. Sprzęt laboratoryjny konieczny do wykonania doświadczenia to jedynie mała probówka, pipeta Pasteura, zapalki i patyczek do szaszłyków (tuczywko). Do probówki wrzucamy kawałek folii aluminiowej, zalewając całość niewielką objętością wcześniej przygotowanej stężonej zasady sodowej (ok. 0,5 cm<sup>3</sup>). Na powierzchni metalu pojawiają się pęcherzyki gazu. Właściwości gazu badamy zapalonym tuczywkiem (patyczek do szaszłyków). Co stanie się po zbliżeniu patyczka? Eksperyment jest świetną okazją do uświadomienia sobie skutków nieodpowiedniego stosowania środków zawierających wodorotlenki. Obowiązkowo należy wykonywać doświadczenie w okularach i rękawicach ochronnych.

#### „Amoniak”, czyli wodorowęglan amonu (kwaśny węglan amonu)

Ostatnio na rynku spożywczym po dość długiej nieobecności pojawiła się „pomoc” kuchenna zwana „amoniakiem”, czyli wodorowęglan amonu, dawniej nazywany kwaśnym węglanem amonu. Opakowanie 30 g to koszt rzędu 0,70 PLN. Substancja stosowana do wypieku popularnie zwanych „amerykanów” jest świetną pomocą w otrzymywaniu amoniaku poprzez rozkład termiczny związku. Do zbadania właściwości gazowego amoniaku wystarczy mała próbówka i podgrzewacz. Ogrzewając wodorowęglan amonu, wydziela się gaz o charakterystycznym, nieprzyjemnym zapachu. Można zidentyfikować go przy pomocy zmoczonego wodą destylowaną papierka uniwersalnego. Co stanie się z papierkiem, kiedy zbliżymy go do wylotu próbówki?

Centrum Chemii w Małej Skali, Pracownia Dydaktyki Chemii, Wydział Chemii UMK

## Z życia Chemika-Empiryka!

### Węże faraona

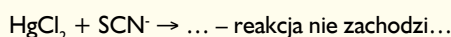
Gdy pierwszy raz ktoś spalił tiocyjanie rtęci, zwany potocznie rodankiem, widok przypominał węże tańczące po blacie. Nazwa węże faraona przyjęła się, pomimo, że samo zjawisko zostało już dawno zrozumiane i opisane.

Nim opowiemy o samym zjawisku tworzenia się tzw. węży faraona, omówimy, jak się do tego doświadczenia porządnie zabrać.

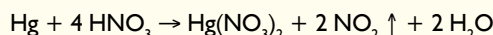
Jak wspomniano we wstępie, za zjawisko węży odpowiada spalający się rodanek rtęci. Rodanek rtęci, co trzeba wyraźnie zaznaczyć, jest toksyczny (tak jak praktycznie wszystkie sole rtęci). Praca z nim wymaga uwagi i podstawowych zasad BHP, jak rękawice, fartuch laboratoryjny i okulary ochronne.

Ponieważ rodanek rtęci jest trudno dostępny (nie można go zakupić), to najlepiej przygotować go samemu.

Warto zaznaczyć, że do otrzymywania rodanku nie można użyć chlorku rtęci(II) ze względu na jego nikłe zdysocjowanie, a co za tym idzie małą chęć do reakcji z solami rodanowymi.

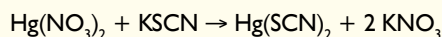


Jeśli dysponujemy azotanem rtęci(II) czyli  $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$ , to będzie łatwiej. Jeśli nie, mamy przed sobą mało przyjemną reakcję: otrzymywanie go z rtęci i kwasu azotowego.



Pamiętajmy, że wydzielające się tlenki azotu są toksyczne i akumulują się w organizmie!

Gdy dysponujemy już roztworem azotanu rtęci i solą rodankową – najlepiej tiocyjanie potasu – możemy przystępować do strącania rodanku rtęci.



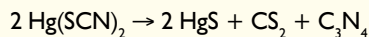
Wytrącający się biały osad stanowi rodanek rtęci, który należy odsączyć i wysuszyć.

#### Wykonanie:

Otrzymany wcześniej rodanek rtęci zwilża się roztworem wodnym alkoholu i wyprasowuje kilka pastylek. Najlepiej użyć do tej czynności strzykawkę jednorazową z odciętym przodem. Tak wyprasowane pastylki pozostawiamy na 2-3 dni do wyschnięcia, a następnie układamy na płytce porcelanowej.

Podpalamy używając stopiny prochowej lub sznurka bawełnianego nasączonego saletrą potasową.

Po zapaleniu rodanek będzie płonął błękitnym, delikatnym płomieniem a produkty spalania będą się rozszerzać dając efekt pełzających węży, jak na rysunkach poniżej wg reakcji:



Rodanek tuż po zapaleniu



Płonący rodanek



Efekt końcowy spalania

### Chemiluminescencja Luminolu

Chemiluminescencja, to zjawisko emisji fal świetlnych pod wpływem zachodzącej reakcji chemicznej. Ten niezwykle efektowny pokaz przeprowadzić należy więc w idealnie zaciemnionym pomieszczeniu. W doświadczeniu zaobserwujecie zjawisko powstawania zimnego niebieskiego światła chemicznego.

**Potrzebne odczynniki:** luminol (3-aminohydrazid kwasu ftalowego), perhydrol (30% wodny roztwór  $\text{H}_2\text{O}_2$ ), heksacyjanożelazian(III) potasu –  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  – popularnie zwany żelazicyjankiem potasu, wodorotlenek potasu – KOH lub sodu – NaOH.

### III. Opanowanie czynności praktycznych

**Szkló i sprzęt:** chłodnica spiralna, statyw, łapy i łączniki, kolba/butla na szlif, lejek, zlewki.

**Wykonanie:** na statywie należy zmontować następujący zestaw (od dołu): kolba lub butla na szlif, z nasadzoną na nią możliwie najdłuższą chłodnicą spiralną. Szlif łączący je nie powinien być zbyt szczelny – można wręcz włożyć kawałek zgiętej kartki między szlify tak, aby możliwa była wymiana powietrza z otoczeniem – płyn będzie mógł swobodnie spływać z chłodnicy, bez narastającego ciśnienia w kolbie/butli. Na chłodnicę należy nałożyć dość duży lejek. W międzyczasie sporządza się następujące roztwory:

[I]: 1 g luminolu i 5 g NaOH (lub molowo równoważna ilość KOH) w 500 ml demineralizowanej  $H_2O$ .

[II]: 3g  $K_3[Fe(CN)_6]$  w 500ml wody demineralizowanej.

Roztwory te są stosunkowo trwałe i można je przez dłuższy czas przechowywać w butelkach z ciemnego szkła. Zamiast wodorotlenku zastosować można węglan sodu lub potasu (w ilości molowo równoważnej) – zmniejszy to intensywność, ale przedłuży czas świecenia. Część przygotowanych roztworów wykorzystuje się do sporządzenia kolejnych:

[III]: 50 ml r-ru [I] i 350 ml wody demineralizowanej.

[IV]: 50 ml [II] i 350 ml wody demineralizowanej miesza się, a następnie dolewa 3 ml perhydrolu.

Następnie, do przygotowanej uprzednio kombinacji szkła laboratoryjnego, mającej za zadanie wydłużyć drogę mieszaniny emitującej światło, w zaciemnionym pomieszczeniu wlewa się jednocześnie roztwory [III] + [IV] przez lejek. Obserwuje się intensywne niebiesko-zielone świecenie. Zabarwienie zielonawe spowodowane jest emitowaniem światła niebieskiego przez lekko zabarwiony na żółto roztwór. Bez obaw! – to nie jest radioaktywne;-)



### Samozapłon gliceryny

Reakcja polega na gwałtownym utlenieniu gliceryny przez manganian(VII) potasu w obecności katalitycznych ilości wody. W podwyższonej temperaturze zachodzi także częściowo rozkład manganianu(VII) do tlenu i manganianu(VI). Zjawisko następuje z pewnym opóźnieniem, więc należy wykazać się cierpliwością i ostrożnością.

**Odczynniki:**  $KMnO_4$ , gliceryna bezwodna, woda destylowana, kwas szczawiowy.

**Aparatura, oprzyrządowanie i dodatki:** parownicza porcelanowa lub płytką ceramiczną, pipeta.

**Wykonanie:** to doświadczenie również warto wykonać na dworze lub pod dygestorium. Na powierzchni płytki lub w parownicy usypuje się stożek z kilkunastu gram manganianu(VII) potasu z wgłębieniem na szczycie. W zlewce przygotowuje się mieszaninę gliceryny bezwodnej z wodą w stosunku 15:1, a następnie pobiera niewielką ilość do pipety. Wkrapla się z pipety 3-5 kropli przygotowanego roztworu gliceryny do wgłębienia na szczycie stożka. Po kilku chwilach pojawiają się pierwsze oznaki reakcji. Obserwujemy proces spalania gliceryny z częściowym termicznym rozkładem nadmanganianu. Podobnie jak po poprzednim doświadczeniu, zabrudzone po pokazie szkło można łatwo umyć używając wodnego roztworu kwasu szczawiowego.



foto. Dariusz Witoszyński

### Kropla wody – zapalką!

Eksperyment ten ma pokazać to, że woda nie zawsze gasi ogień – może również pełnić rolę inicjatora reakcji. W reakcji obserwuje się powstanie chmury fioletowego dymu i następnie fioletowo-różowego płomienia. Wszystko to po dodaniu wody (!) do układu reakcyjnego.

**Odczynniki:** jod (najlepiej krystaliczny), pył aluminiowy, woda, tiosiarczan sodu.

**Aparatura, oprzyrządowanie i dodatki:** tygiel porcelanowy lub szamotowy, ewentualnie cegła, pipeta, moździerz.

**Wykonanie:** doświadczenie najlepiej przeprowadzić na otwartym powietrzu. 12 g drobno sproszkowanego jodu starannie miesza się z 2 g pyłu glinowego i mieszaninę usypuje się w stożek na cegle, bądź umieszcza w tyglu. Następnie dodaje z pipety 3 krople wody. Po chwili obserwujemy (wspomniany już) fioletowy dym. Ważna uwaga: zabrudzoną po pokazie aparaturę oraz np. szyby dygestorium można z łatwością umyć, używając wodnego roztworu tiosiarczanu sodu.



foto. Dariusz Witoszyński



Przed Państwem skrypt i prezentacje multimedialne – spójne z nową podstawą programową MEN – opracowane na podstawie dorobku projektu Słoneczna Chemia – działań podjętych przez Radę Programową miesięcznika CHEMIK nauka•technika•rynek i Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Przemysłu Chemicznego.

Artykuły zawarte w skrypcie, pytania, krzyżówki i quizy oraz prezentacja multimedialna z pewnością zaciekawiają, zaintrygują, pomogą w poznawaniu, nauczaniu i urozmaicaniu lekcji chemii.

