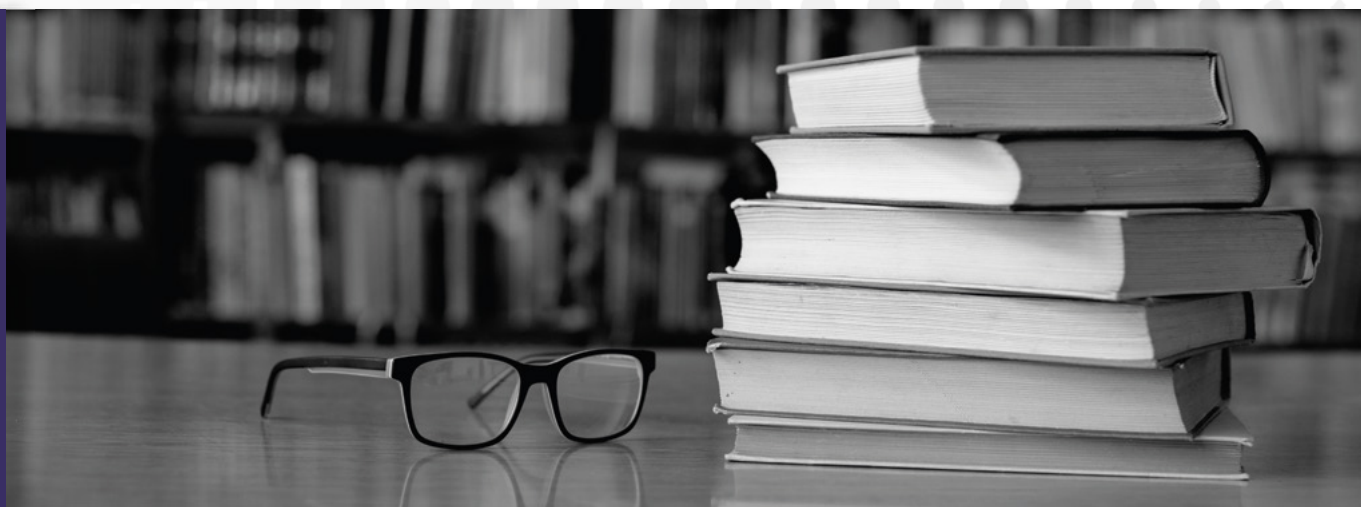




# Vademecum Nauczyciela

Wdrażanie podstawy programowej w szkole ponadpodstawowej



CHEMIA



MINISTERSTWO  
EDUKACJI  
NARODOWEJ

ORE  
OŚRODEK  
ROZWOJU  
EDUKACJI





# **Vademecum** **Nauczyciela**

---

Wdrażanie podstawy programowej w szkole ponadpodstawowej

**CHEMIA**

Ośrodek Rozwoju Edukacji

Warszawa 2019

Autorzy

**Witold Anusiak**

Redakcja merytoryczna

**Aleksandra Grabowska**

Redakcja językowa i korekta

**Angelika Wiśniewska**

Redakcja techniczna i skład

**Paweł Jaros**

Projekt okładki, layout

**Wojciech Romerowicz**

Elementy graficzne: © Jovan/stock.adobe.com, © Pushkarevskyy/stock.adobe.com,  
© absent84/stock.adobe.com, © Julien Eichinger/Fotolia.com, © LynxVector/Fotolia.com

Ośrodek Rozwoju Edukacji

Warszawa 2019

ISBN 978-83-66047-54-9

ISBN 978-83-66047-49-5 (seria *Vademecum nauczyciela. Wdrażanie podstawy programowej w szkole ponadpodstawowej*)

© Copyright by Ministerstwo Edukacji Narodowej

Ośrodek Rozwoju Edukacji

Aleje Ujazdowskie 28

00-478 Warszawa

[www.ore.edu.pl](http://www.ore.edu.pl)

tel. 22 345 37 00

Opracowano na podstawie materiałów przygotowanych przez Ministerstwo Edukacji Narodowej

---

## Spis treści

---

Wprowadzenie <i>dr Wioletta Kozak</i> .....	5
Preambuła podstawy programowej kształcenia ogólnego III etap edukacyjny: 4-letnie liceum ogólnokształcące oraz 5-letnie technikum – przedmiot chemia .....	9
Podstawa programowa przedmiotu chemia.....	17
Komentarz do podstawy programowej przedmiotu chemia <i>Witold Anusiak</i> .....	49
Wskazówki metodyczne <i>Witold Anusiak</i> .....	59



---

## Wprowadzenie

---

Przygotowaliśmy dla Państwa publikację, której celem jest przybliżenie najważniejszych założeń reformy edukacji w liceum ogólnokształcącym oraz technikum<sup>1</sup>. Wprowadzone zmiany wydłużyły czas nauki w liceum do 4 lat, a w technikum – do 5. Oprócz modyfikacji strukturalnych została wprowadzona także zmiana programowa, której najważniejszym celem jest odejście od wąsko utylitarneho, pragmatycznego kształcenia umiejętności na rzecz powrotu do uporządkowanej, systematycznej wiedzy jako podstawy edukacji – *traktowanie uporządkowanej, systematycznej wiedzy jako podstawy kształtowania umiejętności* (cel 1.) oraz *rozwijanie u uczniów szacunku dla wiedzy* (cel 8.). Zdaniem Stanleya J. Spanbauera naczelną wartością edukacji stanowi jasna, klarowna i uporządkowana wiedza. „Ona, zmieniając człowieka, ustawia go w coraz to innych szeregach. Jest odniesieniem do pragnień, niechwilowych i ponadto widzianych przez pryzmat osobniczych wartości. Jest wartością w kształceniu jednostki i jej własnością. O tym, jak ważną odgrywa rolę, jednostka dowiaduje się najczęściej wtedy, gdy podejmowanie decyzji uwarunkowane jest jej posiadaniem”<sup>2</sup>.

W nowej podstawie programowej umiejętności i kompetencje rozumiane są zatem jako praktyczne zastosowanie **wiedzy** zdobywanej przez uczniów w procesie kształcenia. Wiedza to informacja wartościowa, integrująca dane, fakty, hipotezy; oznacza ona umiejętność zdobywania i posiadania informacji oraz wykorzystywania ich w praktyce. Tworzenie wiedzy wymaga, aby ktoś wcześniej informację przetworzył, połączył i zinterpretował<sup>3</sup>. Wiedza nie jest zatem synonimem informacji – wręcz przeciwnie: wiedzę tworzą informacje uporządkowane, zhierarchizowane i logicznie powiązane.

Cele główne nowej podstawy programowej – sformułowane w oparciu o wyżej wspomnianą koncepcję wiedzy – kładą szczególny nacisk na zadania poznawcze w obrębie szkolnej edukacji, które realizowane są w dwóch wymiarach: z jednej strony jako transmisja niezbędnej wiedzy przedmiotowej, z drugiej – jako podstawa kształcenia umiejętności. Rola szkoły nie polega tylko na zapewnieniu dostępu do informacji – ten dostęp w czasach cywilizacji informatycznej i cyfrowej, jak nazywany jest wiek XXI,

---

<sup>1</sup> *Vademecum Nauczyciela* zawiera zapisy podstawy programowej z komentarzami dotyczące wyłącznie liceum ogólnokształcącego oraz technikum. Pełną wersję podstawy programowej kształcenia ogólnego można znaleźć na stronie Ośrodka Rozwoju Edukacji: <https://www.ore.edu.pl/2018/03/podstawa-programowa-kształcenia-ogolnego-dla-liceum-technikum-i-branzowej-szkoly-ii-stopnia/> [dostęp: 15 lipca 2019 r.].

<sup>2</sup> Spanbauer S. J., (1987), *Quality First in Education... Why not?*, Appleton, WI: Fox Valley Technical College Foundation, za: Denek K., *Edukacja oparta o wartości*, (2009), „Wartości w muzyce” nr 2, s. 139–158, dostępny online: [http://bazhum.muzhp.pl/media/files/Wartosci\\_w\\_muzyce/Wartosci\\_w\\_muzyce-r2009-t2/Wartosci\\_w\\_muzyce-r2009-t2-s139-158/Wartosci\\_w\\_muzyce-r2009-t2-s139-158.pdf](http://bazhum.muzhp.pl/media/files/Wartosci_w_muzyce/Wartosci_w_muzyce-r2009-t2/Wartosci_w_muzyce-r2009-t2-s139-158/Wartosci_w_muzyce-r2009-t2-s139-158.pdf) [dostęp: 15 lipca 2019 r.].

<sup>3</sup> Kromer B., (2008), *Wiedza jako podstawowy czynnik funkcjonowania organizacji inteligentnej*, „Zeszyty Naukowe Instytutu Ekonomii i Zarządzania” nr 2, Koszalin: Wydawnictwo Politechniki Koszalińskiej, s. 93–99.

wydaje się dla uczniów niemal nieograniczony – ale taka organizacja złożonego procesu przekazywania i samodzielnego zdobywania wiedzy, aby młodzi ludzie mogli rozumieć otaczającą ich rzeczywistość. Nastąpiła więc zmiana paradygmatu myślenia o edukacji – szkoła staje się przestrzenią rozwoju uczniów i budowania dla nich dobrej przyszłości, w której wykorzystują swój potencjał, możliwości i zainteresowania.

Nowa podstawa programowa do szkoły ponadpodstawowej ukierunkowana jest na rozwijanie myślenia. Myślenie to tworzenie pojęć, które organizują świat, rozwiązywanie problemów oraz skuteczne podejmowanie decyzji i formułowanie sądów<sup>4</sup>. Myślenie krytyczne stanowi jedną z najważniejszych umiejętności XXI wieku, a jej rozwój jest kluczowym elementem przygotowującym uczniów do dorosłego życia. Dzięki myśleniu krytycznemu ludzie uczą się i potrafią:

- analizować, tworzyć hipotezy, określać istotę problemów;
- oceniać, weryfikować i formułować argumenty;
- myśleć niezależnie;
- tworzyć logiczne powiązania;
- przewidywać (na drodze dedukcji) konsekwencje znanych faktów;
- dostrzegać nieścisłości i błędy w rozumowaniu;
- sprawdzać fakty, rozumieć logiczne zależności między faktami;
- przetwarzać informacje;
- kwestionować oczywistości i własne założenia;
- myśleć jasno i precyzyjnie, być dociekliwymi.

Myślenie krytyczne jest zdyscyplinowanym procesem intelektualnym, który polega na:

1. aktywnej i umiejętnej konceptualizacji;
2. wykorzystywaniu, analizowaniu i syntetyzowaniu oraz ocenie informacji uzyskanych od kogoś lub sformułowanych samodzielnie;
3. obserwacji, zdobywaniu doświadczeń;
4. refleksji, rozumowaniu i komunikacji.

Krytyczne myślenie zakłada sprawdzenie w każdym rozumowaniu struktur lub elementów takich jak: cel, problem, kwestia, założenia, pojęcia, podstawy empiryczne, określony wniosek, implikacje i konsekwencje, zastrzeżenia płynące z innych punktów widzenia oraz zakres możliwych nawiązań. Myślenie krytyczne jako dotyczące wielu różnych przedmiotów, spraw i celów stanowi składową różnorodnych sposobów myślenia, m.in.: myślenia naukowego, matematycznego, historycznego, ekonomicznego, moralnego i filozoficznego.

<sup>4</sup> Myers D.G., *Psychologia*, (2003), Poznań: Zysk i S-ka, s. 378.



Myślenie krytyczne można charakteryzować jako złożone z następujących elementów:

- 1) zbiór informacji oraz przekonań, które kształtują umiejętności;
- 2) nawyki, oparte na zaangażowaniu intelektualnym, określające wykorzystanie owych umiejętności do kontroli i kształtowania zachowania.

Z tego względu można je przeciwstawić:

- 1) biernemu przyswajaniu i przechowywaniu informacji – ponieważ myślenie krytyczne wymaga [używania] szczegółowych metod wyszukiwania informacji i obchodzenia się z nimi;
- 2) posiadaniu umiejętności, które zgodnie z założeniem będą stale używane;
- 3) wykorzystywaniu tych umiejętności<sup>5</sup>.

Autorzy nowej podstawy programowej, rozumiejąc potrzebę formowania „człowieka myślącego”, aż trzy z ośmiu celów głównych odnieśli do konieczności ukształtowania i doskonalenia – w ramach nauczania na zajęciach wszystkich przedmiotów ogólnych, realizowanych zarówno w liceum ogólnokształcącym, jak i w technikum – narzędzi intelektualnego rozwoju człowieka. Za istotne wyzwania, przed którymi stoi szkoła, uznano:

- 2) *doskonalenie umiejętności myślowo-językowych, takich jak: czytanie ze zrozumieniem, pisanie twórcze, formułowanie pytań i problemów, posługiwanie się kryteriami, uzasadnianie, wyjaśnianie, klasyfikowanie, wnioskowanie, definiowanie, posługiwanie się przykładami itp.;*
- 4) *zdobycie umiejętności formułowania samodzielnych i przemyślanych sądów, uzasadniania własnych i cudzych sądów w procesie dialogu we wspólnocie dociekającej;*
- 5) *łączenie zdolności krytycznego i logicznego myślenia z umiejętnościami wyobrazeniowo-twórczymi;*
- 7) *rozwijanie narzędzi myślowych umożliwiających uczniom obcowanie z kulturą i jej rozumienie.*

Myślenie stanowi nadrzędną **umiejętność** zdobywaną przez ucznia w trakcie szkolnej edukacji – jest „rozumiane jako złożony proces umysłowy, polegający na tworzeniu nowych reprezentacji za pomocą transformacji dostępnych informacji, obejmującej interakcję wielu operacji umysłowych: wnioskowanie, abstrahowanie, rozumowanie, wyobrażanie sobie, sądzenie, rozwiązywanie problemów, twórczość. Dzięki temu, że uczniowie szkoły ponadpodstawowej uczą się równocześnie różnych przedmiotów, możliwe jest rozwijanie następujących typów myślenia: analitycznego, syntetycznego, logicznego, komputacyjnego, przyczynowo-skutkowego, kreatywnego, abstrakcyjnego; zachowanie ciągłości kształcenia ogólnego rozwija zarówno myślenie percepcyjne, jak i myślenie pojęciowe. Synteza obu typów myślenia stanowi podstawę wszechstronnego rozwoju ucznia”.

<sup>5</sup> Zob. Oświadczenie Michaela Scrivena i Richarda Paula wygłoszone podczas 8th Annual International Conference on Critical Thinking and Education Reform, (1987) – dostępne online: <http://www.criticalthinking.pl/czym-jest-krytyczne-myslenie/> [dostęp: 15 lipca 2019 r.].

Przygotowany dla Państwa materiał proponuje sposoby, metody i techniki, które pomagają rozwijać sprawność myślenia uczniów na lekcjach poszczególnych przedmiotów. Podpowiada rozwiązania metodyczne i – mamy nadzieję – okaże się ciekawym, inspirującym i pomocnym poradnikiem w pracy dydaktycznej.

*dr Wioletta Kozak*

---

# Preambuła podstawy programowej kształcenia ogólnego

---

## III etap edukacyjny: 4-letnie liceum ogólnokształcące oraz 5-letnie technikum

Kształcenie ogólne w szkole ponadpodstawowej tworzy programowo spójną całość i stanowi fundament wykształcenia, umożliwiającą zdobycie zróżnicowanych kwalifikacji zawodowych, a następnie ich doskonalenie lub modyfikowanie, otwierając proces uczenia się przez całe życie.

Celem kształcenia ogólnego w liceum ogólnokształcącym i technikum jest:

- 1) traktowanie uporządkowanej, systematycznej wiedzy jako podstawy kształtowania umiejętności;
- 2) doskonalenie umiejętności myślowo-językowych, takich jak: czytanie ze zrozumieniem, pisanie twórcze, formułowanie pytań i problemów, posługiwanie się kryteriami, uzasadnianie, wyjaśnianie, klasyfikowanie, wnioskowanie, definiowanie, posługiwanie się przykładami itp.;
- 3) rozwijanie osobistych zainteresowań ucznia i integrowanie wiedzy przedmiotowej z różnych dyscyplin;
- 4) zdobywanie umiejętności formułowania samodzielnych i przemyślanych sądów, uzasadniania własnych i cudzych sądów w procesie dialogu we wspólnocie dociekającej;
- 5) łączenie zdolności krytycznego i logicznego myślenia z umiejętnościami wyobrazeniowo-twórczymi;
- 6) rozwijanie wrażliwości społecznej, moralnej i estetycznej;
- 7) rozwijanie narzędzi myślowych umożliwiających uczniom obcowanie z kulturą i jej rozumienie;
- 8) rozwijanie u uczniów szacunku dla wiedzy, wyrabianie pasji poznawania świata i zachęcanie do praktycznego zastosowania zdobytych wiadomości.

Do najważniejszych umiejętności zdobywanych przez ucznia w trakcie kształcenia ogólnego w liceum ogólnokształcącym i technikum należą:

- 1) myślenie – rozumiane jako złożony proces umysłowy, polegający na tworzeniu nowych reprezentacji za pomocą transformacji dostępnych informacji, obejmującej interakcję wielu operacji umysłowych: wnioskowanie, abstrahowanie, rozumowanie, wyobrażanie sobie, sądzenie, rozwiązywanie problemów, twórczość. Dzięki temu, że uczniowie szkoły ponadpodstawowej uczą się równocześnie różnych przedmiotów, możliwe jest rozwijanie następujących typów myślenia: analitycznego, syntetycznego, logicznego, komputacyjnego, przyczynowo-skutkowego, kreatywnego, abstrakcyjnego; zachowanie ciągłości kształcenia ogólnego rozwija zarówno myślenie percepcyjne, jak i myślenie pojęciowe. Synteza obu typów myślenia stanowi podstawę wszechstronnego rozwoju ucznia;

- 2) czytanie – umiejętność łącząca zarówno rozumienie sensów, jak i znaczeń symbolicznych wypowiedzi; kluczowa umiejętność lingwistyczna i psychologiczna prowadząca do rozwoju osobowego, aktywnego uczestnictwa we wspólnocie, przekazywania doświadczeń między pokoleniami;
- 3) umiejętność komunikowania się w języku ojczystym i w językach obcych, zarówno w mowie, jak i w piśmie, to podstawowa umiejętność społeczna, której podstawą jest znajomość norm językowych oraz tworzenie podstaw porozumienia się w różnych sytuacjach komunikacyjnych;
- 4) kreatywne rozwiązywanie problemów z różnych dziedzin ze świadomym wykorzystaniem metod i narzędzi wywodzących się z informatyki, w tym programowanie;
- 5) umiejętność sprawnego posługiwania się nowoczesnymi technologiami informacyjno-komunikacyjnymi, w tym dbałość o poszanowanie praw autorskich i bezpieczne poruszanie się w cyberprzestrzeni;
- 6) umiejętność samodzielnego docierania do informacji, dokonywania ich selekcji, syntezy oraz wartościowania, rzetelnego korzystania ze źródeł;
- 7) nabywanie nawyków systematycznego uczenia się, porządkowania zdobytej wiedzy i jej pogłębiania;
- 8) umiejętność współpracy w grupie i podejmowania działań indywidualnych.

Jednym z najważniejszych zadań liceum ogólnokształcącego i technikum jest rozwijanie kompetencji językowej i kompetencji komunikacyjnej stanowiących kluczowe narzędzie poznawcze we wszystkich dyscyplinach wiedzy. Istotne w tym zakresie jest łączenie teorii i praktyki językowej. Bogacenie słownictwa, w tym poznawanie terminologii właściwej dla każdego z przedmiotów, służy rozwojowi intelektualnemu ucznia, a wspomaganie i dbałość o ten rozwój należy do obowiązków każdego nauczyciela.

Ważnym zadaniem szkoły jest przygotowanie uczniów do życia w społeczeństwie informacyjnym. Nauczyciele wszystkich przedmiotów powinni stwarzać uczniom warunki do nabywania umiejętności wyszukiwania, porządkowania i wykorzystywania informacji z różnych źródeł oraz dokumentowania swojej pracy, z uwzględnieniem prawidłowej kompozycji tekstu i zasad jego organizacji, z zastosowaniem technologii informacyjno-komunikacyjnych.

Realizację powyższych celów powinna wspomagać dobrze wyposażona biblioteka szkolna, dysponująca aktualnymi zbiorami, zarówno w postaci księgozbioru, jak i w postaci zasobów multimedialnych. Nauczyciele wszystkich przedmiotów powinni odwoływać się do zasobów biblioteki szkolnej i współpracować z nauczycielami bibliotekarzami w celu wszechstronnego przygotowania uczniów do samokształcenia i świadomego wyszukiwania, selekcjonowania i wykorzystywania informacji.

Ponieważ środki społecznego przekazu odgrywają coraz większą rolę, zarówno w życiu społecznym, jak i indywidualnym, każdy nauczyciel powinien poświęcić dużo uwagi edukacji medialnej, czyli wychowaniu uczniów do właściwego odbioru i wykorzystania mediów.

Ważnym celem działalności szkoły jest skuteczne nauczanie języków obcych. Bardzo ważne jest dostosowanie zajęć do poziomu przygotowania ucznia, które uzyskał na wcześniejszych etapach edukacyjnych.

Ważnym zadaniem szkoły jest także edukacja zdrowotna, której celem jest rozwijanie u uczniów postawy dbałości o zdrowie własne i innych ludzi oraz umiejętności tworzenia środowiska sprzyjającego zdrowiu.

W procesie kształcenia ogólnego szkoła kształtuje u uczniów postawy sprzyjające ich dalszemu rozwojowi indywidualnemu i społecznemu, takie jak: uczciwość, wiarygodność, odpowiedzialność, wytrwałość, poczucie własnej wartości, szacunek dla innych ludzi, ciekawość poznawcza, kreatywność, przedsiębiorczość, kultura osobista, gotowość do uczestnictwa w kulturze, podejmowania inicjatyw oraz do pracy zespołowej. W rozwoju społecznym bardzo ważne jest kształtowanie postawy obywatelskiej, postawy poszanowania tradycji i kultury własnego narodu, a także postawy poszanowania dla innych kultur i tradycji.

Kształcenie i wychowanie w liceum ogólnokształcącym i technikum sprzyja rozwijaniu postaw obywatelskich, patriotycznych i społecznych uczniów. Zadaniem szkoły jest wzmacnianie poczucia tożsamości narodowej, etnicznej i regionalnej, przywiązania do historii i tradycji narodowych, przygotowanie i zachęcanie do podejmowania działań na rzecz środowiska szkolnego i lokalnego, w tym do angażowania się w wolontariat. Szkoła dba o wychowanie młodzieży w duchu akceptacji i szacunku dla drugiego człowieka, kształtuje postawę szacunku dla środowiska przyrodniczego, motywuje do działań na rzecz ochrony środowiska oraz rozwija zainteresowanie ekologią.

Duże znaczenie dla rozwoju młodego człowieka oraz jego sukcesów w dorosłym życiu ma nabywanie kompetencji społecznych, takich jak: komunikacja i współpraca w grupie, w tym w środowiskach wirtualnych, udział w projektach zespołowych lub indywidualnych oraz organizacja i zarządzanie projektami.

Strategia uczenia się przez całe życie wymaga umiejętności podejmowania ważnych decyzji, poczynając od wyboru szkoły ponadpodstawowej, kierunku studiów lub konkretnej specjalizacji zawodowej, poprzez decyzje o wyborze miejsca pracy, sposobie podnoszenia oraz poszerzania swoich kwalifikacji, aż do ewentualnych decyzji o zmianie zawodu. I te umiejętności kształtowane będą w szkole ponadpodstawowej.

Przedmioty w liceum ogólnokształcącym i technikum mogą być nauczane w zakresie podstawowym lub w zakresie rozszerzonym:

- 1) tylko w zakresie podstawowym – przedmioty: muzyka, plastyka, podstawy przedsiębiorczości, wychowanie fizyczne, edukacja dla bezpieczeństwa, wychowanie do życia w rodzinie, etyka;
- 2) w zakresie podstawowym i w zakresie rozszerzonym: język polski, język obcy nowożytny, matematyka, język mniejszości narodowej lub etnicznej oraz język regionalny – język kaszubski, historia, wiedza o społeczeństwie, geografia, biologia, chemia, filozofia, fizyka, informatyka;
- 3) tylko w zakresie rozszerzonym – przedmioty: historia muzyki, historia sztuki, język łaciński i kultura antyczna.

Szkoła ma stwarzać uczniom warunki do nabywania wiedzy i umiejętności potrzebnych do rozwiązywania problemów z wykorzystaniem metod i technik wywodzących się z informatyki, w tym logicznego i algorytmicznego myślenia, programowania, posługiwania się aplikacjami komputerowymi, wyszukiwania i wykorzystywania informacji z różnych źródeł, posługiwania się komputerem i podstawowymi urządzeniami cyfrowymi oraz stosowania tych umiejętności na zajęciach z różnych przedmiotów, m.in. do pracy nad tekstem, wykonywania obliczeń, przetwarzania informacji i jej prezentacji w różnych postaciach.

Każda sala lekcyjna powinna mieć dostęp do internetu, uczniowie i nauczyciele powinni mieć zapewniony dostęp do pracowni stacjonarnej lub mobilnej oraz możliwość korzystania z własnego sprzętu. Wszystkie pracownie powinny być wyposażone w monitor interaktywny (z wbudowanym komputerem i oprogramowaniem) lub zestaw: komputer, projektor i tablica interaktywna lub ekran.

Szkoła ma również przygotowywać uczniów do dokonywania świadomych i odpowiedzialnych wyborów w trakcie korzystania z zasobów dostępnych w internecie, krytycznej analizy informacji, bezpiecznego poruszania się w przestrzeni cyfrowej, w tym nawiązywania i utrzymywania opartych na wzajemnym szacunku relacji z innymi użytkownikami sieci.

Szkoła oraz poszczególni nauczyciele podejmują działania mające na celu zindywidualizowane wspomaganie rozwoju każdego ucznia, stosownie do jego potrzeb i możliwości.

Uczniom z niepełnosprawnościami szkoła zapewnia optymalne warunki pracy. Wybór form indywidualizacji nauczania powinien wynikać z rozpoznania potencjału każdego ucznia. Zatem nauczyciel powinien tak dobierać zadania, aby z jednej strony nie przerażały one możliwości ucznia (nie uniemożliwiały osiągnięcia sukcesu), a z drugiej nie powodowały obniżenia motywacji do radzenia sobie z wyzwaniami.

Bardzo istotna jest edukacja zdrowotna, która prowadzona konsekwentnie i umiejętnie będzie przyczyniać się do poprawy kondycji zdrowotnej społeczeństwa oraz pomyślności ekonomicznej państwa.

Zastosowanie metody projektu, oprócz wspierania w nabywaniu opisanych wyżej kompetencji, pomaga również rozwijać u uczniów przedsiębiorczość i kreatywność oraz umożliwia stosowanie w procesie kształcenia innowacyjnych rozwiązań programowych, organizacyjnych lub metodycznych.

Opis wiadomości i umiejętności zdobytych przez ucznia w szkole ponadpodstawowej jest przedstawiany w języku efektów uczenia się, zgodnie z Polską Ramą Kwalifikacji<sup>6</sup>.

Działalność edukacyjna szkoły określona jest przez:

- 1) szkolny zestaw programów nauczania;
- 2) program wychowawczo-profilaktyczny szkoły.

Szkolny zestaw programów nauczania oraz program wychowawczo-profilaktyczny szkoły tworzą spójną całość i muszą uwzględniać wszystkie wymagania opisane w podstawie programowej. Ich przygotowanie i realizacja są zadaniem zarówno całej szkoły, jak i każdego nauczyciela.

Obok zadań wychowawczych i profilaktycznych nauczyciele wykonują również działania opiekuńcze odpowiednio do istniejących potrzeb.

Działalność wychowawcza szkoły należy do podstawowych celów polityki oświatowej państwa. Wychowanie młodego pokolenia jest zadaniem rodziny i szkoły, która w swojej działalności musi uwzględniać wolę rodziców, ale także i państwa, do którego obowiązków należy stwarzanie właściwych warunków wychowania. Zadaniem szkoły jest ukierunkowanie procesu wychowawczego na wartości, które wyznaczają cele wychowania i kryteria jego oceny. Wychowanie ukierunkowane na wartości zakłada przede wszystkim podmiotowe traktowanie ucznia, a wartości skłaniają człowieka do podejmowania odpowiednich wyborów czy decyzji. W realizowanym procesie dydaktyczno-wychowawczym szkoła podejmuje działania związane z miejscami ważnymi dla pamięci narodowej, formami upamiętniania postaci i wydarzeń z przeszłości, najważniejszymi świętami narodowymi i symbolami państwowymi.

W czteroletnim liceum ogólnokształcącym i pięcioletnim technikum są realizowane następujące przedmioty:

- 1) język polski;
- 2) język obcy nowożytny;
- 3) filozofia;

<sup>6</sup> Ustawa z dnia 22 grudnia 2015 r. o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji (Dz.U. z 2017 r., poz. 986 i 1475).

- 4) język łaciński i kultura antyczna;
- 5) muzyka;
- 6) historia muzyki;
- 7) plastyka;
- 8) historia sztuki;
- 9) historia;
- 10) wiedza o społeczeństwie;
- 11) geografia;
- 12) podstawy przedsiębiorczości;
- 13) biologia;
- 14) chemia;
- 15) fizyka;
- 16) matematyka;
- 17) informatyka;
- 18) wychowanie fizyczne;
- 19) edukacja dla bezpieczeństwa;
- 20) wychowanie do życia w rodzinie<sup>7</sup>;
- 21) etyka;
- 22) język mniejszości narodowej lub etnicznej<sup>8</sup>;
- 23) język regionalny – język kaszubski<sup>8</sup>.

## Chemia

Podstawa programowa chemii dla liceum ogólnokształcącego i technikum obowiązuje uczniów, którzy ukończyli ośmioklasową szkołę podstawową. Określa ona zakres wiadomości i umiejętności, które powinien opanować uczeń na danym etapie edukacyjnym. Ramowy plan nauczania na tym etapie edukacyjnym umożliwia nauczanie chemii w zakresie podstawowym albo rozszerzonym. Wiadomości i umiejętności zdobywane przez uczniów różnią się w obu zakresach. Zakres rozszerzony jest przeznaczony dla uczniów, którzy planują podjąć studia na kierunkach przyrodniczych, na których wymagana jest znajomość chemii w stopniu wyższym, jak np. chemia, medycyna, farmacja, biotechnologia lub pokrewne kierunki studiów.

Podstawy programowe chemii w zakresie podstawowym i rozszerzonym zostały przygotowane w formie wymagań opisujących oczekiwane osiągnięcia ucznia, a użyte w opisie

<sup>7</sup> Sposób nauczania przedmiotu wychowanie do życia w rodzinie określają przepisy wydane na podstawie art. 4 ust. 3 *Ustawy z dnia 7 stycznia 1993 r. o planowaniu rodziny, ochronie płodu ludzkiego i warunkach dopuszczalności przerywania ciąży* (Dz.U., poz. 78, z 1995 r., poz. 334, z 1996 r., poz. 646, z 1997 r., poz. 943 i poz. 1040, z 1999 r., poz. 32 oraz z 2001 r., poz. 1792).

<sup>8</sup> Przedmiot język mniejszości narodowej lub etnicznej oraz przedmiot język regionalny – język kaszubski są realizowane w szkołach (oddziałach) z nauczaniem języka mniejszości narodowych lub etnicznych oraz języka regionalnego – języka kaszubskiego, zgodnie z przepisami wydanymi na podstawie art. 13 ust. 3 *Ustawy z dnia 7 września 1991 r. o systemie oświaty* (Dz.U. z 2017 r., poz. 2198, 2203 i 2361).



czasowniki operacyjne umożliwiają ich jednoznaczną interpretację. Spiralny układ treści kształcenia pozwala na płynne łączenie ze sobą nowych treści z treściami znanymi uczniom z poprzedniego etapu edukacyjnego. Na tym etapie szczególnie ważne jest rozwijanie umiejętności naukowego myślenia, w tym dostrzegania związków i zależności przyczynowo-skutkowych, analizowania, uogólniania i wnioskowania. W związku z tym, że chemia jest przedmiotem eksperymentalnym, duży nacisk położony jest na umiejętności związane z projektowaniem i przeprowadzaniem doświadczeń chemicznych. Interpretacja wyników doświadczenia i formułowanie wniosków na podstawie przeprowadzonych obserwacji ma służyć wykorzystaniu zdobytej wiedzy do identyfikowania i rozwiązywania problemów.

Opanowanie przez uczniów zawartych w podstawie programowej wymagań szczegółowych zapewni im zdobycie wszystkich potrzebnych w dzisiejszym świecie kompetencji kluczowych, które wykorzystają w dalszej edukacji.



---

# Podstawa programowa przedmiotu chemia

---

## III etap edukacyjny: 4-letnie liceum ogólnokształcące oraz 5-letnie technikum

### Zakres podstawowy

#### Cele kształcenia – wymagania ogólne

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Uczeń:
  - 1) pozyskuje i przetwarza informacje z różnorodnych źródeł z wykorzystaniem technologii informacyjno-komunikacyjnych;
  - 2) ocenia wiarygodność uzyskanych danych;
  - 3) konstruuje wykresy, tabele i schematy na podstawie dostępnych informacji.
  
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Uczeń:
  - 1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych;
  - 2) wskazuje na związek właściwości różnorodnych substancji z ich zastosowaniami i ich wpływem na środowisko naturalne;
  - 3) reaguje w przypadku wystąpienia zagrożenia dla środowiska;
  - 4) wskazuje na związek między właściwościami substancji a ich budową chemiczną;
  - 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych z zastosowaniem podstaw metody naukowej;
  - 6) stosuje poprawną terminologię;
  - 7) wykonuje obliczenia dotyczące praw chemicznych.
  
- III. Opanowanie czynności praktycznych. Uczeń:
  - 1) bezpiecznie posługuje się sprzętem laboratoryjnym i odczynnikami chemicznymi;
  - 2) projektuje i przeprowadza doświadczenia chemiczne, rejestruje ich wyniki w różnej formie, formułuje obserwacje, wnioski oraz wyjaśnienia;
  - 3) stawia hipotezy oraz proponuje sposoby ich weryfikacji;
  - 4) przestrzega zasad bezpieczeństwa i higieny pracy.

#### Treści nauczania – wymagania szczegółowe

- I. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Uczeń:
  - 1) stosuje pojęcie mola i liczby Avogadra;
  - 2) odczytuje w układzie okresowym masy atomowe pierwiastków i na ich podstawie oblicza masę molową związków chemicznych (nieorganicznych i organicznych) o podanych wzorach lub nazwach;

- 3) dokonuje interpretacji jakościowej i ilościowej równania reakcji w ujęciu molowym, masowym i objętościowym (dla gazów);
  - 4) ustala wzór empiryczny i rzeczywisty związku chemicznego (nieorganicznego i organicznego) na podstawie jego składu (wyrażonego np. w procentach masowych) i masy molowej;
  - 5) wykonuje obliczenia dotyczące: liczby moli oraz mas substratów i produktów (stechiometria wzorów i równań chemicznych), objętości gazów w warunkach normalnych, po zmieszaniu substratów w stosunku stechiometrycznym.
- II. Budowa atomu a układ okresowy pierwiastków. Uczeń:
- 1) stosuje pojęcia: powłoka, podpowłoka; pisze konfiguracje elektronowe atomów pierwiastków do  $Z=20$  i jonów o podanym ładunku, uwzględniając przynależność elektronów do podpowłok (zapisy konfiguracji: pełne, skrócone);
  - 2) określa przynależność pierwiastków do bloków konfiguracyjnych:  $s, p$  układu okresowego na podstawie konfiguracji elektronowej;
  - 3) wskazuje związek między budową elektronową atomu a położeniem pierwiastka w układzie okresowym i jego właściwościami fizycznymi (np. promieniem atomowym, energią jonizacji) i chemicznymi.
- III. Wiązania chemiczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Uczeń:
- 1) określa rodzaj wiązania (jonowe, kowalencyjne (atomowe) niespolaryzowane, kowalencyjne (atomowe) spolaryzowane, donorowo-akceptorowe (koordynacyjne)) na podstawie elektroujemności oraz liczby elektronów walencyjnych atomów łączących się pierwiastków;
  - 2) ilustruje graficznie oraz opisuje powstawanie wiązań kowalencyjnych i jonowych; pisze wzory elektronowe typowych cząsteczek związków kowalencyjnych i jonów złożonych, z uwzględnieniem wiązań koordynacyjnych;
  - 3) określa typ wiązania ( $\sigma$  i  $\pi$ ) w cząsteczkach związków nieorganicznych i organicznych;
  - 4) opisuje i przewiduje wpływ rodzaju wiązania (jonowe, kowalencyjne, metaliczne), oddziaływań międzycząsteczkowych (siły van der Waalsa, wiązania wodorowe) na właściwości fizyczne substancji nieorganicznych i organicznych; wskazuje te cząsteczki i fragmenty cząsteczek, które są polarne, oraz te, które są niepolarne;
  - 5) wnioskuje o rodzaju wiązania na podstawie obserwowanych właściwości substancji;
  - 6) porównuje właściwości fizyczne substancji tworzących kryształy jonowe, kowalencyjne, molekularne oraz metaliczne;
  - 7) wyjaśnia pojęcie alotropii pierwiastków; na podstawie znajomości budowy diamentu, grafitu, grafenu i fullerenów tłumaczy ich właściwości i zastosowania.

- IV. Kinetyka i statyka chemiczna. Energetyka reakcji chemicznych. Uczeń:
- 1) definiuje szybkość reakcji (jako zmianę stężenia reagenta w czasie);
  - 2) przewiduje wpływ: stężenia (ciśnienia) substratów, obecności katalizatora, stopnia rozdrobnienia substratów i temperatury na szybkość reakcji; projektuje i przeprowadza odpowiednie doświadczenia;
  - 3) stosuje pojęcia: egzoenergetyczny, endoenergetyczny, energia aktywacji do opisu efektów energetycznych przemian; zaznacza wartość energii aktywacji na schemacie ilustrującym zmiany energii w reakcji egzo- i endoenergetycznej;
  - 4) porównuje wartość energii aktywacji przebiegającej z udziałem i bez udziału katalizatora;
  - 5) opisuje różnice między układem otwartym, zamkniętym i izolowanym;
  - 6) stosuje pojęcie entalpii; interpretuje zapis  $\Delta H < 0$  i  $\Delta H > 0$ ; określa efekt energetyczny reakcji chemicznej na podstawie wartości entalpii.
- V. Roztwory. Uczeń:
- 1) rozróżnia układy homogeniczne i heterogeniczne; wymienia różnice we właściwościach roztworów właściwych, koloidów i zawiesin;
  - 2) wykonuje obliczenia związane z przygotowaniem, rozcieńczaniem i zatężaniem roztworów z zastosowaniem pojęć: stężenie procentowe i molowe oraz rozpuszczalność;
  - 3) projektuje i przeprowadza doświadczenie pozwalające otrzymać roztwór o zadanym stężeniu procentowym lub molowym;
  - 4) opisuje sposoby rozdzielania roztworów właściwych (ciał stałych w cieczach, cieczy w cieczach) na składniki (m.in. ekstrakcja, chromatografia);
  - 5) projektuje i przeprowadza doświadczenie pozwalające rozdzielić mieszaninę niejednorodną (ciał stałych w cieczach) na składniki.
- VI. Reakcje w roztworach wodnych. Uczeń:
- 1) pisze równania dysocjacji elektrolitycznej związków nieorganicznych i organicznych z uwzględnieniem dysocjacji stopniowej;
  - 2) stosuje termin stopień dysocjacji dla ilościowego opisu zjawiska dysocjacji elektrolitycznej;
  - 3) interpretuje wartości pH w ujęciu jakościowym i ilościowym (np. związek między wartością pH a stężeniem jonów wodorowych);
  - 4) uzasadnia przyczynę kwasowego odczynu wodnych roztworów kwasów, zasadowego odczynu wodnych roztworów niektórych wodorotlenków (zasad) i amoniaku oraz odczynu niektórych wodnych roztworów soli; pisze odpowiednie równania reakcji;
  - 5) pisze równania reakcji: zobojętniania, wytrącania osadów i wybranych soli z wodą w formie jonowej pełnej i skróconej.

VII. Systematyka związków nieorganicznych. Uczeń:

- 1) na podstawie wzoru sumarycznego, opisu budowy lub właściwości fizykochemicznych klasyfikuje dany związek chemiczny do: tlenków, wodoroków, wodorotlenków, kwasów, soli (w tym wodoro- i hydroksosoli, hydratów);
- 2) na podstawie wzoru sumarycznego związku nieorganicznego pisze jego nazwę, na podstawie nazwy pisze jego wzór sumaryczny;
- 3) pisze równania reakcji otrzymywania tlenków pierwiastków o liczbach atomowych od 1 do 30 (synteza pierwiastków z tlenem, rozkład soli, np.  $\text{CaCO}_3$ , i wodorotlenków, np.  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ );
- 4) opisuje typowe właściwości chemiczne tlenków pierwiastków o liczbach atomowych od 1 do 20, w tym zachowanie wobec wody, kwasów i zasad; pisze odpowiednie równania reakcji w formie cząsteczkowej i jonowej;
- 5) klasyfikuje tlenki pierwiastków o liczbach atomowych od 1 do 20 ze względu na ich charakter chemiczny (kwasowy, zasadowy, amfoteryczny i obojętny); wnioskuje o charakterze chemicznym tlenku na podstawie wyników doświadczenia;
- 6) klasyfikuje wodoroki ze względu na ich charakter chemiczny (kwasowy, zasadowy i obojętny); wnioskuje o charakterze chemicznym wodoroku na podstawie wyników doświadczenia; pisze odpowiednie równania reakcji potwierdzające charakter chemiczny wodoroków; opisuje typowe właściwości chemiczne wodoroków pierwiastków 17. grupy, w tym ich zachowanie wobec wody i zasad;
- 7) projektuje i przeprowadza doświadczenia pozwalające otrzymać różnymi metodami: wodorotlenki, kwasy i sole; pisze odpowiednie równania reakcji;
- 8) klasyfikuje wodorotlenki ze względu na ich charakter chemiczny (zasadowy, amfoteryczny); wnioskuje o charakterze chemicznym wodorotlenku na podstawie wyników doświadczenia; pisze odpowiednie równania reakcji potwierdzające charakter chemiczny wodorotlenków;
- 9) opisuje typowe właściwości chemiczne kwasów, w tym zachowanie wobec metali, tlenków metali, wodorotlenków i soli kwasów o mniejszej mocy; projektuje i przeprowadza odpowiednie doświadczenia; pisze odpowiednie równania reakcji;
- 10) klasyfikuje poznane kwasy ze względu na ich skład (kwasy tlenowe i beztlenowe), moc i właściwości utleniające;
- 11) przewiduje przebieg reakcji soli z mocnymi kwasami (wypieranie kwasów słabszych, nietrwałych, lotnych) oraz soli z zasadami; pisze odpowiednie równania reakcji.

VIII. Reakcje utleniania i redukcji. Uczeń:

- 1) stosuje pojęcia: utleniacz, reduktor, utlenianie, redukcja;
- 2) wskazuje utleniacz, reduktor, proces utleniania i redukcji w podanej reakcji;
- 3) oblicza stopnie utlenienia pierwiastków w jonie i cząsteczce związku nieorganicznego i organicznego;

- 4) stosuje zasady bilansu elektronowego – dobiera współczynniki stechiometryczne w schematach reakcji utleniania-redukcji (w formie cząsteczkowej);
- 5) przewiduje przebieg reakcji utleniania-redukcji związków organicznych.

IX. Elektrochemia. Uczeń:

- 1) stosuje pojęcia: półogniwo, anoda, katoda, ogniwo galwaniczne, klucz elektrolityczny, potencjał standardowy półogniwa, szereg elektrochemiczny, SEM;
- 2) pisze oraz rysuje schemat ogniwa odwracalnego i nieodwracalnego;
- 3) pisze równania reakcji zachodzących na elektrodach (na katodzie i anodzie) ogniwa galwanicznego o danym schemacie;
- 4) oblicza SEM ogniwa galwanicznego na podstawie standardowych potencjałów półogniw, z których jest ono zbudowane;
- 5) opisuje budowę, działanie i zastosowanie współczesnych źródeł prądu stałego (np. akumulator, bateria, ogniwo paliwowe);
- 6) wyjaśnia przebieg korozji elektrochemicznej stali i żeliwa, pisze odpowiednie równania reakcji; opisuje sposoby ochrony metali przed korozją elektrochemiczną.

X. Metale, niemetale i ich związki. Uczeń:

- 1) opisuje podobieństwa we właściwościach pierwiastków w grupach układu okresowego i zmienność właściwości w okresach;
- 2) opisuje podstawowe właściwości fizyczne metali i wyjaśnia je na podstawie znajomości natury wiązania metalicznego;
- 3) opisuje właściwości fizyczne i chemiczne glinu; wyjaśnia, na czym polega pasywacja glinu; tłumaczy znaczenie tego zjawiska w zastosowaniu glinu w technice;
- 4) pisze równania reakcji ilustrujące typowe właściwości chemiczne metali wobec: tlenu (dla Na, Mg, Ca, Al, Zn, Fe, Cu), wody (dla Na, K, Mg, Ca), kwasów nieutleniających (dla Na, K, Ca, Mg, Al, Zn, Fe, Mn, Cr), przewiduje i opisuje słownie przebieg reakcji rozcieńczonych i stężonych roztworów kwasów: azotowego(V) i siarkowego(VI) z Al, Fe, Cu, Ag;
- 5) pisze równania reakcji ilustrujące typowe właściwości chemiczne niemetali, w tym między innymi równania reakcji: wodoru z niemetalami ( $\text{Cl}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ , S), chloru, siarki z metalami (Na, K, Mg, Ca, Fe, Cu).

XI. Zastosowania wybranych związków nieorganicznych. Uczeń:

- 1) bada i opisuje właściwości tlenku krzemu(IV); wymienia odmiany tlenku krzemu(IV) występujące w przyrodzie i wskazuje na ich zastosowania;
- 2) opisuje proces produkcji szkła; jego rodzaje, właściwości i zastosowania;
- 3) opisuje rodzaje skał wapiennych (wapień, marmur, kreda), ich właściwości i zastosowania; projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego celem

będzie odróżnienie skał wapiennych wśród innych skał i minerałów; pisze odpowiednie równania reakcji;

- 4) opisuje mechanizm zjawiska krasowego i usuwania twardości przemijającej wody; pisze odpowiednie równania reakcji;
- 5) pisze 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 mineralogiczne; opisuje różnice we właściwościach hydratów i substancji bezwodnych; przewiduje zachowanie się hydratów podczas ogrzewania i weryfikuje swoje przewidywania doświadczalnie; wymienia zastosowania skał gipsowych; wyjaśnia proces twardnienia zaprawy gipsowej; pisze odpowiednie równanie reakcji;
- 6) podaje przykłady nawozów naturalnych i sztucznych, uzasadnia potrzebę ich stosowania.

XII. Wstęp do chemii organicznej. Uczeń:

- 1) wyjaśnia i stosuje założenia teorii strukturalnej budowy związków organicznych;
- 2) na podstawie wzoru sumarycznego, półstrukturalnego (grupowego), opisu budowy lub właściwości fizykochemicznych klasyfikuje dany związek chemiczny do: węglowodorów (nasyconych, nienasyconych, aromatycznych), związków jednofunkcyjnych (fluorowcopochodnych, alkoholi i fenoli, aldehydów i ketonów, kwasów karboksylowych, estrów, amin, amidów), związków wielofunkcyjnych (hydroksykwasów, aminokwasów, peptydów, białek, cukrów);
- 3) stosuje pojęcia: homolog, szereg homologiczny, wzór ogólny, izomeria konstytucyjna (szkieletowa, położenia, grup funkcyjnych); rozpoznaje i klasyfikuje izomery;
- 4) rysuje wzory strukturalne i półstrukturalne izomerów konstytucyjnych o podanym wzorze sumarycznym; wśród podanych wzorów węglowodorów i ich pochodnych wskazuje izomery konstytucyjne;
- 5) przedstawia tendencje zmian właściwości fizycznych (np. temperatura topnienia, temperatura wrzenia, rozpuszczalność w wodzie) w szeregach homologicznych;
- 6) wyjaśnia wpływ budowy cząsteczek (kształtu łańcucha węglowego oraz obecności podstawnika lub grupy funkcyjnej) na właściwości związków organicznych;
- 7) klasyfikuje reakcje związków organicznych ze względu na typ procesu (adycja, eliminacja, substytucja, polimeryzacja, kondensacja).

XIII. Węglowodory. Uczeń:

- 1) podaje nazwy systematyczne węglowodorów (alkanu, alkenu i alkinu – do 10 atomów węgla w cząsteczce – oraz węglowodorów aromatycznych: benzenu, toluenu, ksylenów) na podstawie wzorów strukturalnych lub



- półstrukturalnych (grupowych); rysuje wzory węglowodorów na podstawie ich nazw;
- 2) opisuje właściwości chemiczne alkanów na przykładzie reakcji: spalania, substytucji (podstawiania) atomu (lub atomów) wodoru przez atom (lub atomy) chloru przy udziale światła; pisze odpowiednie równania reakcji;
  - 3) opisuje właściwości chemiczne alkenów na przykładzie reakcji: spalania, addycji (przyłączania):  $H_2$ ,  $Cl_2$ ,  $HCl$ ,  $H_2O$ ; polimeryzacji; przewiduje produkty reakcji przyłączenia cząsteczek niesymetrycznych do niesymetrycznych alkenów na podstawie reguły Markownikowa (produkty główne i uboczne); pisze odpowiednie równania reakcji;
  - 4) opisuje właściwości chemiczne alkinów na przykładzie reakcji: spalania, addycji (przyłączenia):  $H_2$ ,  $Cl_2$ ,  $HCl$ ,  $H_2O$ , trimeryzacji etynu; pisze odpowiednie równania reakcji;
  - 5) ustala wzór monomeru, z którego został otrzymany polimer o podanej strukturze; rysuje wzór polimeru powstającego z monomeru o podanym wzorze lub nazwie; pisze odpowiednie równania reakcji;
  - 6) klasyfikuje tworzywa sztuczne w zależności od ich właściwości (termoplasty i duroplasty); wskazuje na zagrożenia związane z gazami powstającymi w wyniku spalania się np. PVC;
  - 7) opisuje budowę cząsteczki benzenu z uwzględnieniem delokalizacji elektronów; wyjaśnia, dlaczego benzen, w przeciwieństwie do alkenów i alkinów, nie odbarwia wody bromowej ani wodnego roztworu manganianu(VII) potasu;
  - 8) opisuje przebieg destylacji ropy naftowej i pirolizy węgla kamiennego; wymienia nazwy produktów tych procesów i ich zastosowania;
  - 9) 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.

#### XIV. Hydroksylowe pochodne węglowodorów – alkohole i fenole. Uczeń:

- 1) na podstawie wzoru lub opisu klasyfikuje substancje do alkoholi lub fenoli;
- 2) na podstawie wzoru strukturalnego lub półstrukturalnego (grupowego) podaje nazwy systematyczne alkoholi i fenoli; na podstawie nazwy systematycznej rysuje wzory strukturalne lub półstrukturalne (grupowe);
- 3) opisuje właściwości chemiczne alkoholi na przykładzie reakcji: spalania, reakcji z  $HCl$ , zachowania wobec sodu, utlenienia do związków karbonylowych, eliminacji wody, reakcji z kwasami karboksylowymi; pisze odpowiednie równania reakcji;
- 4) porównuje właściwości fizyczne i chemiczne alkoholi mono- i polihydroksylowych (etanolu (alkoholu etylowego), etano-1,2-diolu (glikolu etylenowego) i propano-1,2,3-triolu (glicerolu)); odróżnia alkohol monohydroksylowy od alkoholu polihydroksylowego; na podstawie obserwacji wyników doświadczenia klasyfikuje alkohol do mono- lub polihydroksylowych;

- 5) opisuje właściwości chemiczne fenolu (benzenolu, hydroksybenzenu) na podstawie reakcji z: sodem, wodorotlenkiem sodu, kwasem azotowym(V); formułuje wniosek dotyczący kwasowego charakteru fenolu; pisze odpowiednie równania reakcji; na podstawie wyników doświadczenia klasyfikuje substancję do alkoholi lub fenoli;
- 6) porównuje metody otrzymywania, właściwości fizyczne i chemiczne oraz zastosowania alkoholi i fenoli.

XV. Związki karbonylowe – aldehydy i ketony. Uczeń:

- 1) opisuje podobieństwa i różnice w budowie cząsteczek aldehydów i ketonów (obecność grupy karbonylowej: aldehydowej lub ketonowej); na podstawie wzoru lub opisu klasyfikuje substancję do aldehydów lub ketonów;
- 2) na podstawie wzoru strukturalnego lub półstrukturalnego (grupowego) podaje nazwy systematyczne aldehydów i ketonów; na podstawie nazwy systematycznej rysuje wzory strukturalne lub półstrukturalne (grupowe);
- 3) pisze równania reakcji utleniania metanolu, etanolu, propan-1-olu, propan-2-olu;
- 4) na podstawie wyników doświadczenia klasyfikuje substancję do aldehydów lub ketonów; pisze odpowiednie równania reakcji aldehydu z odczynnikami Tollensa i odczynnikami Trommera;
- 5) porównuje metody otrzymywania, właściwości i zastosowania aldehydów i ketonów.

XVI. Kwasy karboksylowe. Uczeń:

- 1) wskazuje grupę karboksylową i resztę kwasową we wzorach kwasów karboksylowych (alifatycznych i aromatycznych); na podstawie wzoru strukturalnego lub półstrukturalnego (grupowego) podaje nazwy systematyczne (lub zwyczajowe) kwasów karboksylowych; na podstawie nazwy systematycznej (lub zwyczajowej) rysuje wzory strukturalne lub półstrukturalne (grupowe);
- 2) pisze równania reakcji otrzymywania kwasów karboksylowych (np. z alkoholi lub z aldehydów);
- 3) pisze równania dysocjacji elektrolitycznej rozpuszczalnych w wodzie kwasów karboksylowych i nazywa powstające w tych reakcjach jony;
- 4) opisuje właściwości chemiczne kwasów karboksylowych na podstawie reakcji tworzenia: soli, estrów; pisze odpowiednie równania reakcji; przeprowadza doświadczenia pozwalające otrzymywać sole kwasów karboksylowych (w reakcjach kwasów z: metalami, tlenkami metali, wodorotlenkami metali i solami kwasów o mniejszej mocy);
- 5) opisuje wpływ długości łańcucha węglowego na moc kwasów karboksylowych;
- 6) projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego wynik dowiedzie, że dany kwas organiczny jest kwasem słabszym np. od kwasu siarkowego(VI)

i mocniejszym np. od kwasu węglowego; na podstawie wyników doświadczenia porównuje moc kwasów;

- 7) projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego wynik wykaże podobieństwo we właściwościach chemicznych kwasów nieorganicznych i kwasów karboksylowych;
- 8) wyjaśnia przyczynę zasadowego odczynu wodnych roztworów niektórych soli, np. octanu sodu i mydła; pisze odpowiednie równania reakcji;
- 9) wymienia zastosowania kwasów karboksylowych;
- 10) opisuje budowę oraz występowanie i zastosowania hydrokwasów (np. kwasu mlekowego i salicylowego).

#### XVII. Estry i tłuszcze. Uczeń:

- 1) opisuje strukturę cząsteczek estrów i wiązania estrowego;
- 2) tworzy nazwy prostych estrów kwasów karboksylowych; rysuje wzory strukturalne i półstrukturalne (grupowe) estrów na podstawie ich nazwy;
- 3) projektuje i przeprowadza reakcje estryfikacji; pisze równania reakcji alkoholi z kwasami karboksylowymi; wskazuje funkcję stężonego  $H_2SO_4$ ;
- 4) opisuje właściwości fizyczne estrów;
- 5) wyjaśnia i porównuje przebieg hydrolizy estrów (np. octanu etylu) w środowisku kwasowym (reakcja z wodą w obecności kwasu siarkowego(VI)) oraz w środowisku zasadowym (reakcja z wodorotlenkiem sodu); pisze odpowiednie równania reakcji;
- 6) opisuje budowę tłuszczów stałych i ciekłych (jako estrów glicerolu i długołańcuchowych kwasów tłuszczowych) oraz ich właściwości fizyczne i zastosowania;
- 7) opisuje przebieg procesu utwardzania tłuszczów ciekłych; pisze odpowiednie równanie reakcji;
- 8) opisuje proces zmydlenia tłuszczów; pisze odpowiednie równania reakcji;
- 9) wyjaśnia, w jaki sposób z glicerydów otrzymuje się kwasy tłuszczowe lub mydła; pisze odpowiednie równania reakcji;
- 10) 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;
- 11) wymienia zastosowania estrów.

#### XVIII. Związki organiczne zawierające azot. Uczeń:

- 1) opisuje budowę i klasyfikacje amin;
- 2) porównuje budowę amoniaku i amin; rysuje wzory elektronowe cząsteczek amoniaku i metyloaminy;
- 3) wskazuje na różnice i podobieństwa w budowie metyloaminy i fenyloaminy (aniliny);

- 4) porównuje i wyjaśnia przyczynę zasadowych właściwości amoniaku i amin; pisze odpowiednie równania reakcji;
- 5) pisze równania reakcji metyloaminy z wodą i z kwasem solnym;
- 6) pisze równanie reakcji fenyloaminy (aniliny) z kwasem solnym;
- 7) pisze wzór ogólny  $\alpha$ -aminokwasów, w postaci  $RCH(NH_2)COOH$ ;
- 8) opisuje właściwości kwasowo-zasadowe aminokwasów oraz mechanizm powstawania jonów obojnaczych;
- 9) pisze równania reakcji kondensacji dwóch cząsteczek aminokwasów (o podanych wzorach) i wskazuje wiązanie peptydowe w otrzymanym produkcie;
- 10) tworzy wzory dipeptydów, powstających z podanych aminokwasów;
- 11) opisuje przebieg hydrolizy peptydów, rysuje wzory półstrukturalne (grupowe) aminokwasów powstających w procesie hydrolizy peptydu o danej strukturze.

XIX. Białka. Uczeń:

- 1) opisuje budowę białek (jako polimerów kondensacyjnych aminokwasów);
- 2) opisuje strukturę drugorzędową białek ( $\alpha$ - i  $\beta$ -) oraz wykazuje znaczenie wiązań wodorowych dla ich stabilizacji; tłumaczy znaczenie trzeciorzędowej struktury białek i wyjaśnia stabilizację tej struktury przez grupy R-, zawarte w resztach aminokwasów (wiązania jonowe, mostki disiarczkowe, wiązania wodorowe i oddziaływania van der Waalsa);
- 3) wyjaśnia przyczynę denaturacji białek wywołanej oddziaływaniem na nie soli metali ciężkich i wysokiej temperatury; wymienia czynniki wywołujące wysalanie białek i wyjaśnia ten proces;
- 4) projektuje i przeprowadza doświadczenie pozwalające na identyfikację białek (reakcja biuretowa i reakcja ksantoproteinowa).

XX. Cukry. Uczeń:

- 1) dokonuje podziału cukrów na proste i złożone, klasyfikuje cukry proste ze względu na liczbę atomów węgla w cząsteczce i grupę funkcyjną;
- 2) wskazuje na pochodzenie cukrów prostych, zawartych np. w owocach (fotosynteza);
- 3) zapisuje wzory łańcuchowe w projekcji Fischera glukozy i fruktozy; wykazuje, że cukry proste należą do polihydroksyaldehydów lub polihydroksyketonów;
- 4) projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego wynik potwierdzi właściwości redukujące glukozy;
- 5) opisuje właściwości glukozy i fruktozy; wskazuje na ich podobieństwa i różnice;
- 6) wskazuje wiązanie O-glikozydowe w cząsteczkach: sacharozy i maltozy;
- 7) wyjaśnia, dlaczego maltoza ma właściwości redukujące, a sacharoza nie wykazuje właściwości redukujących;
- 8) projektuje i przeprowadza doświadczenie pozwalające przekształcić sacharozę w cukry proste;

- 9) porównuje budowę cząsteczek i właściwości skrobi i celulozy;
- 10) pisze uproszczone równanie hydrolizy polisacharydów (skrobi i celulozy).

XXI. Chemia wokół nas. Uczeń:

- 1) klasyfikuje włókna na: celulozowe, białkowe, sztuczne i syntetyczne; wskazuje ich zastosowania; opisuje wady i zalety; uzasadnia potrzebę stosowania tych włókien;
- 2) projektuje i przeprowadza doświadczenie pozwalające zidentyfikować włókna celulozowe, białkowe, sztuczne i syntetyczne;
- 3) opisuje tworzenie się emulsji, ich zastosowania; analizuje skład kosmetyków (np. na podstawie etykiety kremu, balsamu, pasty do zębów itd.) i wyszukuje w dostępnych źródłach informacje na temat ich działania;
- 4) wyjaśnia, na czym mogą polegać i od czego zależeć lecznicze i toksyczne właściwości substancji chemicznych (dawka, rozpuszczalność w wodzie, rozdrobnienie, sposób przenikania do organizmu), np. aspiryny, nikotyny, etanolu (alkoholu etylowego);
- 5) wyszukuje informacje na temat działania składników popularnych leków (np. węgla aktywowanego, aspiryny, środków neutralizujących nadmiar kwasu w żołądku);
- 6) wyszukuje informacje na temat składników zawartych w kawie, herbacie, mleku, wodzie mineralnej, napojach typu cola w aspekcie ich działania na organizm ludzki;
- 7) opisuje procesy fermentacyjne zachodzące podczas wyrabiania ciasta i pieczenia chleba, produkcji wina, otrzymywania kwaśnego mleka, jogurtów, serów; pisze równania reakcji fermentacji alkoholowej, octowej i mlekowej;
- 8) wyjaśnia przyczyny psucia się żywności i proponuje sposoby zapobiegania temu procesowi; przedstawia znaczenie i konsekwencje stosowania dodatków do żywności, w tym konserwantów;
- 9) wskazuje na charakter chemiczny składników środków do mycia szkła, przetykania rur, czyszczenia metali i biżuterii w aspekcie zastosowań tych produktów; wyjaśnia, na czym polega proces usuwania zanieczyszczeń za pomocą tych środków oraz opisuje zasady bezpiecznego ich stosowania;
- 10) podaje przykłady opakowań (celulozowych, szklanych, metalowych, z tworzyw sztucznych) stosowanych w życiu codziennym; opisuje ich wady i zalety;
- 11) uzasadnia potrzebę zagospodarowania odpadów pochodzących z różnych opakowań.

XXII. Elementy ochrony środowiska. Uczeń:

- 1) tłumaczy, na czym polegają sorpcyjne właściwości gleby w uprawie roślin i ochronie środowiska; opisuje wpływ pH gleby na wzrost wybranych roślin; planuje i przeprowadza badanie kwasowości gleby oraz badanie właściwości sorpcyjnych gleby;

- 2) wymienia podstawowe rodzaje zanieczyszczeń powietrza, wody i gleby (np. metale ciężkie, węglowodory, produkty spalania paliw, freony, pyły, azotan(V), fosforany(V) (ortofosforany(V)), ich źródła oraz wpływ na stan środowiska naturalnego; opisuje rodzaje smogu oraz mechanizmy jego powstawania;
- 3) proponuje sposoby ochrony środowiska naturalnego przed zanieczyszczeniem i degradacją zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju;
- 4) wskazuje potrzebę rozwoju gałęzi przemysłu chemicznego (leki, źródła energii, materiały); wskazuje problemy i zagrożenia wynikające z niewłaściwego planowania i prowadzenia procesów chemicznych; uzasadnia konieczność projektowania i wdrażania procesów chemicznych umożliwiających ograniczenie lub wyeliminowanie używania albo wytwarzania niebezpiecznych substancji; wyjaśnia zasady tzw. zielonej chemii;
- 5) wskazuje powszechność stosowania środków ochrony roślin oraz zagrożenia dla zdrowia ludzi i środowiska wynikające z nierozważnego ich użycia.

## Warunki i sposób realizacji

Podstawa programowa chemii ma układ spiralny, a zagadnienia wprowadzone w szkole podstawowej są na tym etapie rozwijane i uzupełniane o nowe treści. Podczas realizacji podstawy programowej powinno się kłaść nacisk na kształtowanie umiejętności rozumowania, dostrzegania zależności przyczynowo-skutkowych, wnioskowania, analizy i syntezy informacji.

Istotną funkcję w nauczaniu chemii jako przedmiotu przyrodniczego pełni eksperyment chemiczny. Umożliwia on rozwijanie aktywności uczniów i kształtowanie samodzielności w działaniu. Dzięki samodzielnemu wykonywaniu doświadczeń lub ich aktywnej obserwacji, uczniowie poznają metody badawcze oraz sposoby opisu i prezentacji wyników.

Aby edukacja w zakresie chemii była możliwie najbardziej skuteczna, należy zajęcia prowadzić w niezbyt licznych grupach (podział na grupy) w salach wyposażonych w niezbędne sprzęty i odczynniki chemiczne. Nauczyciele mogą w doświadczeniach wykorzystywać substancje znane uczniom z życia codziennego (np. naturalne wskaźniki kwasowo-zasadowe, ocet, mąkę, cukier), pokazując w ten sposób obecność chemii w ich otoczeniu.

Dobór wiadomości i umiejętności wskazuje na konieczność łączenia wiedzy teoretycznej z doświadczalną. Treści nauczania opracowano tak, aby uczniowie mogli sami obserwować i badać właściwości substancji i zjawiska oraz projektować i przeprowadzać doświadczenia chemiczne, interpretować ich wyniki i formułować uogólnienia. Istotne jest również samodzielne wykorzystywanie i przetwarzanie informacji oraz kształtowanie nawyków ich krytycznej oceny.

Zakres treści nauczania stwarza wiele możliwości pracy metodą projektu edukacyjnego (szczególnie o charakterze badawczym), metodą eksperymentu chemicznego lub innymi metodami pobudzającymi aktywność poznawczą uczniów, co pozwoli im na pozyskiwanie i przetwarzanie informacji na różne sposoby i z różnych źródeł. Obserwowanie, wyciąganie wniosków, stawianie hipotez i ich weryfikacja pozytywnie wpływają na umiejętność twórczego i krytycznego myślenia u uczniów. Może to pomóc im w kształtowaniu postawy odkrywcy i badacza, który będzie umiał weryfikować poprawność nowych informacji.

W pozyskiwaniu niezbędnych informacji, wykonywaniu obliczeń, interpretowaniu wyników i wreszcie rozwiązywaniu bardziej złożonych problemów metodą projektu edukacyjnego bardzo pomocnym narzędziem może okazać się komputer z celowo dobranym oprogramowaniem oraz dostępnymi w internecie zasobami cyfrowymi.

Wskazuje się następujący minimalny zestaw doświadczeń do wykonania samodzielnie przez uczniów lub w formie pokazu nauczycielskiego:

- 1) porównanie masy substratów i masy produktów reakcji chemicznej;
- 2) badanie wybranych właściwości chemicznych (np. zachowania wobec wody) pierwiastków należących do jednej grupy/okresu;
- 3) badanie właściwości fizycznych substancji tworzących kryształy jonowe, kowalencyjne, molekularne i metaliczne;
- 4) badanie wpływu różnych czynników – stężenia (ciśnienia) substratów, temperatury, obecności katalizatora i stopnia rozdrobnienia substratów na szybkość reakcji;
- 5) badanie efektu energetycznego reakcji chemicznej;
- 6) sporządzanie roztworów o określonym stężeniu procentowym i molowym;
- 7) rozdzielanie mieszaniny niejednorodnej i jednorodnej na składniki (np. ekstrakcja i rozdzielanie chromatograficzne barwników roślinnych);
- 8) badanie odczynu oraz pH wodnych roztworów kwasów, zasad i soli;
- 9) badanie charakteru chemicznego wybranych tlenków pierwiastków 3. okresu;
- 10) otrzymywanie kwasów, zasad i soli różnymi metodami;
- 11) badanie aktywności chemicznej metali;
- 12) badanie właściwości metali (reakcje z tlenem, wodą, kwasami);
- 13) budowa i pomiar napięcia ogniwa galwanicznego;
- 14) badanie korozji metali;
- 15) otrzymywanie wodoru (np. w reakcji Zn z HCl(aq));
- 16) otrzymywanie tlenu (np. w reakcji rozkładu  $\text{H}_2\text{O}_2$  lub  $\text{KMnO}_4$ );
- 17) odróżnianie skał wapiennych od innych skał i minerałów;
- 18) badanie reaktywności węglowodorów nasyconych, nienasyconych i aromatycznych ze zwróceniem uwagi na różnice w ich właściwościach (np. spalanie, zachowanie wobec chlorowca, wodnego roztworu manganianu(VII) potasu);
- 19) porównanie zachowania alkoholi pierwszo-, drugorzędowych wobec utleniaczy;

- 20) badanie zachowania alkoholi wobec wodorotlenku miedzi(II);
- 21) otrzymywanie etanolu i badanie jego właściwości;
- 22) reakcja metanolu z odczynnikiem Tollensa i z wodorotlenkiem miedzi(II);
- 23) odróżnianie aldehydów od ketonów (np. próba Trommera);
- 24) badanie właściwości fizycznych i chemicznych kwasów karboksylowych;
- 25) porównywanie mocy kwasów karboksylowych i nieorganicznych;
- 26) badanie właściwości wyższych kwasów karboksylowych, odróżnianie kwasów nasyconych od nienasyconych;
- 27) otrzymywanie estrów (np. w reakcji alkoholu etylowego z kwasem octowym);
- 28) otrzymywanie mydeł;
- 29) badanie właściwości amfoterycznych aminokwasów (np. glicyny);
- 30) badanie obecności wiązań peptydowych w białkach (reakcja biuretowa);
- 31) badanie działania różnych substancji (np. soli metali ciężkich, alkoholu) i wysokiej temperatury na roztwór białka;
- 32) badanie zachowania się białka w reakcji ksantoproteinowej;
- 33) badanie właściwości cukrów prostych (np. glukozy i fruktozy) oraz złożonych (sacharozy, skrobi i celulozy);
- 34) badanie obecności grup funkcyjnych w cząsteczce glukozy;
- 35) badanie hydrolizy cukrów złożonych i wykrywanie produktów reakcji;
- 36) badanie i odróżnianie tworzyw oraz włókien.

---

### Zakres rozszerzony

---

## Cele kształcenia – wymagania ogólne

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Uczeń:
  - 1) pozyskuje i przetwarza informacje z różnorodnych źródeł z wykorzystaniem technologii informacyjno-komunikacyjnych;
  - 2) ocenia wiarygodność uzyskanych danych;
  - 3) konstruuje wykresy, tabele i schematy na podstawie dostępnych informacji.
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Uczeń:
  - 1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych;
  - 2) wskazuje na związek właściwości różnorodnych substancji z ich zastosowaniami i ich wpływem na środowisko naturalne;
  - 3) reaguje w przypadku wystąpienia zagrożenia dla środowiska;
  - 4) wskazuje na związek między właściwościami substancji a ich budową chemiczną;
  - 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych z zastosowaniem metody naukowej;



- 6) stosuje poprawną terminologię;
  - 7) wykonuje obliczenia dotyczące praw chemicznych.
- III. Opanowanie czynności praktycznych. Uczeń:
- 1) bezpiecznie posługuje się sprzętem laboratoryjnym i odczynnikami chemicznymi;
  - 2) projektuje i przeprowadza doświadczenia chemiczne, rejestruje ich wyniki w różnej formie, formułuje obserwacje, wnioski oraz wyjaśnienia;
  - 3) stosuje elementy metodologii badawczej (określa problem badawczy, formułuje hipotezy oraz proponuje sposoby ich weryfikacji);
  - 4) przestrzega zasad bezpieczeństwa i higieny pracy.

## Treści nauczania – wymagania szczegółowe

- I. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Uczeń:
- 1) stosuje pojęcia: nuklid, izotop, mol i liczba Avogadra;
  - 2) odczytuje w układzie okresowym masy atomowe pierwiastków i na ich podstawie oblicza masę molową związków chemicznych (nieorganicznych i organicznych) o podanych wzorach lub nazwach;
  - 3) oblicza masę atomową pierwiastka na podstawie jego składu izotopowego i mas atomowych izotopów; ustala skład izotopowy pierwiastka na podstawie jego masy atomowej i mas atomowych izotopów (dla pierwiastków występujących w przyrodzie w postaci mieszaniny dwóch naturalnych izotopów);
  - 4) oblicza zmianę masy promieniotwórczego nuklidu w określonym czasie, znając jego okres półtrwania; pisze równania naturalnych przemian promieniotwórczych ( $\alpha$ ,  $\beta^-$ ) oraz sztucznych reakcji jądrowych;
  - 5) ustala wzór empiryczny i rzeczywisty związku chemicznego (nieorganicznego i organicznego) na podstawie jego składu (wyrażonego np. w procentach masowych) i masy molowej;
  - 6) dokonuje interpretacji jakościowej i ilościowej równania reakcji w ujęciu molowym, masowym i objętościowym (dla gazów);
  - 7) wykonuje obliczenia, z uwzględnieniem wydajności reakcji, dotyczące: liczby moli oraz mas substratów i produktów (stechiometria wzorów i równań chemicznych), objętości gazów w warunkach normalnych, po zmieszaniu substratów w stosunku stechiometrycznym i niestechiometrycznym;
  - 8) stosuje do obliczeń równanie Clapeyrona.
- II. Budowa atomu. Uczeń:
- 1) na podstawie dualnej natury elektronu wyjaśnia kwantowo-mechaniczny model budowy atomu;

- 2) interpretuje wartości liczb kwantowych; opisuje stan elektronu w atomie za pomocą liczb kwantowych; stosuje pojęcia: powłoka, podpowłoka, stan orbitalny, spin elektronu;
- 3) stosuje zasady rozmieszczania elektronów na orbitalach (zakaz Pauliego i regułę Hunda) w atomach pierwiastków wieloelektronowych;
- 4) pisze konfiguracje elektronowe atomów pierwiastków do  $Z=38$  oraz ich jonów o podanym ładunku, uwzględniając przynależność elektronów do podpowłok (zapisy konfiguracji: pełne, skrócone i schematy klatkowe);
- 5) określa przynależność pierwiastków do bloków konfiguracyjnych:  $s$ ,  $p$  i  $d$  układu okresowego na podstawie konfiguracji elektronowej; wskazuje związek między budową elektronową atomu a położeniem pierwiastka w układzie okresowym i jego właściwościami fizycznymi (np. promieniem atomowym, energią jonizacji) i chemicznymi.

III. Wiązania chemiczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Uczeń:

- 1) określa rodzaj wiązania (jonowe, kowalencyjne (atomowe) niespolaryzowane, kowalencyjne (atomowe) spolaryzowane, donorowo-akceptorowe (koordynacyjne)) na podstawie elektroujemności oraz liczby elektronów walencyjnych atomów łączących się pierwiastków;
- 2) ilustruje graficznie oraz opisuje powstawanie wiązań kowalencyjnych i jonowych; pisze wzory elektronowe typowych cząsteczek związków kowalencyjnych i jonów złożonych, z uwzględnieniem wiązań koordynacyjnych;
- 3) wyjaśnia tworzenie orbitali zhybrydowanych zgodnie z modelem hybrydyzacji, opisuje ich wzajemne ułożenie w przestrzeni;
- 4) rozpoznaje typ hybrydyzacji ( $sp$ ,  $sp^2$ ,  $sp^3$ ) orbitali walencyjnych atomu centralnego w cząsteczkach związków nieorganicznych i organicznych; przewiduje budowę przestrzenną drobin metodą VSEPR; określa kształt drobin (struktura diagonalna, trygonalna, tetraedryczna, piramidalna, V-kształtna);
- 5) określa typ wiązania ( $\sigma$  i  $\pi$ ) w cząsteczkach związków nieorganicznych i organicznych; opisuje powstawanie orbitali molekularnych;
- 6) opisuje i przewiduje wpływ rodzaju wiązania (jonowe, kowalencyjne, metaliczne), oddziaływań międzycząsteczkowych (siły van der Waalsa, wiązania wodorowe) oraz kształtu drobin na właściwości fizyczne substancji nieorganicznych i organicznych; wskazuje te cząsteczki i fragmenty cząsteczek, które są polarne, oraz te, które są niepolarne;
- 7) wnioskuje o rodzaju wiązania na podstawie obserwowanych właściwości substancji;
- 8) porównuje właściwości fizyczne substancji tworzących kryształy jonowe, kowalencyjne, molekularne oraz metaliczne;
- 9) wyjaśnia pojęcie alotropii pierwiastków; na podstawie znajomości budowy diamentu, grafitu, grafenu i fullerenów tłumaczy ich właściwości i zastosowania.

- IV. Kinetyka i statyka chemiczna. Energetyka reakcji chemicznych. Uczeń:
- 1) definiuje i oblicza szybkość reakcji (jako zmianę stężenia reagenta w czasie);
  - 2) przewiduje wpływ: stężenia (ciśnienia) substratów, obecności katalizatora, stopnia rozdrobnienia substratów i temperatury na szybkość reakcji; projektuje i przeprowadza odpowiednie doświadczenia;
  - 3) na podstawie równania kinetycznego określa rząd reakcji względem każdego substratu; na podstawie danych doświadczalnych ilustrujących związek między stężeniem substratu a szybkością reakcji określa rząd reakcji i pisze równanie kinetyczne;
  - 4) szkicuje wykres zmian szybkości reakcji w funkcji czasu oraz wykres zmian stężeń reagentów reakcji pierwszego rzędu w czasie, wyznacza okres półtrwania;
  - 5) stosuje pojęcia: egzoenergetyczny, endoenergetyczny, energia aktywacji do opisu efektów energetycznych przemian; zaznacza wartość energii aktywacji na schemacie ilustrującym zmiany energii w reakcji egzo- i endoenergetycznej;
  - 6) porównuje wartość energii aktywacji przebiegającej z udziałem i bez udziału katalizatora; wyjaśnia działanie katalizatora na poziomie molekularnym;
  - 7) wykazuje się znajomością i rozumieniem pojęć: stan równowagi dynamicznej i stała równowagi; pisze wyrażenie na stałą równowagi danej reakcji;
  - 8) oblicza wartość stałej równowagi reakcji odwracalnej; oblicza stężenia równowagowe albo stężenia początkowe reagentów;
  - 9) wymienia czynniki, które wpływają na stan równowagi reakcji; wyjaśnia, dlaczego obecność katalizatora nie wpływa na wydajność przemiany; stosuje regułę Le Chateliera-Brauna (regułę przekory) do jakościowego określenia wpływu zmian temperatury, stężenia reagentów i ciśnienia na układ pozostający w stanie równowagi dynamicznej;
  - 10) opisuje różnice między układem otwartym, zamkniętym i izolowanym;
  - 11) stosuje pojęcie standardowej entalpii przemiany; interpretuje zapis  $\Delta H < 0$  i  $\Delta H > 0$ ; określa efekt energetyczny reakcji chemicznej na podstawie wartości entalpii;
  - 12) stosuje prawo Hessa do obliczeń efektów energetycznych przemian na podstawie wartości standardowych entalpii tworzenia i standardowych entalpii spalania.
- V. Roztwory. Uczeń:
- 1) rozróżnia układy homogeniczne i heterogeniczne; wymienia różnice we właściwościach roztworów właściwych, koloidów i zawiesin;
  - 2) wykonuje obliczenia związane z przygotowaniem, rozcieńczaniem i zatężaniem roztworów z zastosowaniem pojęć: stężenie procentowe lub molowe oraz rozpuszczalność;
  - 3) projektuje i przeprowadza doświadczenie pozwalające otrzymać roztwór o określonym stężeniu procentowym lub molowym;

- 4) opisuje sposoby rozdzielania roztworów właściwych (ciał stałych w cieczach, cieczy w cieczach) na składniki (m.in. ekstrakcja, chromatografia, elektroforeza);
- 5) projektuje i przeprowadza doświadczenie pozwalające rozdzielić mieszaninę niejednorodną (ciał stałych w cieczach) na składniki.

VI. Reakcje w roztworach wodnych. Uczeń:

- 1) pisze równania dysocjacji elektrolitycznej związków nieorganicznych i organicznych z uwzględnieniem dysocjacji stopniowej;
- 2) stosuje termin stopień dysocjacji dla ilościowego opisu zjawiska dysocjacji elektrolitycznej;
- 3) interpretuje wartości  $pK_w$ , pH,  $K_a$ ,  $K_b$ ,  $K_s$ ;
- 4) wykonuje obliczenia z zastosowaniem pojęć: stała dysocjacji, stopień dysocjacji, pH, iloczyn jonowy wody, iloczyn rozpuszczalności; stosuje do obliczeń prawo rozcieńczeń Ostwalda;
- 5) porównuje moc elektrolitów na podstawie wartości ich stałych dysocjacji;
- 6) przewiduje odczyn roztworu po reakcji substancji zmieszanych w ilościach stechiometrycznych i niestechiometrycznych;
- 7) klasyfikuje substancje jako kwasy lub zasady zgodnie z teorią Brønsteda--Lowry'ego; wskazuje sprzężone pary kwas – zasada;
- 8) uzasadnia przyczynę kwasowego odczynu wodnych roztworów kwasów, zasadowego odczynu wodnych roztworów niektórych wodorotlenków (zasad) i amoniaku oraz odczynu niektórych wodnych roztworów soli zgodnie z teorią Brønsteda-Lowry'ego; pisze odpowiednie równania reakcji;
- 9) pisze równania reakcji: zobojętniania, wytrącania osadów i wybranych soli z wodą w formie jonowej pełnej i skróconej.

VII. Systematyka związków nieorganicznych. Uczeń:

- 1) na podstawie wzoru sumarycznego, opisu budowy lub właściwości fizykochemicznych klasyfikuje dany związek chemiczny do: tlenków, wodorotlenków, kwasów, soli (w tym wodoro- i hydroksosoli, hydratów);
- 2) na podstawie wzoru sumarycznego związku nieorganicznego pisze jego nazwę, na podstawie nazwy pisze jego wzór sumaryczny;
- 3) pisze równania reakcji otrzymywania tlenków pierwiastków o liczbach atomowych od 1 do 30 (synteza pierwiastków z tlenem, rozkład soli, np.  $\text{CaCO}_3$ , i wodorotlenków, np.  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ );
- 4) opisuje typowe właściwości chemiczne tlenków pierwiastków o liczbach atomowych od 1 do 20 oraz Cr, Cu, Zn, Mn i Fe, w tym zachowanie wobec wody, kwasów i zasad; pisze odpowiednie równania reakcji w formie cząsteczkowej i jonowej;
- 5) klasyfikuje tlenki ze względu na ich charakter chemiczny (kwasowy, zasadowy, amfoteryczny i obojętny); projektuje i przeprowadza doświadczenie,

- którego przebieg pozwoli wykazać charakter chemiczny tlenku; wnioskuje o charakterze chemicznym tlenku na podstawie wyników doświadczenia;
- 6) klasyfikuje wodorki ze względu na ich charakter chemiczny (kwasowy, zasadowy i obojętny); projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego przebieg pozwoli wykazać charakter chemiczny wodorku; wnioskuje o charakterze chemicznym wodorku na podstawie wyników doświadczenia; pisze odpowiednie równania reakcji potwierdzające charakter chemiczny wodorków; opisuje typowe właściwości chemiczne wodorków pierwiastków 17. grupy, w tym ich zachowanie wobec wody i zasad;
  - 7) projektuje i przeprowadza doświadczenia pozwalające otrzymać różnymi metodami: wodorotlenki, kwasy i sole; pisze odpowiednie równania reakcji;
  - 8) klasyfikuje wodorotlenki ze względu na ich charakter chemiczny (zasadowy, amfoteryczny); projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego przebieg pozwoli wykazać charakter chemiczny wodorotlenku; wnioskuje o charakterze chemicznym wodorotlenku na podstawie wyników doświadczenia; pisze odpowiednie równania reakcji potwierdzające charakter chemiczny wodorotlenków (w tym równania reakcji otrzymywania hydroksokompleksów);
  - 9) opisuje typowe właściwości chemiczne kwasów, w tym zachowanie wobec metali, tlenków metali, wodorotlenków i soli kwasów o mniejszej mocy; projektuje i przeprowadza odpowiednie doświadczenia; pisze odpowiednie równania reakcji;
  - 10) klasyfikuje poznane kwasy ze względu na ich skład (kwasy tlenowe i beztlenowe), moc i właściwości utleniające;
  - 11) przedstawia i uzasadnia zmiany mocy kwasów fluorowcowodorowych;
  - 12) opisuje wpływ elektroujemności i stopnia utlenienia atomu centralnego na moc kwasów tlenowych;
  - 13) przewiduje przebieg reakcji soli z mocnymi kwasami (wypieranie kwasów słabszych, nietrwałych, lotnych) oraz soli z zasadami; pisze odpowiednie równania reakcji.

#### VIII. Reakcje utleniania i redukcji. Uczeń:

- 1) stosuje pojęcia: stopień utlenienia, utleniacz, reduktor, utlenianie, redukcja;
- 2) wskazuje utleniacz, reduktor, proces utleniania i redukcji w podanej reakcji;
- 3) na podstawie konfiguracji elektronowej atomów przewiduje typowe stopnie utlenienia pierwiastków;
- 4) oblicza stopnie utlenienia pierwiastków w jonie i cząsteczce związku nieorganicznego i organicznego;
- 5) stosuje zasady bilansu elektronowo-jonowego – dobiera współczynniki stechiometryczne w schematach reakcji utleniania-redukcji (w formie cząsteczkowej i jonowej);
- 6) przewiduje kierunek przebiegu reakcji utleniania-redukcji na podstawie wartości potencjałów standardowych półogniw; pisze odpowiednie równania reakcji;

7) przewiduje przebieg reakcji utleniania-redukcji związków organicznych.

IX. Elektrochemia. Ogniwa i elektroliza. Uczeń:

- 1) stosuje pojęcia: półogniwo, anoda, katoda, ogniwo galwaniczne, klucz elektrolityczny; potencjał standardowy półogniwa, szereg elektrochemiczny, SEM;
- 2) pisze oraz rysuje schemat ogniwa odwracalnego i nieodwracalnego;
- 3) pisze równania reakcji zachodzące na elektrodach (na katodzie i anodzie) ogniwa galwanicznego o danym schemacie; projektuje ogniwo, w którym zachodzi dana reakcja chemiczna; pisze schemat tego ogniwa;
- 4) oblicza SEM ogniwa galwanicznego na podstawie standardowych potencjałów półogniw, z których jest ono zbudowane;
- 5) wyjaśnia przebieg korozji elektrochemicznej stali i żeliwa; pisze odpowiednie równania reakcji; opisuje sposoby ochrony metali przed korozją elektrochemiczną;
- 6) stosuje pojęcia: elektroda, elektrolizer, elektroliza, potencjał rozkładowy;
- 7) przewiduje produkty elektrolizy stopionych tlenków, soli, wodorotlenków, wodnych roztworów kwasów i soli oraz zasad;
- 8) pisze równania dysocjacji termicznej; pisze odpowiednie równania reakcji elektrodowych zachodzących w trakcie elektrolizy;
- 9) projektuje i przeprowadza doświadczenia, w których drogą elektrolizy otrzyma np. wodór, tlen, chlor, miedź;
- 10) opisuje budowę, działanie i zastosowanie współczesnych źródeł prądu stałego (np. akumulator, bateria, ogniwo paliwowe).

X. Metale, niemetale i ich związki. Uczeń:

- 1) opisuje podobieństwa we właściwościach pierwiastków w grupach układu okresowego i zmienność właściwości w okresach;
- 2) opisuje podstawowe właściwości fizyczne metali i wyjaśnia je na podstawie znajomości natury wiązania metalicznego;
- 3) analizuje i porównuje właściwości fizyczne i chemiczne metali grup 1. i 2.;
- 4) opisuje właściwości fizyczne i chemiczne glinu; wyjaśnia, na czym polega pasywacja glinu; tłumaczy znaczenie tego zjawiska w zastosowaniu glinu w technice;
- 5) pisze równania reakcji ilustrujące typowe właściwości chemiczne metali wobec: tlenu (dla Na, Mg, Ca, Al, Zn, Fe, Cu), wody (dla Na, K, Mg, Ca), kwasów nieutleniających (dla Na, K, Ca, Mg, Al, Zn, Fe, Mn, Cr), rozcieńczonego i stężonego roztworu kwasu azotowego(V) oraz stężonego roztworu kwasu siarkowego(VI) (dla Al, Fe, Cu, Ag);
- 6) projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego wynik pozwoli porównać aktywność chemiczną metali; pisze odpowiednie równania reakcji;
- 7) przewiduje produkty redukcji jonów manganianowych(VII) w zależności od środowiska, a także jonów dichromianowych(VI) w środowisku kwasowym; pisze odpowiednie równania reakcji;

- 8) projektuje i przeprowadza doświadczenia, w wyniku których można otrzymać wodór (reakcje aktywnych metali z wodą lub niektórych metali z niektórymi kwasami), pisze odpowiednie równania reakcji;
- 9) projektuje i przeprowadza doświadczenia pozwalające otrzymać w laboratorium: tlen (np. reakcja rozkładu  $\text{H}_2\text{O}_2$  lub  $\text{KMnO}_4$ ), chlor (np. reakcja  $\text{HCl}$  z  $\text{MnO}_2$  lub z  $\text{KMnO}_4$ ); pisze odpowiednie równania reakcji;
- 10) pisze równania reakcji ilustrujące typowe właściwości chemiczne niemetalu, w tym między innymi równania reakcji: wodoru z niemetalami ( $\text{Cl}_2$ ,  $\text{Br}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{S}$ ), chloru, bromu i siarki z metalami ( $\text{Na}$ ,  $\text{K}$ ,  $\text{Mg}$ ,  $\text{Ca}$ ,  $\text{Fe}$ ,  $\text{Cu}$ ); chloru z wodą;
- 11) analizuje i porównuje właściwości fizyczne i chemiczne fluorowców;
- 12) projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego przebieg wykaże, że np. brom jest pierwiastkiem bardziej aktywnym niż jod, a mniej aktywnym niż chlor; pisze odpowiednie równania reakcji.

XI. Zastosowania wybranych związków nieorganicznych. Uczeń:

- 1) bada i opisuje właściwości tlenku krzemu(IV); wymienia odmiany tlenku krzemu(IV) występujące w przyrodzie i wymienia ich zastosowania;
- 2) opisuje proces produkcji szkła; jego rodzaje, właściwości i zastosowania;
- 3) opisuje rodzaje skał wapiennych (wapień, marmur, kreda), ich właściwości i zastosowania; projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego celem będzie odróżnienie skał wapiennych od innych skał i minerałów; pisze odpowiednie równania reakcji;
- 4) opisuje mechanizm zjawiska krasowego i usuwania twardości przemijającej wody; pisze odpowiednie równania reakcji;
- 5) pisze 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 mineralogiczne; opisuje różnice we właściwościach hydratów i substancji bezwodnych; przewiduje zachowanie się hydratów podczas ogrzewania i weryfikuje swoje przewidywania doświadczalnie; wymienia zastosowania skał gipsowych; wyjaśnia proces twardnienia zaprawy gipsowej; pisze odpowiednie równanie reakcji;
- 6) podaje przykłady nawozów naturalnych i sztucznych, uzasadnia potrzebę ich stosowania.

XII. Wstęp do chemii organicznej. Uczeń:

- 1) wyjaśnia i stosuje założenia teorii strukturalnej budowy związków organicznych;
- 2) na podstawie wzoru sumarycznego, półstrukturalnego (grupowego), opisu budowy lub właściwości fizykochemicznych klasyfikuje dany związek chemiczny do: węglowodorów (nasyconych, nienasyconych, aromatycznych), związków jednofunkcyjnych (fluorowcopochodnych, alkoholi, fenoli, aldehydów, ketonów, kwasów karboksylowych, estrów, amin, amidów), związków wielofunkcyjnych (hydroksykwasów, aminokwasów, peptydów, białek, cukrów);

- 3) stosuje pojęcia: homolog, szereg homologiczny, wzór ogólny, rzędowność w związkach organicznych, izomeria konstytucyjna (szkieletowa, położenia, grup funkcyjnych), stereoisomeria (izomeria geometryczna, izomeria optyczna); rozpoznaje i klasyfikuje izomery;
- 4) rysuje wzory strukturalne i półstrukturalne (grupowe) izomerów konstytucyjnych o podanym wzorze sumarycznym; wśród podanych wzorów węglowodorów i ich pochodnych wskazuje izomery konstytucyjne;
- 5) wyjaśnia zjawisko izomerii geometrycznej (*cis-trans*); uzasadnia warunki wystąpienia izomerii geometrycznej w cząsteczce związku o podanej nazwie lub o podanym wzorze strukturalnym (lub półstrukturalnym); rysuje wzory izomerów geometrycznych;
- 6) wyjaśnia zjawisko izomerii optycznej; wskazuje centrum stereogeniczne (asymetryczny atom węgla); rysuje wzory w projekcji Fischera izomerów optycznych: enancjomerów i diastereoizomerów; uzasadnia warunki wystąpienia izomerii optycznej w cząsteczce związku o podanej nazwie lub o podanym wzorze; ocenia, czy cząsteczka o podanym wzorze stereochemicznym jest chiralna;
- 7) przedstawia tendencje zmian właściwości fizycznych (np. temperatura topnienia, temperatura wrzenia, rozpuszczalność w wodzie) w szeregach homologicznych;
- 8) wyjaśnia wpływ budowy cząsteczek (kształtu łańcucha węglowego oraz obecności podstawnika lub grupy funkcyjnej) na właściwości związków organicznych; porównuje właściwości różnych izomerów konstytucyjnych; porównuje właściwości stereoizomerów (enancjomerów i diastereoizomerów);
- 9) klasyfikuje reakcje związków organicznych ze względu na typ procesu (addycja, eliminacja, substytucja, polimeryzacja, kondensacja) i mechanizm reakcji (elektrofilowy, nukleofilowy, rodnikowy); wyjaśnia mechanizmy reakcji; pisze odpowiednie równania reakcji.

### XIII. Węglowodory. Uczeń:

- 1) podaje nazwy systematyczne węglowodorów (alkanu, alkenu i alkinu – do 10 atomów węgla w cząsteczce – oraz węglowodorów cyklicznych i aromatycznych) na podstawie wzorów strukturalnych, półstrukturalnych (grupowych) lub uproszczonych; rysuje wzory węglowodorów na podstawie ich nazw; podaje nazwy systematyczne fluorowcopochodnych węglowodorów na podstawie wzorów strukturalnych lub półstrukturalnych (grupowych); rysuje ich wzory strukturalne i półstrukturalne (grupowe) na podstawie nazw systematycznych;
- 2) ustala rzędowność atomów węgla w cząsteczce węglowodoru;
- 3) opisuje właściwości chemiczne alkanów na przykładzie reakcji: spalania, substytucji atomu (lub atomów) wodoru przez atom (lub atomy) chloru albo bromu przy udziale światła; pisze odpowiednie równania reakcji;



- 4) opisuje właściwości chemiczne alkenów na przykładzie reakcji: spalania, addycji:  $H_2$ ,  $Cl_2$  i  $Br_2$ ,  $HCl$  i  $HBr$ ,  $H_2O$ , polimeryzacji; przewiduje produkty reakcji przyłączenia cząsteczek niesymetrycznych do niesymetrycznych alkenów na podstawie reguły Markownikowa (produkty główne i uboczne); opisuje zachowanie alkenów wobec wodnego roztworu manganianu(VII) potasu; pisze odpowiednie równania reakcji;
- 5) planuje ciąg przemian pozwalających otrzymać np. alken z alkanu (z udziałem fluorowcopochodnych węglowodorów); pisze odpowiednie równania reakcji;
- 6) opisuje właściwości chemiczne alkinów na przykładzie reakcji: spalania, addycji:  $H_2$ ,  $Cl_2$  i  $Br_2$ ,  $HCl$ , i  $HBr$ ,  $H_2O$ , trimeryzacji etynu; pisze odpowiednie równania reakcji;
- 7) ustala wzór monomeru, z którego został otrzymany polimer o podanej strukturze; rysuje wzór polimeru powstającego z monomeru o podanym wzorze lub nazwie; pisze odpowiednie równania reakcji;
- 8) klasyfikuje tworzywa sztuczne w zależności od ich właściwości (termoplasty i duroplasty); wskazuje na zagrożenia związane z gazami powstającymi w wyniku spalania się np. PVC;
- 9) opisuje budowę cząsteczki benzenu z uwzględnieniem delokalizacji elektronów; wyjaśnia, dlaczego benzen, w przeciwieństwie do alkenów i alkinów, nie odbarwia wody bromowej ani wodnego roztworu manganianu(VII) potasu;
- 10) planuje ciąg przemian pozwalających otrzymać np. benzen z węgla i dowolnych odczynników nieorganicznych; pisze odpowiednie równania reakcji;
- 11) opisuje właściwości chemiczne węglowodorów aromatycznych na przykładzie reakcji: spalania, z  $Cl_2$  lub  $Br_2$  wobec katalizatora albo w obecności światła, nitrowania, katalitycznego uwodornienia; pisze odpowiednie równania reakcji dla benzenu i metylobenzenu (toluenu) oraz ich pochodnych, uwzględniając wpływ kierujący podstawników (np. atom chlorowca, grupa alkilowa, grupa nitrowa, grupa hydroksylowa, grupa karboksylowa);
- 12) projektuje doświadczenia pozwalające na wskazanie różnic we właściwościach chemicznych węglowodorów nasyconych, nienasyconych i aromatycznych; na podstawie wyników przeprowadzonych doświadczeń wnioskuje o rodzaju węglowodoru; pisze odpowiednie równania reakcji;
- 13) opisuje przebieg destylacji ropy naftowej i pirolizy węgla kamiennego; wymienia nazwy produktów tych procesów i ich zastosowania;
- 14) 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.

#### XIV. Hydroksylowe pochodne węglowodorów – alkohole i fenole. Uczeń:

- 1) porównuje budowę cząsteczek alkoholi i fenoli; wskazuje wzory alkoholi pierwszo-, drugo-, i trzeciorzędowych;

- 2) na podstawie wzoru strukturalnego, półstrukturalnego (grupowego) lub uproszczonego podaje nazwy systematyczne alkoholi i fenoli; na podstawie nazwy systematycznej lub zwyczajowej rysuje ich wzory strukturalne, półstrukturalne (grupowe) lub uproszczone;
- 3) opisuje właściwości chemiczne alkoholi na przykładzie reakcji: spalania, z HCl i HBr, zachowania wobec sodu, utlenienia do związków karbonylowych, eliminacji wody, reakcji z nieorganicznymi kwasami tlenowymi i kwasami karboksylowymi; pisze odpowiednie równania reakcji;
- 4) porównuje właściwości fizyczne i chemiczne alkoholi mono- i polihydroksylowych (etanolu (alkoholu etylowego), etano-1,2-diolu (glikolu etylenowego), propano-1,2-diolu (glikolu propylenowego) i propano-1,2,3--triolu (glicerolu)); projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego przebieg pozwoli odróżnić alkohol monohydroksylowy od alkoholu polihydroksylowego; na podstawie obserwacji wyników doświadczenia klasyfikuje alkohol do mono- lub polihydroksylowych;
- 5) opisuje zachowanie: alkoholi pierwszo-, drugo- i trzeciorzędowych wobec utleniaczy (np. CuO lub  $K_2Cr_2O_7/H_2SO_4$ ); projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego przebieg pozwoli odróżnić alkohol trzeciorzędowy od alkoholu pierwszo- i drugorzędowego; pisze odpowiednie równania reakcji;
- 6) pisze równanie reakcji manganianu(VII) potasu (w środowisku kwasowym) z alkoholem (np. z etanolem, etano-1,2-diolem);
- 7) opisuje właściwości chemiczne fenoli na podstawie reakcji z: sodem, wodorotlenkiem sodu, bromem, kwasem azotowym(V); pisze odpowiednie równania reakcji dla benzenolu (fenolu, hydroksybenzenu) i jego pochodnych; projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego przebieg pozwoli odróżnić alkohol od fenolu; na podstawie wyników doświadczenia klasyfikuje substancję do alkoholi lub fenoli;
- 8) na podstawie obserwacji doświadczeń formułuje wniosek dotyczący kwasowego charakteru fenolu; projektuje i przeprowadza doświadczenie, które umożliwi porównanie mocy kwasów, np. fenolu i kwasu węglowego; pisze odpowiednie równania reakcji;
- 9) planuje ciągi przemian pozwalających otrzymać alkohol lub fenol z odpowiedniego węglowodoru; pisze odpowiednie równania reakcji;
- 10) porównuje metody otrzymywania, właściwości i zastosowania alkoholi i fenoli.

XV. Związki karbonylowe – aldehydy i ketony. Uczeń:

- 1) opisuje podobieństwa i różnice w budowie cząsteczek aldehydów i ketonów (obecność grupy karbonylowej; aldehydowej lub ketonowej);
- 2) na podstawie wzoru strukturalnego lub półstrukturalnego (grupowego) podaje nazwy systematyczne aldehydów i ketonów; na podstawie nazwy systematycznej rysuje wzory strukturalne lub półstrukturalne (grupowe);

- 3) projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego przebieg pozwoli odróżnić aldehyd od ketonu; na podstawie wyników doświadczenia klasyfikuje substancję do aldehydów lub ketonów; pisze odpowiednie równania reakcji aldehydu z odczynnikiem Tollensa i odczynnikiem Trommera;
- 4) porównuje metody otrzymywania, właściwości i zastosowania aldehydów i ketonów.

XVI. Kwasy karboksylowe. Uczeń:

- 1) wskazuje grupę karboksylową i resztę kwasową we wzorach kwasów karboksylowych (alifatycznych i aromatycznych); na podstawie wzoru strukturalnego lub półstrukturalnego (grupowego) podaje nazwy systematyczne (lub zwyczajowe) kwasów karboksylowych; na podstawie nazwy systematycznej (lub zwyczajowej) rysuje wzory strukturalne lub półstrukturalne (grupowe);
- 2) pisze równania reakcji otrzymywania kwasów karboksylowych (np. z alkoholi lub z aldehydów);
- 3) pisze równania dysocjacji elektrolitycznej rozpuszczalnych w wodzie kwasów karboksylowych i nazywa powstające w tych reakcjach jony;
- 4) opisuje właściwości chemiczne kwasów karboksylowych na podstawie reakcji tworzenia: soli, estrów, amidów; pisze odpowiednie równania reakcji; projektuje i przeprowadza doświadczenia pozwalające otrzymywać sole kwasów karboksylowych (w reakcjach kwasów z: metalami, tlenkami metali, wodorotlenkami metali i solami kwasów o mniejszej mocy);
- 5) uzasadnia przyczynę redukujących właściwościach kwasu metanowego (mrówkowego); projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego wynik wykaże właściwości redukujące kwasu metanowego (mrówkowego) (reakcja  $\text{HCOOH}$  z  $\text{MnO}_4^-$ ); pisze odpowiednie równania reakcji;
- 6) opisuje czynniki wpływające na moc kwasów karboksylowych (długość łańcucha węglowego, obecność polarnych podstawników);
- 7) projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego wynik dowiedzie, że dany kwas organiczny jest kwasem słabszym np. od kwasu siarkowego(VI) i mocniejszym np. od kwasu węglowego; na podstawie wyników doświadczenia porównuje moc kwasów;
- 8) projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego wynik wykaże podobieństwo we właściwościach chemicznych kwasów nieorganicznych i kwasów karboksylowych;
- 9) wyjaśnia przyczynę zasadowego odczynu wodnych roztworów niektórych soli, np. octanu sodu i mydła; pisze odpowiednie równania reakcji;
- 10) wymienia zastosowania kwasów karboksylowych;
- 11) opisuje budowę hydroksykwasów; wyjaśnia możliwość tworzenia estrów międzycząsteczkowych (laktydy, poliestry) i wewnątrzcząsteczkowych (laktony) przez niektóre hydroksykwasy; pisze odpowiednie równania reakcji;

opisuje występowanie i zastosowania hydrokso kwasów (np. kwasu mlekowego i salicylowego).

XVII. Estry i tłuszcze. Uczeń:

- 1) opisuje strukturę cząsteczek estrów i wiązania estrowego;
- 2) tworzy nazwy (systematyczne lub zwyczajowe) estrów kwasów karboksylowych i tlenowych kwasów nieorganicznych; rysuje wzory strukturalne i półstrukturalne (grupowe) estrów na podstawie ich nazwy;
- 3) projektuje i przeprowadza reakcje estryfikacji; pisze równania reakcji alkoholi z kwasami nieorganicznymi i karboksylowymi; wskazuje na funkcję stężonego  $H_2SO_4$ ;
- 4) wskazuje wpływ różnych czynników na położenie stanu równowagi reakcji estryfikacji lub hydrolizy estru;
- 5) wyjaśnia i porównuje przebieg hydrolizy estrów (np. octanu etylu) w środowisku kwasowym (reakcja z wodą w obecności kwasu siarkowego(VI)) oraz w środowisku zasadowym (reakcja z wodorotlenkiem sodu); pisze odpowiednie równania reakcji;
- 6) opisuje budowę tłuszczów stałych i ciekłych (jako estrów glicerolu i długołańcuchowych kwasów tłuszczowych) oraz ich właściwości fizyczne i zastosowania;
- 7) projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego wynik dowiedzie, że w skład oleju jadalnego wchodzi związek o charakterze nienasyconym;
- 8) opisuje proces utwardzania tłuszczów ciekłych; pisze odpowiednie równanie reakcji;
- 9) opisuje proces zmydlenia tłuszczów; pisze odpowiednie równania reakcji;
- 10) wyjaśnia, w jaki sposób z glicerydów otrzymuje się kwasy tłuszczowe lub mydła; pisze odpowiednie równania reakcji;
- 11) wyjaśnia, na czym polega proces usuwania brudu; bada wpływ twardości wody na powstawanie związków trudno rozpuszczalnych; zaznacza fragmenty hydrofobowe i hydrofilowe we wzorach cząsteczek substancji powierzchniowo czynnych;
- 12) wymienia zastosowania estrów;
- 13) planuje ciągi przemian chemicznych wiążące ze sobą właściwości poznanych węglowodorów i ich pochodnych; pisze odpowiednie równania reakcji.

XVIII. Związki organiczne zawierające azot. Uczeń:

- 1) opisuje budowę amin; wskazuje wzory amin pierwszo-, drugo- i trzeciorzędowych;
- 2) porównuje budowę amoniaku i amin; rysuje wzory elektronowe cząsteczek amoniaku i aminy (np. metyloaminy);
- 3) wskazuje podobieństwa i różnice w budowie amin alifatycznych (np. metyloaminy) i amin aromatycznych (np. fenyloaminy (aniliny));

- 4) porównuje i wyjaśnia przyczynę zasadowych właściwości amoniaku i amin; pisze odpowiednie równania reakcji;
- 5) pisze równania reakcji otrzymywania amin alifatycznych (np. w procesie alkiłowania amoniaku) i amin aromatycznych (np. otrzymywanie aniliny w wyniku reakcji redukcji nitrobenzenu);
- 6) opisuje właściwości chemiczne amin na podstawie reakcji: z wodą, z kwasami nieorganicznymi (np. z kwasem solnym) i z kwasami karboksylowymi; pisze odpowiednie równania reakcji;
- 7) pisze równanie reakcji fenyloaminy (aniliny) z wodą bromową;
- 8) pisze równania reakcji hydrolizy amidów (np. acetamidu) w środowisku kwasowym i zasadowym;
- 9) analizuje budowę cząsteczki mocznika (m.in. brak fragmentu węglowodorowego) i wynikające z niej właściwości, wskazuje na jego zastosowania (nawóz sztuczny, produkcja leków, tworzyw sztucznych);
- 10) pisze równanie reakcji kondensacji dwóch cząsteczek mocznika; wykazuje, że produktem kondensacji mocznika jest związek zawierający w cząsteczce wiązanie amidowe (peptydowe);
- 11) pisze wzór ogólny  $\alpha$ -aminokwasów w postaci  $RCH(NH_2)COOH$ ; wyjaśnia, co oznacza, że aminokwasy białkowe są  $\alpha$ -aminokwasami i należą do szeregu konfiguracyjnego L;
- 12) projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego wynik potwierdzi amfoteryczny charakter aminokwasów; opisuje właściwości kwasowo-zasadowe aminokwasów oraz mechanizm powstawania jonów obojnych;
- 13) pisze równania reakcji kondensacji cząsteczek aminokwasów (o podanych wzorach) prowadzących do powstania di- i tripeptydów i wskazuje wiązania peptydowe w otrzymanym produkcie;
- 14) tworzy wzory dipeptydów i tripeptydów, powstających z podanych aminokwasów; rozpoznaje reszty aminokwasów białkowych w cząsteczkach peptydów;
- 15) opisuje przebieg hydrolizy peptydów, rysuje wzory półstrukturalne (grupowe) aminokwasów powstających w procesie hydrolizy peptydu o danej strukturze;
- 16) projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego wynik dowiedzie obecności wiązań peptydowych w analizowanym związku (reakcja biuretowa).

#### XIX. Białka. Uczeń:

- 1) opisuje budowę białek (jako polimerów kondensacyjnych aminokwasów);
- 2) opisuje strukturę drugorzędową białek ( $\alpha$ - i  $\beta$ -) oraz wykazuje znaczenie wiązań wodorowych dla ich stabilizacji; tłumaczy znaczenie trzeciorzędowej struktury białek i wyjaśnia stabilizację tej struktury przez grupy R-, zawarte w resztach aminokwasów (wiązania jonowe, mostki disiarczkowe, wiązania wodorowe i oddziaływania van der Waalsa);

- 3) wyjaśnia przyczynę denaturacji białek wywołanej oddziaływaniem na nie soli metali ciężkich i wysokiej temperatury; wymienia czynniki wywołujące wysalanie białek i wyjaśnia ten proces;
- 4) projektuje i przeprowadza doświadczenie pozwalające na identyfikację białek (reakcja biuretowa i reakcja ksantoproteinowa).

XX. Cukry. Uczeń:

- 1) dokonuje podziału cukrów na proste i złożone, klasyfikuje cukry proste ze względu na grupę funkcyjną i liczbę atomów węgla w cząsteczce; wyjaśnia, co oznacza, że naturalne monosacharydy należą do szeregu konfiguracyjnego D;
- 2) wskazuje na pochodzenie cukrów prostych zawartych np. w owocach (fotosynteza);
- 3) zapisuje wzory łańcuchowe w projekcji Fischera glukozy i fruktozy; wykazuje, że cukry proste należą do polihydroksyaldehydów lub polihydroksyketonów; rysuje wzory taflowe (Hawortha) anomerów  $\alpha$  i  $\beta$  glukozy i fruktozy; na podstawie wzoru łańcuchowego monosacharydu rysuje jego wzory taflowe; na podstawie wzoru taflowego rysuje wzór w projekcji Fischera; rozpoznaje reszty glukozy i fruktozy w disacharydach i polisacharydach o podanych wzorach;
- 4) projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego wynik potwierdzi właściwości redukujące np. glukozy; projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego wynik potwierdzi obecność grup hydroksylowych w cząsteczce monosacharydu, np. glukozy;
- 5) opisuje właściwości glukozy i fruktozy; wskazuje na ich podobieństwa i różnice; projektuje i przeprowadza doświadczenie pozwalające na odróżnienie tych cukrów;
- 6) wskazuje wiązanie O-glikozydowe w cząsteczkach cukrów o podanych wzorach (np. sacharozy, maltozy, celobiozy, celulozy, amylozy, amylopektyny);
- 7) wyjaśnia, dlaczego maltoza ma właściwości redukujące, a sacharoza nie wykazuje właściwości redukujących;
- 8) projektuje i przeprowadza doświadczenie pozwalające przekształcić cukry złożone (np. sacharozę) w cukry proste;
- 9) porównuje budowę cząsteczek i właściwości skrobi i celulozy;
- 10) pisze uproszczone równanie hydrolizy polisacharydów (skrobi i celulozy);
- 11) planuje ciąg przemian pozwalających przekształcić cukry w inne związki organiczne (np. glukozę w alkohol etylowy, a następnie w octan etylu); pisze odpowiednie równania reakcji.

XXI. Chemia wokół nas. Uczeń:

- 1) klasyfikuje włókna na: celulozowe, białkowe, sztuczne i syntetyczne; wskazuje ich zastosowania; opisuje wady i zalety; uzasadnia potrzebę stosowania tych włókien;

- 2) projektuje i przeprowadza doświadczenie pozwalające zidentyfikować włókna celulozowe, białkowe, sztuczne i syntetyczne.
- 3) opisuje tworzenie się emulsji, ich zastosowania; analizuje skład kosmetyków (np. na podstawie etykiety kremu, balsamu, pasty do zębów itd.) i wyszukuje w dostępnych źródłach informacje na temat ich działania;
- 4) wyjaśnia, na czym mogą polegać i od czego zależeć lecznicze i toksyczne właściwości substancji chemicznych (dawka, rozpuszczalność w wodzie, sposób przenikania do organizmu), np. aspiryny, nikotyny, etanolu (alkoholu etylowego);
- 5) wyszukuje informacje na temat działania składników popularnych leków (np. węgla aktywowanego, aspiryny, środków neutralizujących nadmiar kwasu w żołądku);
- 6) wyszukuje informacje na temat składników zawartych w kawie, herbacie, mleku, wodzie mineralnej, napojach typu cola w aspekcie ich działania na organizm ludzki;
- 7) opisuje procesy fermentacyjne zachodzące podczas wyrabiania ciasta i pieczenia chleba, produkcji wina, otrzymywania kwaśnego mleka, jogurtów, serów; pisze równania reakcji fermentacji alkoholowej, octowej i mlekowej;
- 8) wyjaśnia przyczyny psucia się żywności i proponuje sposoby zapobiegania temu procesowi; przedstawia znaczenie i konsekwencje stosowania dodatków do żywności, w tym konserwantów;
- 9) wskazuje na charakter chemiczny składników środków do mycia szkła, przetykania rur, czyszczenia metali i biżuterii w aspekcie zastosowań tych produktów; wyjaśnia na czym polega proces usuwania zanieczyszczeń za pomocą tych środków oraz opisuje zasady bezpiecznego ich stosowania;
- 10) podaje przykłady opakowań (celulozowych, szklanych, metalowych, z tworzyw sztucznych) stosowanych w życiu codziennym; opisuje ich wady i zalety;
- 11) proponuje sposoby zagospodarowania odpadów; opisuje powszechnie stosowane metody utylizacji.

## XXII. Elementy ochrony środowiska. Uczeń:

- 1) tłumaczy, na czym polegają sorpcyjne właściwości gleby w uprawie roślin i ochronie środowiska; opisuje wpływ pH gleby na wzrost wybranych roślin; planuje i przeprowadza badanie kwasowości gleby oraz badanie właściwości sorpcyjnych gleby;
- 2) wymienia podstawowe rodzaje zanieczyszczeń powietrza, wody i gleby (np. metale ciężkie, węglowodory, produkty spalania paliw, freony, pyły, azotany(V), fosforany(V) (ortofosforany(V)), ich źródła oraz wpływ na stan środowiska naturalnego; wymienia działania (indywidualne/kompleksowe), jakie powinny być wprowadzane w celu ograniczania tych zjawisk; opisuje rodzaje smogu oraz mechanizmy jego powstawania;

- 3) proponuje sposoby ochrony środowiska naturalnego przed zanieczyszczeniem i degradacją zgodnie z zasadami zrównoważonego rozwoju;
- 4) wskazuje potrzebę rozwoju gałęzi przemysłu chemicznego (leki, źródła energii, materiały); wskazuje problemy i zagrożenia wynikające z niewłaściwego planowania i prowadzenia procesów chemicznych; uzasadnia konieczność projektowania i wdrażania procesów chemicznych umożliwiających ograniczenie lub wyeliminowanie używania albo wytwarzania niebezpiecznych substancji; wyjaśnia zasady tzw. zielonej chemii;
- 5) wskazuje powszechność stosowania środków ochrony roślin oraz zagrożenia dla zdrowia ludzi i środowiska wynikające z nierozważnego ich użycia.

## Warunki i sposób realizacji

Podstawa programowa chemii ma układ spiralny, a zagadnienia wprowadzone w szkole podstawowej są na tym etapie rozwijane i uzupełniane o nowe treści. Podczas realizacji podstawy programowej duży nacisk powinno się kłaść na kształtowanie umiejętności rozumowania, dostrzegania zależności przyczynowo-skutkowych, wnioskowania, analizy i syntezy informacji, czyli umiejętności i wiadomości niezbędnych do kontynuowania kształcenia na kierunkach przyrodniczych wyższych uczelni.

Istotną funkcję w nauczaniu chemii jako przedmiotu przyrodniczego pełni eksperyment chemiczny. Umożliwia on rozwijanie aktywności uczniów i kształtowanie samodzielności w działaniu. Dzięki samodzielnemu wykonywaniu doświadczeń lub ich aktywnej obserwacji, uczniowie poznają metody badawcze oraz sposoby opisu i prezentacji wyników.

Aby edukacja w zakresie chemii była możliwie najbardziej skuteczna, należy zajęcia prowadzić w niezbyt licznych grupach (podział na grupy) w salach wyposażonych w niezbędne sprzęty i odczynniki chemiczne. Nauczyciele mogą w doświadczeniach wykorzystywać substancje znane uczniom z życia codziennego (np. naturalne wskaźniki kwasowo-zasadowe, ocet, mąkę, cukier), pokazując w ten sposób obecność chemii w ich otoczeniu.

Dobór wiadomości i umiejętności wskazuje na konieczność łączenia wiedzy teoretycznej z doświadczalną. Treści nauczania opracowano tak, aby uczniowie mogli sami obserwować i badać właściwości substancji i zjawiska oraz projektować i przeprowadzać doświadczenia chemiczne, interpretować ich wyniki i formułować uogólnienia. Istotne jest również samodzielne wykorzystywanie i przetwarzanie informacji oraz kształtowanie nawyków ich krytycznej oceny.



Zakres treści nauczania stwarza wiele możliwości pracy metodą projektu edukacyjnego (szczególnie o charakterze badawczym), metodą eksperymentu chemicznego lub innymi metodami pobudzającymi aktywność poznawczą uczniów, co pozwoli im na pozyskiwanie i przetwarzanie informacji na różne sposoby i z różnych źródeł.

Obserwowanie, wyciąganie wniosków, stawianie hipotez i ich weryfikacja pozytywnie wpływają na umiejętność twórczego i krytycznego myślenia u uczniów. Może to pomóc im w kształtowaniu postawy odkrywcy i badacza, który będzie umiał weryfikować poprawność nowych informacji.

W pozyskiwaniu niezbędnych informacji, wykonywaniu obliczeń, interpretowaniu wyników i wreszcie rozwiązywaniu bardziej złożonych problemów metodą projektu edukacyjnego, bardzo pomocnym narzędziem może okazać się komputer z celowo dobranym oprogramowaniem oraz dostępnymi w internecie zasobami cyfrowymi.

Wskazuje się następujący minimalny zestaw doświadczeń do wykonania samodzielnie przez uczniów lub w formie pokazu nauczycielskiego:

- 1) porównanie masy substratów i masy produktów reakcji chemicznej;
- 2) badanie wydajności reakcji chemicznej;
- 3) badanie wybranych właściwości chemicznych (np. zachowania wobec wody) pierwiastków należących do jednej grupy/okresu;
- 4) badanie właściwości fizycznych substancji tworzących kryształy jonowe, kowalencyjne, molekularne i metaliczne;
- 5) badanie wpływu różnych czynników (stężenia, ciśnienia, substratów, temperatury, obecności katalizatora i stopnia rozdrobnienia substratów) na szybkość reakcji;
- 6) badanie efektu energetycznego reakcji chemicznej;
- 7) badanie wpływu temperatury i stężenia reagentów na stan równowagi chemicznej;
- 8) sporządzanie roztworów o określonym stężeniu procentowym i molowym;
- 9) rozdzielanie mieszaniny niejednorodnej i jednorodnej na składniki (np. ekstrakcja i rozdzielanie chromatograficzne barwników roślinnych);
- 10) badanie odczynu oraz pH wodnych roztworów kwasów, zasad i soli;
- 11) miareczkowanie zasady kwasem (kwasu zasadą) w obecności wskaźnika;
- 12) badanie właściwości amfoterycznych tlenków i wodorotlenków;
- 13) badanie charakteru chemicznego wybranych tlenków i wodorotlenków pierwiastków 3. okresu;
- 14) otrzymywanie kwasów, zasad i soli różnymi metodami;
- 15) badanie wpływu odczynu środowiska na przebieg reakcji utleniania-redukcji;
- 16) budowa i pomiar napięcia ogniwa galwanicznego;
- 17) badanie korozji metali;
- 18) otrzymywanie drogą elektrolizy wybranych pierwiastków (np. tlen, wodór, miedź);
- 19) badanie aktywności chemicznej metali;
- 20) badanie właściwości metali (reakcje z tlenem, wodą, kwasami);

- 21) badanie działania kwasów utleniających (roztworów rozcieńczonych i stężonych) na wybrane metale;
- 22) otrzymywanie wodoru (np. w reakcji Zn z HCl(aq));
- 23) badanie aktywności chemicznej fluorowców;
- 24) otrzymywanie tlenu (np. w reakcji rozkładu H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> lub KMnO<sub>4</sub>);
- 25) odróżnianie skał wapiennych od innych skał i minerałów;
- 26) badanie reaktywności węglowodorów nasyconych, nienasyconych i aromatycznych, ze zwróceniem uwagi na różnice w ich właściwościach (np. spalanie, zachowanie wobec chlorowca, wodnego roztworu manganianu(VII) potasu);
- 27) badanie zachowania alkoholi pierwszo-, drugo- i trzeciorzędowych wobec utleniaczy;
- 28) badanie zachowania alkoholi wobec wodorotlenku miedzi(II);
- 29) odróżnianie fenoli od alkoholi (np. w reakcji z NaOH, zachowanie wobec wodnego roztworu FeCl<sub>3</sub>);
- 30) otrzymywanie etanal i badanie jego właściwości;
- 31) reakcja metanal z odczynnikami Tollensa i z wodorotlenkiem miedzi(II);
- 32) odróżnianie aldehydów od ketonów (np. próba Trommera);
- 33) badanie właściwości fizycznych i chemicznych kwasów karboksylowych;
- 34) porównywanie mocy kwasów karboksylowych i nieorganicznych;
- 35) badanie właściwości wyższych kwasów karboksylowych, odróżnianie kwasów nasyconych od nienasyconych;
- 36) otrzymywanie estrów (np. w reakcji alkoholu etylowego z kwasem octowym);
- 37) otrzymywanie mydeł;
- 38) badanie odczynu wodnych roztworów: amin, mocznika, acetamidu;
- 39) badanie właściwości amfoterycznych aminokwasów (np. glicyny);
- 40) badanie obecności wiązań peptydowych w białkach (reakcja biuretowa);
- 41) badanie działania różnych substancji (np. soli metali ciężkich, alkoholu) i wysokiej temperatury na roztwór białka;
- 42) badanie zachowania się białka w reakcji ksantoproteinowej;
- 43) badanie właściwości cukrów prostych (np. glukozy i fruktozy) oraz złożonych (sacharozy, skrobi i celulozy);
- 44) badanie obecności grup funkcyjnych w cząsteczce glukozy;
- 45) badanie hydrolizy cukrów złożonych i wykrywanie produktów reakcji;
- 46) badanie i odróżnianie tworzyw oraz włókien;
- 47) wykrywanie obecności grup funkcyjnych w związkach organicznych (-OH, -CHO, -COOH, -NH<sub>2</sub>, wiązania peptydowego, wiązania wielokrotnego).

---

# Komentarz do podstawy programowej przedmiotu chemia

---

Liceum ogólnokształcące i technikum

Witold Anusiak

## Ogólne założenia podstawy programowej

Od 1 września 2019 roku w szkołach ponadpodstawowych kształcenie chemiczne rozpocznie młodzież, która ukończy 8-letnią szkołę podstawową. Uczniowie liceów i techników – w zależności od wyboru swojej dalszej ścieżki kształcenia – będą uczyli się chemii w zakresie podstawowym albo w zakresie rozszerzonym.

Założenia nowej podstawy programowej z chemii nie są rewolucyjne, ale są ewolucyjne, ponieważ czerpią z dobrych doświadczeń poprzednich podstaw programowych, wychodząc naprzeciw współczesnym potrzebom.

## Założenia na płaszczyźnie celów kształcenia – wymagań ogólnych

Podstawa programowa dla szkół ponadpodstawowych stanowi kontynuację założeń przyjętych dla podstawy programowej szkoły podstawowej. Podczas nauki na II i III etapie edukacyjnym kształcenie wiadomości i umiejętności jest prowadzone w trzech obszarach wymagań ogólnych:

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji.
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów.
- III. Opanowanie czynności praktycznych.

Niewielkie różnice w opisie wymagań ogólnych są ilustracją różnic w zakresie poziomu i oczekiwanych rezultatów kształcenia chemicznego. Na przykład w zakresie rozszerzonym wymaganie ogólne II.5 ma brzmienie: *Uczeń wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych z zastosowaniem metody naukowej, a w zakresie podstawowym, wymaganie II.5 ma brzmienie: Uczeń wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych z zastosowaniem podstaw metody naukowej, podczas gdy w podstawie dla szkoły podstawowej czytamy: wykorzystuje wiedzę do rozwiązywania prostych problemów chemicznych. Podobne zmiany można zauważyć w wymaganiu III.3. W zakresie rozszerzonym: Uczeń stosuje elementy metodologii badawczej (określa problem badawczy, formułuje hipotezy oraz proponuje sposoby ich weryfikacji) a zakresie podstawowym: Uczeń stawia hipotezy oraz proponuje sposoby ich weryfikacji.*

Nowe podstawy programowe dla szkół ponadpodstawowych zostały – w porównaniu do poprzedniej podstawy programowej – zmodyfikowane, uaktualnione i uzupełnione. Zdaniem autorów odpowiadają wyzwaniom dzisiejszych czasów i są zgodne z ramami kwalifikacji zawodowych.

Analiza wymagań ogólnych wskazuje, że podstawa programowa kładzie nacisk na kształtowanie umiejętności ponadprzedmiotowych, w tym rozumowania naukowego, a w szczególności – rozumowania charakterystycznego dla nauk przyrodniczych. Ważne jest rozwijanie umiejętności analizowania i dokonywania syntezy, uogólniania i abstrahowania, dostrzegania zależności między faktami, rozpoznawanie przyczyn obserwowanych zjawisk i skutków działań. Inną ważną umiejętnością jest krytyczna analiza danych pozyskanych z różnych źródeł lub będących wynikiem przeprowadzonych pomiarów lub obliczeń. Istotne jest również rozwijanie umiejętności związanych z rozwiązywaniem problemów badawczych, czyli umiejętność projektowania, przeprowadzania i weryfikacji doświadczeń oraz rejestracji ich wyników. Bardzo istotne jest jednocześnie zwracanie uwagi na aspekty bezpieczeństwa pracy z substancjami chemicznymi i skutki ich niewłaściwego stosowania.

### **Założenia na płaszczyźnie treści nauczania – wymagań szczegółowych**

Podstawa programowa w zakresie podstawowym wprowadza jako zasadniczą zmianę przejście z liniowego układu na rzecz spiralnego układu treści kształcenia. Konsekwencją tej zmiany jest całkowita zmiana treści kształcenia. Uczniowie na poziomie podstawowym będą utrzymywać i poszerzać wiadomości i umiejętności nabyte w szkole podstawowej oraz uzupełniać je o nowe. W nowej podstawie programowej nie pominięto wymagań zawartych w poprzedniej podstawie. Stanowią one ważne uzupełnienie treści nauczania, stanowiąc ilustrację obecności chemii w życiu codziennym i jej znaczenia w rozwoju przemysłu i technologii.

Podstawa programowa w zakresie rozszerzonym pozwala na przygotowanie uczniów do dalszego kształcenia na uczelniach, na których chemia stanowi podstawowy kierunek kształcenia. Uczniowie realizujący naukę w zakresie podstawowym będą wyposażeni w wiedzę umożliwiającą studiowanie na kierunkach, gdzie chemia jest przedmiotem uzupełniającym w ich kształceniu zawodowym.

### **Zakres podstawowy**

Wymagania szczegółowe dla zakresu podstawowego zostały opisane w 22 działach.

W dziale I *Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna* wprowadza się pojęcia mola i liczby Avogadro. Powoduje to rozszerzenie interpretacji zapisu równań reakcji chemicznych oraz wprowadzenie obliczeń stechiometrycznych związanych z wykorzystaniem

pojęcia mola. Umiejętność rozwiązywania problemów obliczeniowych dotyczących stechiometrii procesów chemicznych należy oczywiście utrwać podczas realizacji kolejnych działów.

Dział *Budowa atomu* wprowadza zapis podpowłokowej konfiguracji elektronowej pierwiastków do wapnia włącznie. Pozwala to na lepsze rozumienie zagadnień związanych z elektronową budową atomów i cząsteczek.

Dział *Wiązania chemiczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe* zawiera wymagania dotyczące rodzajów wiązań kowalencyjnych, w tym również donorowo-akceptorowych, z uwzględnieniem wiązań typu  $\sigma$  i  $\pi$ , oraz wiązania metalicznego. Podczas realizacji tego działu należy zwrócić uwagę na rodzaje oddziaływań międzycząsteczkowych oraz wpływ wiązań chemicznych i oddziaływań międzycząsteczkowych na właściwości makroskopowe substancji chemicznych. Do tych wiadomości należy odwoływać się podczas omawiania typowych właściwości kolejnych grup związków nieorganicznych i organicznych.

Podczas realizacji działu *Kinetyka i statyka chemiczna. Energetyka reakcji chemicznych* – wprowadza się pojęcia: szybkość reakcji, efekt energetyczny, entalpia, układ, co pozwala na zrozumienie przez uczniów przebiegu reakcji chemicznych i działania czynników, które na ten przebieg wpływają.

Dział *Roztwory* służy opanowaniu umiejętności praktycznego przygotowywania określonych rodzajów roztworów oraz prowadzenia niezbędnych obliczeń dotyczących stężeń.

Wymagania szczegółowe w dziale *Reakcje w roztworach wodnych* – pozwalają na wyjaśnienie procesów dysocjacji słabych elektrolitów poprzez wprowadzenie pojęcia stopnia dysocjacji. Uczniowie powinni również poznać interpretację ilościową wartości pH. Ilustracją procesów równowagowych zachodzących w roztworach będzie hydroliza soli.

Dział VII *Systematyka związków nieorganicznych* opisuje wymagania związane z budową i właściwościami związków nieorganicznych w szerszym zakresie niż to było w szkole podstawowej. Wprowadzone jest wymaganie dotyczące np.: umiejętności podziału związków nieorganicznych na odpowiednie grupy ze względu na ich właściwości i zilustrowanie tych właściwości odpowiednimi równaniami reakcji. Wymagania szczegółowe obejmują również związki o charakterze amfoterycznym.

Dział VIII *Reakcje utleniania i redukcji* i dział IX *Elektrochemia* to zbiór wymagań, które nie były omawiane w szkole podstawowej i są wprowadzane po raz pierwszy w edukacji chemicznej uczniów. Dlatego mechanizm reakcji utleniania-redukcji powinien być przede wszystkim pokazany na przykładzie reakcji spalania lub innych, które uczniowie już znają, np.: reakcji metali aktywnych z kwasami nieutleniającymi. Opis budowy i pracy ogniwa powinno ułatwić rozumienie działania baterii i akumulatorów, czyli powszechnie

stosowanych chemicznych źródeł prądu, i posłużyć wprowadzeniu do języka chemicznego uczniów określeń, z którymi w przyszłości będą się spotykali. Po wprowadzeniu wyżej wymienionych treści, pojęcie korozji znane uczniom z bardzo ogólnego opisu wprowadzonego w szkole podstawowej stanie się pełniejsze.

Opisane w dziale X *Metale, niemetale i ich związki* wymagania należy traktować jako podsumowanie i utrwalenie treści, które występują w innych miejscach podstawy. Zebrane w tym jednym miejscu wymagania szczegółowe pozwalają nauczycielowi dokonać ewaluacji procesu nauczania, a uczniowi umożliwią sprawdzenie, czy potrafi powiązać nabyte wiadomości i umiejętności z nowymi informacjami.

Wymagania szczegółowe wyszczególnione w dziale XI *Zastosowania wybranych związków nieorganicznych* pozwalają podsumowywać wiadomości z zakresu chemii nieorganicznej. Realizacja opisywanych treści nauczania ma na celu pokazanie praktycznej, użytkowej strony związków nieorganicznych, ich znaczenia w przemyśle, rolnictwie oraz w życiu codziennym. Realizacja tych wymagań na tym etapie, a więc po omówieniu właściwości związków nieorganicznych, sprzyja lepszemu zrozumieniu przez uczniów omawianych zagadnień, co było trudne do uzyskania przy realizacji poprzedniej podstawy programowej w zakresie podstawowym.

Dział XII pod nazwą *Wstęp do chemii organicznej* jest zbiorem wymagań opisujących treści nauczania, które pojawiłyby się przy omawianiu prawie każdej kolejnej grupy związków organicznych. W celu wyeliminowania wszelkich powtórzeń w zapisach podstawy programowej zebrano je w jednym miejscu. Przy realizacji kolejnych działów należy pamiętać o wymaganiach opisanych w tym dziale. Opisane tu umiejętności uczeń powinien opanować w całości na końcu swojej edukacji. Warto skierować uwagę uczniów na wymagania z tego działu przed rozpoczęciem omawiania chemii organicznej. Będą oni wtedy wiedzieli, na jakie zagadnienia muszą zwrócić uwagę podczas zapoznawania się z właściwościami kolejnych grup związków organicznych. Istotne jest, aby omawiając kolejne grupy związków organicznych, zwracać uwagę na wpływ budowy (długość łańcucha, obecność grup funkcyjnych) na właściwości makroskopowe związków.

W dziale XIII *Węglowodory*:

- rozszerzono znajomość wzorów i nazw węglowodorów do C<sub>10</sub>;
- wprowadzone są informacje dotyczące związków aromatycznych, przede wszystkim na przykładzie budowy i właściwości benzenu;
- pojawia się nowe pojęcie: reakcja substytucji;
- przy omawianiu reakcji addycji zwiększa się liczba substancji przyłączanych do cząsteczek nienasyconych oraz omawia się regułę Markownikowa na najprostszych przykładach;

- wiadomości o węglowodorach uzupełniają wymagania dotyczące budowy i właściwości tworzyw sztucznych i polimerów oraz znaczenia procesów przerobu węgla kamiennego i ropy naftowej.

W kolejnych działach omawiających poszczególne grupy związków znajdujemy wymagania szczegółowe znacznie poszerzone w stosunku do działu *Pochodne węglowodorów* podstawy programowej szkoły podstawowej. W przypadku hydroksylowych pochodnych węglowodorów (Dział XIV) wprowadzane są wymagania związane z budową i właściwościami fenolu. Należy przy realizacji treści programowych położyć duży nacisk na umiejętność odróżniania poszczególnych hydroksylopo pochodnych węglowodorów od siebie i porównywania ich właściwości.

W kolejnym dziale *Związki karbonylowe – aldehydy i ketony* opisywane są wymagania nieznaną dotychczas uczniom grupy związków. Właściwości tej grupy powinny być omawiane na podstawie metanal i propanonu. W trakcie omawiania tej grupy związków należy koniecznie zilustrować ich właściwości poprzez doświadczenie. Będzie to miało istotne znaczenie na dalszym etapie edukacji chemicznej przy omawianiu właściwości węglowodanów (cukrów).

W dziale XVI zostały opisane wymagania szczegółowe związane z kwasami karboksylowymi. Informacje na ich temat rozszerzamy na większą grupę związków do C<sub>4</sub> oraz dokonujemy charakterystyki kwasu mlekowego i salicylowego. Przy omawianiu właściwości soli kwasów karboksylowych należy wskazać, że ulegają one hydrolizie w środowisku wodnym w podobny sposób, jak niektóre sole nieorganiczne.

Dział XVII *Estry i tłuszcze* to rozwinięcie wymagań podstawy programowej dla szkoły podstawowej. Nacisk tutaj należy położyć na wyjaśnienie właściwości chemicznych tej grupy związków i praktycznych zastosowań procesów, którym ulegają.

Wymagania opisane w dziale XVIII *Związki organiczne zawierające azot* to w większości zagadnienia nowe dla uczniów. Jedynym punktem wspólnym z podstawą do szkoły podstawowej jest znajomość przez uczniów budowy i niektórych właściwości glicyny. Omawianie budowy aminokwasów daje możliwość wyjaśnienia, dlaczego aminokwasy mają charakter amfoteryczny. Poprzez wprowadzenie zagadnień związanych z kondensacją aminokwasów dział ten stanowi wprowadzenie do kolejnego działu XIX – *Białka*. Wiadomości, z którymi przychodzi uczniowie do szkoły ponadpodstawowej, zgodnie z zapisami podstawy programowej, wymagają tylko ich uzupełnienia i wyjaśnienia przyczyn zjawisk, które są im znane. Uczniom znane są efekty działania wielu substancji na białka i ich roztwory. Teraz na podstawie struktury przestrzennej tych makrocząstek można wyjaśnić, jak i dlaczego zachodzą procesy koagulacji i denaturacji białek.

Ostatnie dwa działy podstawy programowej *Chemia wokół nas* i *Elementy ochrony środowiska* nawiązują do wymagań poprzedniej podstawy zakresu podstawowego. Możliwe zatem będzie wykorzystanie wszystkich pomocy dydaktycznych, którymi do tej pory posługiwali się nauczyciele. Omawiając te zagadnienia, będzie można wejść głębiej w tę tematykę, ponieważ uczniowie będą już dobrze znali stosowane pojęcia i opisywane zjawiska. Daje to możliwość powtórzenia i utrwalenia treści nauczania w nowym kontekście.

### **Zakres rozszerzony**

Podstawa programowa z chemii do zakresu rozszerzonego została opracowana w taki sposób, że łączy ona dotychczas obowiązujące podstawy do zakresu podstawowego i rozszerzonego. Jednocześnie podstawę uzupełniono o treści, z których kiedyś zrezygnowano, uznając je za zbyt abstrakcyjne, a więc bardzo trudne dla uczniów i w konsekwencji odstraszać potencjalnych chętnych do nauki chemii na poziomie rozszerzonym. Rezygnacja z tych treści nie wpłynęła jednak w istotny sposób na liczbę uczniów, którzy wybierali chemię w zakresie rozszerzonym w szkołach ponadgimnazjalnych. Przygotowanie merytoryczne tych uczniów do podjęcia studiów okazywało się w wielu przypadkach niewystarczające. Musieli oni uzupełniać swoje braki edukacyjne na własną rękę, chcąc sprostać wymaganiom uczelni. Autorzy podstawy, mając na uwadze między innymi wymienione powody, skorzystali z okazji, aby dokonać ewaluacji dotychczas obowiązujących podstaw programowych w celu przygotowania nowej podstawy, która spełniałaby oczekiwania szerokiego grona jej odbiorców. Zasadniczą zmianą jest powrót do omawiania zagadnień dotyczących procesów elektrochemicznych oraz uzupełnienie wymagań związanych z kinetyką i statyką chemiczną oraz energetyką procesów chemicznych.

W poniższym komentarzu podane będą również pewne sugestie i wskazówki dotyczące rozumienia zapisów i realizacji niektórych wymagań.

Obszary wymagań ogólnych są powtórzeniem albo rozszerzeniem wymagań, które towarzyszą uczniom od szkoły podstawowej w ich chemicznej edukacji. Zostały one scharakteryzowane na początku niniejszego komentarza.

Wymagania szczegółowe podstawy są opisane w 22 działach. Zakłada się, że wymagania te zostaną opanowane przez uczniów do końca ich edukacji chemicznej. Zapisów podstawy programowej nie należy traktować jako programu nauczania. Jest to zbiór wiadomości i umiejętności, które ma zdobyć uczeń w toku nauki. Zgrupowanie pewnych wymagań w wybranych działach miało na celu uporządkowanie treści lub uniknięcia powtarzających się opisów wymagań.



Wymagania działu I. *Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna* uzupełniono o zapisywanie równań naturalnych przemian promieniotwórczych i reakcji jądrowych. Wymaganie to jest tylko ilustracją problematyki przemian jądrowych, z którą uczniowie zapoznają się na lekcjach fizyki w zakresie podstawowym. Rozszerzeniu ulega również zakres, w jakim mają być prowadzone obliczenia stechiometryczne, również obliczenia parametrów gazów w innych warunkach ciśnienia i temperatury niż warunki normalne.

W dziale *Budowa atomu* znalazło się wyraźne odwołanie do modelu kwantowo-mechanicznego i interpretacji liczb kwantowych. Wymagania te zostały wprowadzone jako uzasadnienie zasad rozmieszczenia elektronów w atomach wieloelektronowych.

Treści nauczania opisane w dziale *Wiązania chemiczne. Oddziaływania międzycząsteczkowe* zostały uszczegółowione w stosunku do analogicznych zapisów poprzedniej podstawy programowej. Na pierwszy plan wysunięta została umiejętność wnioskowania o rodzaju wiązania na podstawie różnicy elektroujemności łączących się pierwiastków i ich konfiguracji elektronowej, jak również na podstawie opisu właściwości substancji. Duży nacisk położono na przewidywanie budowy elektronowej i kształtu drobin i określania, jaki wpływ mają te cechy na właściwości makroskopowe substancji. Zdobyta wiedza powinna ułatwić uczniom zrozumienie, dlaczego np. atomy węgla mogą tworzyć różne odmiany alotropowe o tak odmiennych właściwościach fizycznych. Wymagania dotyczące właściwości odmian alotropowych węgla były co prawda w poprzedniej podstawie programowej, ale brak właściwych podstaw sprawiał, że uczniowie zapamiętywali pewne fakty, brakowało im jednak narzędzi do ich zrozumienia i wyjaśnienia. Wprowadzone tu umiejętności powinny być dalej konsekwentnie utrwalane i pogłębiane podczas omawiania właściwości związków nieorganicznych i organicznych.

W dziale *Kinetyka i statyka chemiczna. Energetyka reakcji chemicznych* uczniowie zapoznają się z przebiegiem reakcji chemicznych w aspekcie kinetycznym i termodynamicznym. Szczegółowe wyjaśnienie pojęć związanych z szybkością reakcji oraz z równowagą procesów chemicznych powinno umożliwić poprawne wnioskowanie dotyczące czynników wpływających na szybkość i wydajność reakcji oraz wykonywanie obliczeń na podstawie równań kinetycznych lub stałej równowagi reakcji.

Zagadnienia te sprawiają uczniom trudności w trakcie nauki, dlatego powinno się wielokrotnie do nich wracać podczas realizacji innych tematów dotyczących procesów równowagowych, np. przemysłowej syntezy amoniaku, reakcji estryfikacji itp. Podczas wprowadzania tych zagadnień pomocne będą nie tylko doświadczenia, ale również technologie informacyjne. Komputerowa i doświadczalna wizualizacja omawianych procesów czyni je bardziej przystępnymi dla ucznia.

Dwa kolejne działy dotyczą roztworów i reakcji przebiegających w roztworach wodnych. Zgromadzone tu wymagania pozwalają utrwalać umiejętności związane z równowagami

na podstawie procesów zachodzących w roztworach. Uczniowie zapoznają się z jakościowym i ilościowym opisem procesów dysocjacji słabych kwasów i słabych zasad oraz strącania osadów.

Dział *Systematyka związków nieorganicznych* grupuje i porządkuje wymagania dotyczące klasyfikacji, nazewnictwa i właściwości związków nieorganicznych. Należy go potraktować jako pewnego rodzaju przegląd dotychczasowej wiedzy uczniów na temat wyżej wymienionych zagadnień, które zostają teraz uzupełnione o nowe pojęcia: amfoteryczności, klasyfikacji wodoroków i wodorotlenków, wpływu elektroujemności atomu centralnego na moc kwasów. Prawie wszystkie treści nauczania mogą i powinny być ilustrowane doświadczeniami zalecanymi w podstawie programowej. Podczas opisywania tych eksperymentów będzie możliwe ugruntowanie i uzupełnienie wiadomości dotyczących nazw i wzorów poznanych związków.

Zakres wymagań działu *Reakcje utleniania i redukcji* został rozwinięty, a niektóre z wymagań zostały doprecyzowane. Nowością są wymagania wskazujące na potrzebę rozumienia i interpretacji wartości potencjałów standardowych półogniw redoks, w tym również dla procesów przebiegających z udziałem związków organicznych. Na podstawie wartości potencjałów standardowych uczniowie powinni określać kierunek reakcji utleniania-redukcji. Obecne w tablicach maturalnych potencjały półogniw metalicznych były wykorzystywane jedynie w sposób jakościowy jako szereg aktywności, teraz pojawia się możliwość szerszego wyjaśniania procesów elektrochemicznych przy ich użyciu. Ostatnie wymaganie uczeń będzie mógł wypełnić dopiero w trakcie poznawania właściwości związków organicznych. Nabyta wcześniej umiejętność obliczania stopni utlenienia w cząsteczkach związków organicznych pozwoli na pełne zrozumienie, dlaczego w chemii organicznej mówimy o procesach utleniania i redukcji i dlaczego na przykład glukoza jest reduktorem, a wodorotlenek miedzi(II) – utleniaczem.

Wymagania, które pojawiają się w dziale *Elektrochemia. Ogniwa i elektroliza*, to treści nieobecne w poprzedniej podstawie. Autorzy nowej podstawy uznali jednak, iż współczesny młody człowiek ze średnim wykształceniem nie może mieć braków wiedzy w tym zakresie, szczególnie że różnego rodzaju baterie i akumulatory są powszechnie spotykane i stosowane w życiu codziennym. Przed przystąpieniem do realizacji tych treści należy przygotować odpowiednie pomoce dydaktyczne. Potrzebne będą różnego typu ogniwa i elektrolizery, komplety różnych metali do wykonania półogniw i elektrody do prowadzenia elektrolizy. Należy pamiętać również o zaopatrzeniu się w mierniki i zasilacz prądu stałego. Treści opisane w wymaganiu IX.10) warto potraktować jako projekt i zlecić do wykonania uczniom.

Dział X *Metale, niemetale i ich związki* gromadzi wymagania, które mają być opanowane przez ucznia do końca jego szkolnej edukacji. Nie należy odczytywać tych zapisów jako spisu treści w programie nauczania, ale jako miejsce, w którym zebrano wymagania

związane z charakterystyką wybranych pierwiastków oraz ich związków. Treści te mogą być wprowadzane jako oddzielny dział podsumowujący i utrwalający właściwości związków nieorganicznych, możliwe jest również włączenie wymagań do innych działów. Podczas omawiania układu okresowego można odwołać się do wymagania X.1), 3), 11) i 12), a w trakcie omawiania reakcji utleniania-redukcji – do wymagania np.: X.5), 7), 9) i 10). Oczywiście treści te należy zawsze łączyć z odpowiednimi doświadczeniami.

Treści nauczania opisane w dziale *Zastosowania wybranych związków nieorganicznych* mogą stanowić podsumowanie wiadomości z zakresu chemii nieorganicznej, ale mogą być również elementem uzupełniającym wiedzę uczniów przy realizacji innych treści. Musimy pamiętać, aby w trakcie całej edukacji chemicznej akcentować praktyczną stronę tej nauki. Autorzy podstawy są przekonani, że opisywane w tym rozdziale treści będą w pełni zrozumiane przez uczniów, co było trudne do uzyskania przy realizacji poprzedniej podstawy programowej w zakresie podstawowym. Trudno było bowiem wyjaśnić działanie wybranych substancji, np. jako nawozów, bez znajomości i zrozumienia ich właściwości. Wymagania omawiane w tym miejscu mogą być doskonałą okazją do stymulowania aktywności uczniów poprzez angażowanie ich w przeprowadzenie lekcji np. z wykorzystaniem dyskusji, metody problemowej, projektów itp.

*Wstęp do chemii organicznej* to dział, który może być „odczytywany” na wiele różnych sposobów. W dotychczasowych podstawach programowych zagadnienia te były rozproszone. Zebranie ich w jednym miejscu może pomóc uczniowi spojrzeć na zakończenie jego edukacji na chemię organiczną z zupełnie innej perspektywy. Chemia organiczna ma swoją wewnętrzną logikę, co umożliwi dostrzeżenie analogii wielu reakcji i przedstawienie podstawowych reguł decydujących o przebiegu procesów. Możliwe jest więc klasyfikowanie poznanych reakcji związków organicznych ze względu na typ i mechanizm procesów, porównywanie właściwości poszczególnych grup związków albo rodzajów izomerii. Takie usystematyzowanie wiadomości jest szczególnie istotne przed maturą i na studiach, gdzie chemia jest przedmiotem wiodącym. Autorzy podstawy, wprowadzając ten dział, mieli również na uwadze to, aby w kolejnych działach nie powtarzać pewnych zapisów, przechodząc do kolejnych grup związków.

Jednym z podstawowych celów chemii organicznej jest synteza organiczna. Podstawowymi procesami syntezy są reakcje chemiczne, czyli tworzenie i rozrywanie wiązań chemicznych w taki sposób, aby z substratu powstał pożądaný produkt. Dlatego też niezbędna jest analiza przyczyn i warunków przebiegu reakcji chemicznych (kinetyka i termodynamika, czynniki wewnętrzne, a więc budowa cząsteczki, oraz zewnętrzne – energia, rozpuszczalniki, katalizatory itp.). Omawiając kolejne grupy związków organicznych, należy uwzględniać te aspekty, które decydują o skuteczności i wydajności syntezy. W tym celu m.in. zostało wprowadzone wymaganie dotyczące wpływu kierującego podstawników pierścienia aromatycznego.

W kolejnych działach XIII–XX wymienione są szczegółowe wymagania dotyczące grup związków organicznych: węglowodorów (alkany, alkeny, alkiny, związki aromatyczne, związki cykliczne), alkoholi i fenoli, aldehydów i ketonów, kwasów karboksylowych i ich pochodnych (estry, amidy), halogenków alkilowych oraz amin, a także związków wielofunkcyjnych (aminokwasy i białka, cukry). Te grupy związków, omawiane kolejno w ujęciu systematycznym, powinny być jednak porównywane pod względem podobieństw i różnic w budowie, a co za tym idzie we właściwościach fizykochemicznych. Podstawa programowa kładzie nacisk na projektowanie i przeprowadzanie doświadczeń pozwalających odróżniać od siebie związki, których cząsteczki zawierają różne grupy funkcyjne. Dotyczy to również porównywania metod ich otrzymywania, właściwości i zastosowań.

Realizacja wymagań z chemii organicznej powinna być również okazją do powtarzania i utrwalania wiadomości i umiejętności dotyczących budowy drobin, wiązań chemicznych, hybrydyzacji oraz kształtu cząsteczek. Na przykład podczas omawiania alkoholi sygnalizujemy obecność wiązań wodorowych i ich wpływ na właściwości makroskopowe tych związków. Realizacja treści dotyczących aldehydów i ketonów daje możliwość powrotu do zagadnień związanych z reakcjami utleniania-redukcji, a w działach dotyczących kwasów karboksylowych i ich pochodnych należy nawiązać do procesów równowagowych.

Treści kształcenia opisane w dwóch działach *Chemia wokół nas* oraz *Elementy ochrony środowiska* mogą być wplecione w treści poprzednich działów albo mogą stanowić podsumowanie edukacji chemicznej uczniów na tym etapie kształcenia. Autorzy podstawy pozostawiają decyzję, co do sposobu realizacji tego materiału, nauczycielom i autorom podręczników.

Realizacja podstawy programowej pozostaje w ścisłym związku z wykonywaniem przez uczniów lub nauczycieli określonego katalogu doświadczeń. Podstawa programowa zarówno w zakresie podstawowym, jak i rozszerzonym kładzie duży nacisk na rozwijanie umiejętności związanych z projektowaniem i przeprowadzaniem doświadczeń chemicznych oraz opracowaniem wyników i wnioskowaniem. Minimalny zestaw zapisany w podstawie programowej do zakresu podstawowego składa się z 36 doświadczeń, do zakresu rozszerzonego – z 47 doświadczeń. Doświadczenia te w większości mogą i powinny być przeprowadzone samodzielnie przez uczniów, a pozostałe – w formie pokazu nauczycielskiego. Wykaz doświadczeń należy traktować jako zbiór otwarty. Zachęcamy do wykonywania innych doświadczeń i eksperymentów, które wzbogacą proces dydaktyczny. Podczas pracy z odczynnikami chemicznymi trzeba zwracać uwagę na zachowanie zasad BHP.

---

## Wskazówki metodyczne

---

Witold Anusiak

### Utrwalanie umiejętności rozumowania naukowego

Chemia jest postrzegana jako przedmiot szkolny sprawiający uczniom wiele trudności. Często przyczyną niepowodzeń w nauce chemii jest nauczanie pamięciowe polegające na gromadzeniu licznych faktów dotyczących cech i właściwości różnych substancji, któremu nie towarzyszy pogłębiona analiza dotycząca zależności przyczynowo-skutkowych łączących poznane fakty oraz zaangażowanie uczniów w proces zdobywania wiedzy poprzez aktywne wykonywanie doświadczeń lub obserwowanie ich przebiegu.

Nauczanie chemii powinno być ukierunkowane na kształtowanie i utrwalanie umiejętności charakterystycznych dla nauk matematyczno-przyrodniczych. Na szczególną uwagę i omówienie zasługują te umiejętności, które na ogół sprawiają uczniom największe trudności, a jednocześnie są niezbędnym elementem skutecznej nauki na kolejnym etapie edukacji. Ważne, aby w procesie kształcenia kłaść nacisk na rozwijanie myślenia naukowego: umiejętności syntezy, analizowania, wnioskowania, abstrahowania, uogólniania. Bardzo ważną funkcję w nauczaniu chemii, jako przedmiotu przyrodniczego, pełni eksperyment chemiczny umożliwiający rozwijanie zdolności poznawczych uczniów, kształtowanie umiejętności odkrywania i badania właściwości i zjawisk oraz analizy przebiegu eksperymentów i uzyskanych wyników. Nie mniej ważna jest umiejętność rozwiązywania problemów obliczeniowych za pomocą narzędzi matematycznych.

W celu zwiększenia skuteczności opanowania tych umiejętności, należy tak organizować proces kształcenia, aby jak najczęściej na lekcjach uczniowie angażowali się w rozwiązywanie problemów metodą badawczą, formułowali precyzyjne i logiczne uzasadnienia i wnioski, dokonywali uogólnień oraz rozwiązywali zadania tekstowe.

### Eksperyment chemiczny

Specyfiką przedmiotów przyrodniczych, w tym chemii, jest oparcie nauczania na pracy eksperymentalnej uczniów. Ważny jest również sposób wykorzystania doświadczeń. Nie powinny one być tylko ilustracją słów nauczyciela, ale stanowić problemy badawcze. W nauczaniu chemii stosuje się takie rodzaje aktywności badawczej jak: obserwacja, ćwiczenia laboratoryjne, pokaz, doświadczenie, eksperyment. Eksperyment można wykorzystać we wszystkich etapach lekcji. Może on pełnić funkcję wprowadzającą: poznawczą lub stwarzającą sytuację problemową będącą punktem wyjścia do dalszego poszukiwania rozwiązań. Eksperyment problemowy może być realizowany jako odkrywający (rozumowanie indukcyjne) lub weryfikujący (rozumowanie dedukcyjne). Jest to wariant optymalny z punktu widzenia efektów nauczania. Realizacja zajęć lekcyjnych

z wykorzystaniem metody problemowej i eksperymentu sprzyja utrwalaniu umiejętności formułowania problemów badawczych oraz hipotez, planowania sposobów weryfikacji, opisu przebiegu procesów, formułowania obserwacji, wniosków i wyjaśnień, rejestracji wyników eksperymentu. Pomocne podczas prowadzenia zajęć będą karty pracy, które umożliwią uporządkowanie wiadomości zdobytych w czasie lekcji. Powinny one zawierać sformułowany problem badawczy i hipotezę, projekt eksperymentu, polecenia dotyczące obserwacji i wniosków – weryfikacji hipotezy oraz ewentualnie krótkie polecenia utrwalające.

### Zadania obliczeniowe

Podczas rozwiązywania problemów obliczeniowych oprócz odwołania się do wiedzy chemicznej uczeń musi wykorzystać również poznane wcześniej pojęcia (np. procent, logarytm) i nabytą sprawność matematyczną. Zadania obliczeniowe postrzegane są jako bardzo trudne, dlatego umiejętności te powinny być kształtowane i utrwalane regularnie podczas całego cyklu nauczania.

Podczas rozwiązywania zadań z treścią nauczyciel powinien nadzorować proces i zwracać uwagę na etapy rozwiązania. Działania, które powinien przeprowadzić uczeń, to:

- analiza problemu prowadząca do zrozumienia zadania:
  - uważne przeczytanie treści zadania i analiza tekstu pod kątem odnalezienia wielkości danych i wielkości szukanej oraz warunków, jakich dotyczy problem.
- zaplanowanie drogi rozwiązania problemu:
  - wskazanie etapów rozwiązania, wskazanie związków między danymi a szukanymi;
  - uzupełnienie brakujących danych na podstawie układu okresowego i tablic chemicznych lub znanych pojęć i praw chemicznych;
  - opracowanie planu rozwiązania i przedstawienie go np. w postaci schematu.
- realizacja planu rozwiązania:
  - zapisanie niezbędnych wzorów i równań chemicznych oraz zależności – za pomocą wzorów fizycznych lub wyrażeń matematycznych;
  - wykonanie wszystkich zaplanowanych operacji;
  - zapis powinien uwzględniać wszystkie działania, tak aby w pełni odzwierciedlał tok rozumowania.
- analiza rozwiązania, w tym rozstrzygnięcie, czy:
  - otrzymany wynik jest realny?
  - obliczona wartość ma sens fizyczny?
  - jednostki obliczonej wielkości są poprawne?

oraz

- weryfikacja i podanie poprawnego rozwiązania.

Brak elementu dyskusji wyniku prowadzi do bezkrytycznego podejścia uczniów do rozwiązania, czego skutkiem są rozwiązania, które nie mają sensu fizykochemicznego (np. masa

produktów większa niż masa substratów, stopień dysocjacji większy od 1, masa jednego atomu równa kilkadziesiąt gramów, a nawet rzędu  $10^{23}$  g). Otrzymanie takiego wyniku liczbowego nie skłania jednak do refleksji nad rozwiązaniem i do jego powtórnej analizy. W wymaganiach ogólnych podstawy programowej znalazł się zapis:

- „I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Uczeń
- 2) ocenia wiarygodność uzyskanych danych, który musi znaleźć odzwierciedlenie w praktyce szkolnej.”

Podczas rozwiązywania zadań obliczeniowych powinno się unikać nieuzasadnionego zaokrąglania danych i wyników pośrednich. Niezbędne jest kształtowanie u uczniów zrozumienia znaczenia dokładności w obliczeniach i pomiarach oraz jej wpływu na rzetelność otrzymanego wyniku.

### **Tworzenie wypowiedzi argumentacyjnych**

W ślad za umiejętnością rozumowania musi iść umiejętność przedstawiania toku tego rozumowania w formie precyzyjnej i poprawnej merytorycznie wypowiedzi. Warunkiem koniecznym do nabycia biegłości w tworzeniu wypowiedzi jest rozumienie pojęć, praw i zależności. Kształtując umiejętność tworzenia jasnej, precyzyjnej poprawnej merytorycznie wypowiedzi, należy zwracać uwagę na utrwalanie nawyków właściwej interpretacji pojęć i wielkości fizycznych, warunków i danych liczbowych zawartych w zadaniu i łączenia ich ze sobą. Przyczyną trudności mogą być nie tylko problemy merytoryczne, ale również ubogie słownictwo i nieumiejętne posługiwanie się językiem polskim. W procesie dydaktycznym należy poświęcić czas na ćwiczenie umiejętności formułowania wypowiedzi. Podczas realizacji tych zadań należy zwrócić uwagę na ćwiczenie umiejętności segregacji i hierarchizacji faktów, doboru właściwych argumentów, formułowania logicznych uzasadnień, zależności przyczynowo-skutkowych, wniosków lub podsumowań. Wypowiedzi te powinny być pełne, poprawne stylistycznie i językowo, a uczniowie muszą stosować poprawną terminologię chemiczną i słownictwo naukowe oraz biegle posługiwać się językiem symboli, wzorów i równań chemicznych. Przy tworzeniu takich wypowiedzi pomocne może być uzupełnienie pytania zasadniczego pytaniami dodatkowymi, które ukierunkują uczniów. Przygotowując takie zadania, należy zwracać uwagę nie tylko na jakość rozwiązania, ale też na precyzję i jednoznaczność samego polecenia.

### **Przykładowe ćwiczenia**

Poniżej przedstawiono propozycje dwóch lekcji, podczas których uczniowie mogą utrwalać umiejętności rozumowania naukowego, obliczeń chemicznych oraz przeprowadzania eksperymentów.

## Szkoła ponadpodstawowa, zakres rozszerzony

Temat: **Co wiemy o kwasach, w których roztwarza się złoto?**

### Cele kształcenia – wymagania ogólne

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Uczeń:
  - 1) pozyskuje i przetwarza informacje z różnorodnych źródeł [...];
  - 2) ocenia wiarygodność uzyskanych danych.
  
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Uczeń:
  - 1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych;
  - 4) wskazuje na związek między właściwościami substancji a ich budową chemiczną;
  - 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych z zastosowaniem metody naukowej;
  - 6) stosuje poprawną terminologię;
  - 7) wykonuje obliczenia [...].
  
- III. Opanowanie czynności praktycznych. Uczeń:
  - 1) bezpiecznie posługuje się sprzętem laboratoryjnym i odczynnikami chemicznymi;
  - 2) projektuje i przeprowadza doświadczenia chemiczne, rejestruje ich wyniki w różnej formie, formułuje obserwacje, wnioski oraz wyjaśnienia;
  - 3) stosuje elementy metodologii badawczej (określa problem badawczy, formułuje hipotezy oraz proponuje sposoby ich weryfikacji);
  - 4) przestrzega zasad bezpieczeństwa i higieny pracy.

### Treści nauczania – wymagania szczegółowe

- V. Roztwory. Uczeń:
  - 2) wykonuje obliczenia [...] z zastosowaniem pojęć: stężenie procentowe lub molowe oraz rozpuszczalność.
  
- VI. Reakcje w roztworach wodnych. Uczeń:
  - 1) pisze równania dysocjacji elektrolitycznej związków nieorganicznych [...];
  - 8) uzasadnia przyczynę kwasowego odczynu wodnych roztworów kwasów [...].
  
- VII. Systematyka związków nieorganicznych. Uczeń:
  - 1) na podstawie wzoru sumarycznego, opisu budowy lub właściwości fizykochemicznych klasyfikuje dany związek chemiczny do: tlenków, wodorków, wodorotlenków, kwasów, soli (w tym wodoro- i hydroksosoli, hydratów);



- 2) na podstawie wzoru sumarycznego związku nieorganicznego pisze jego nazwę [...];
- 7) projektuje [...] doświadczenia pozwalające otrzymać różnymi metodami: [...] kwasy [...]; pisze odpowiednie równania reakcji;
- 9) opisuje typowe właściwości chemiczne kwasów, w tym zachowanie wobec metali, tlenków metali, wodorotlenków i soli kwasów o mniejszej mocy; projektuje i przeprowadza odpowiednie doświadczenia; pisze odpowiednie równania reakcji;
- 10) klasyfikuje poznane kwasy ze względu na ich skład (kwasy tlenowe i beztlenowe), moc i właściwości utleniające.

X. Metale, niemetale i ich związki. Uczeń:

- 3) [...] wyjaśnia, na czym polega pasywacja glinu [...];
- 4) pisze równania reakcji ilustrujące typowe właściwości chemiczne metali wobec: [...], kwasów nieutleniających (dla Na, K, Ca, Mg, Al, Zn, Fe, Mn, Cr), przewiduje i opisuje słownie przebieg reakcji rozcieńczonych i stężonych roztworów kwasów: azotowego(V) i [...] z Al, [...], Cu, Ag.

#### **Metody i formy pracy:**

- eksperyment chemiczny;
- praca w grupach (uczniowie przed rozpoczęciem lekcji są podzieleni na grupy);
- praca indywidualna.

#### **Materiały i środki dydaktyczne:**

- podręcznik, instrukcje do ćwiczeń i inne dostępne źródła informacji;
- karta pracy;
- niezbędne odczynniki konieczne do przeprowadzenia eksperymentów opisanych w karcie pracy;
- szkło i sprzęt laboratoryjny niezbędny do przeprowadzenia eksperymentów opisanych w karcie pracy.

Należy stosować rękawice ochronne/odzież ochronną/ochronę oczu/ochronę twarzy.

#### **Przebieg zajęć**

Nauczyciel rozpoczyna lekcję od zaprezentowania równania reakcji (nawiązanie do tematu lekcji):



Następnie wyjaśnia, co to jest woda królewska i jakie ma zastosowanie – zwraca uwagę na kwasy, które tworzą wodę królewską.

Dalej nauczyciel rozdaje kartę pracy i prosi uczniów o indywidualne zestawienie najważniejszych informacji o dwóch kwasach: solnym i azotowym(V) – wypełnienie tabeli (strona 1. karty pracy). Nauczyciel ukierunkowuje uczniów – prosi o podanie podobieństw i różnic dotyczących właściwości kwasów; wskazuje, na co uczniowie mają zwrócić szczególną uwagę. Uczniowie pracują indywidualnie – uzupełniają tabelę.

Po pewnym czasie nauczyciel prosi o zakończenie pracy (uzupełniania tabeli) i zapoznanie się z Problemem 1. (strona 2. karty pracy). Uczniowie pracują indywidualnie – analizują rozwiązania trzech uczniów i rozwiązują zadanie 1. i zadanie 2. Następnie w ustalonych wcześniej grupach omawiają swoje rozwiązania i ustalają wspólne dla danej grupy stanowisko.

Nauczyciel prosi przedstawiciela jednej z grup o zreferowanie rozwiązania Problemu 1. (tutaj powinien być przewidziany czas na dyskusję, wyjaśnienie wątpliwości i nawiązanie do stężenia kwasu azotowego(V)).

Uczniowie proszeni są o zapoznanie się z Problemem 2. Indywidualnie analizują opis doświadczenia i fotografię z jego przebiegu. Zastanawiają się, czy potrafią odpowiedzieć na postawione pytania. Następnie nauczyciel rozdaje instrukcje wykonania tego doświadczenia i prosi uczniów o zapoznanie się z nią. Uczniowie w grupach pod nadzorem nauczyciela projektują i przeprowadzają doświadczenie, porównując jego przebieg ze zmianami uwidocznionymi na fotografii. Po dłuższym czasie nauczyciel prosi kolejny raz o porównanie przebiegu doświadczenia (fotografia – przeprowadzone doświadczenie). Tworzenie sytuacji problemowej polega na zwróceniu uwagi na różnicę w przebiegu eksperymentu, do którego użyto różnych kwasów. Następnie w ustalonych wcześniej grupach uczniowie ustalają wspólne dla danej grupy stanowisko. Nauczyciel prosi przedstawiciela jednej z grup o zreferowanie rozwiązania Problemu 2. (tutaj powinien być przewidziany czas na dyskusję, wyjaśnienie wątpliwości, zapisanie równania przemiany).

Uczniowie proszeni są o zapoznanie się z Problemem 3. Indywidualnie analizują opis doświadczenia i fotografie z jego przebiegu. Tworzenie sytuacji problemowej polega na zadaniu pytania uczniom – pytanie to dotyczy możliwości przebiegu opisanego doświadczenia z udziałem kwasu solnego. Następnie uczniowie (indywidualnie) w dostępnych źródłach szukają odpowiedzi na postawiony problem i próbują odpowiedzieć na wszystkie postawione pytania. Po chwili w grupach wypracowują wspólne odpowiedzi. Nauczyciel prosi przedstawiciela jednej z grup o zreferowanie rozwiązania Problemu 3. (tutaj powinien być przewidziany czas na dyskusję, wyjaśnienie wątpliwości, zapisanie równań przemian, odniesienie się do bezpiecznego przeprowadzenia doświadczenia – praca ze stężonym kwasem, powstanie toksycznych związków, odniesienie się do barwy zawartości próbek).

**Karta pracy ucznia**

Kwas solny	Kwas azotowy(V)

**Problem 1.**

W  $1,00 \text{ dm}^3$  wody rozpuszczono w warunkach normalnych  $134,40 \text{ dm}^3$  chlorowodoru. Następnie poproszono trzech uczniów o obliczenie stężenia procentowego otrzymanego kwasu solnego w procentach masowych (przy założeniu, że gęstość wody jest równa  $1,00 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ ) i podanie wyniku końcowego zaokrąglonego do drugiego miejsca po przecinku. Rozwiązania uczniów zestawiono w poniższej tabeli.

Uczeń	Rozwiązanie
I	$M_{\text{HCl}} = 36,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , $d_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , $V = 134,4 \text{ dm}^3$ $22,4 \text{ dm}^3 - 36,5 \text{ g}$ $134,4 \text{ dm}^3 - y \Rightarrow y = 219 \text{ g} \Rightarrow c_p = \frac{219 \text{ g}}{219 \text{ g} + 1 \text{ g}} \cdot 100\% = 99,55\%$
II	$M_{\text{HCl}} = 36,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ $36,5 \text{ g} - 22,4 \text{ dm}^3$ $x - 134,40 \text{ dm}^3 \Rightarrow x = 219 \text{ g} \Rightarrow c_p = \frac{219 \text{ g}}{219 \text{ g} + 1000 \text{ g}} \cdot 100\% = 17,97\%$
III	$M_{\text{HCl}} = 36,5 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ , $d_{\text{H}_2\text{O}} = 1 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , $V = 134,4 \text{ dm}^3$ $22,4 \text{ dm}^3 - 36,5 \text{ g}$ $134,4 \text{ dm}^3 - z \Rightarrow z = 219 \text{ g} \Rightarrow c_p = \frac{219 \text{ g}}{1000 \text{ g}} \cdot 100\% = 21,90\%$

**Zadanie 1.**

Podaj numer rozwiązania (I, II albo III), w którym uczeń nie popełnił błędu.

.....

**Zadanie 2.**

Rozpuszczalność chlorowodoru w wodzie w warunkach opisanych w informacji do zadania 1. i 2. jest równa 82,3 g na 100 g H<sub>2</sub>O.

Na podstawie: Mizerski W., (2003), *Tablice chemiczne*, Warszawa.

**Przeanalizuj przedstawione rozwiązania (I, II albo III) i wybierz numer tego, które prowadzi do wyniku – wartości stężenia – niemożliwego do otrzymania. Podaj numer tego rozwiązania. Uzasadnij swój wybór.**

Numer rozwiązania:.....

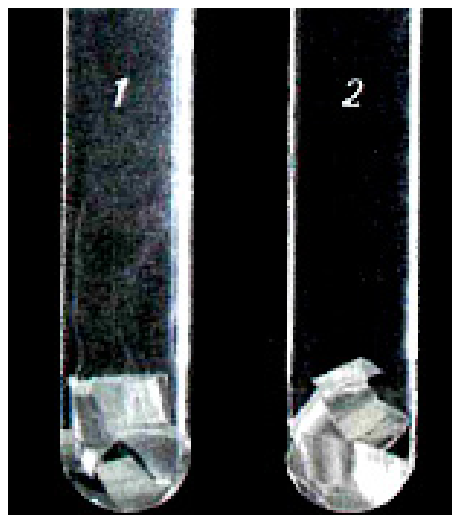
Uzasadnienie:.....

.....

.....

**Problem 2.**

W dwóch probówkach 1. i 2. umieszczono oczyszczone wiórki glinu o takiej samej masie. Następnie do każdej probówki dodano jednakową objętość kwasu – do probówki 1. dodano stężony kwas solny, a do probówki 2. stężony wodny roztwór kwasu azotowego(V). Przebieg doświadczenia (chwilę po zmieszaniu reagentów) przedstawiono na poniższej fotografii.



**Zadanie 1.**

Napisz, co zaobserwowano w probówce 1. oraz w probówce 2. podczas opisanego doświadczenia.

Probówka 1.: .....

.....

Probówka 2.: .....

.....

**Zadanie 2.**

Wyjaśnij, dlaczego przebieg doświadczenia był różny w obu probówkach.

.....

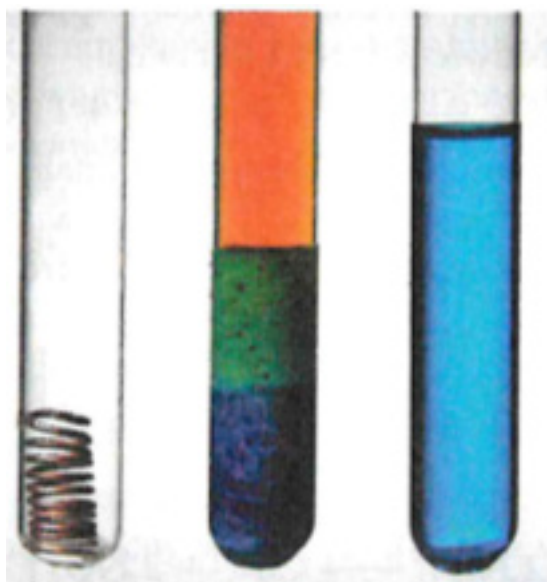
.....

.....

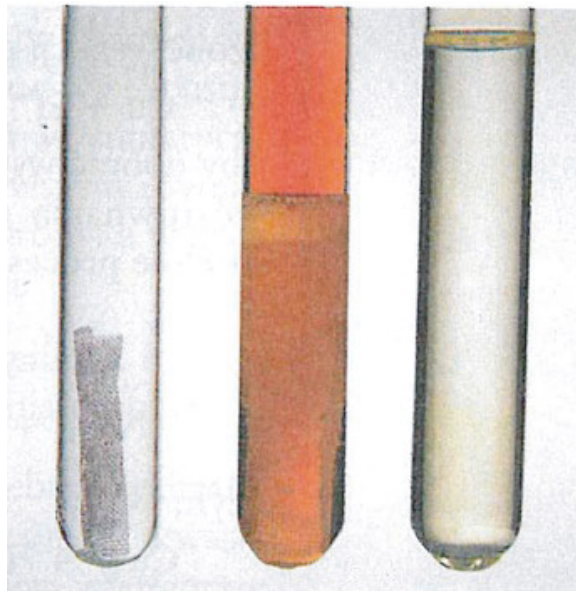
.....

**Problem 3.**

Przeprowadzono dwa doświadczenia I i II. W doświadczeniu I w probówce umieszczono spiralę miedzianą i dodano kilka  $\text{cm}^3$  stężonego kwasu. Po rozтворzeniu metalu do probówki dodano kilka  $\text{cm}^3$  wody destylowanej. Wyniki doświadczenia przedstawiono poniżej.



Podczas przebiegu doświadczenia II w probówce umieszczono kawałek srebra i dodano kilka  $\text{cm}^3$  stężonego kwasu. Po rozтворzeniu metalu do probówki dodano kilka  $\text{cm}^3$  wody destylowanej. Wyniki doświadczenia przedstawiono poniżej.



**Zadanie 1.**

Oceń, czy opisane doświadczenia I i II można przeprowadzić zarówno z kwasem azotowym(V), jak i z kwasem solnym. Uzasadnij swoją odpowiedź.

Doświadczenie I:

.....

.....

.....

.....

Doświadczenie II:

.....

.....

.....

.....

**Zadanie 2.**

Oceń, czy opisane doświadczenia należy przeprowadzić pod wyciągiem w ochronnym ubraniu (fartuchu, rękawicach i okularach). Uzasadnij swoją odpowiedź.

.....

.....

.....

.....

**Zadanie 3.**

Napisz, dlaczego otrzymany w doświadczeniu I roztwór ma barwę niebieską.

.....

.....

.....

.....

## Szkoła ponadpodstawowa, zakres rozszerzony

### Temat: Budowa cząsteczki fruktozy. Właściwości chemiczne fruktozy.

Cele kształcenia – wymagania ogólne

- I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Uczeń:
  - 1) pozyskuje i przetwarza informacje z różnorodnych źródeł.
- II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Uczeń:
  - 1) opisuje właściwości substancji i wyjaśnia przebieg procesów chemicznych;
  - 5) wykorzystuje wiedzę i dostępne informacje do rozwiązywania problemów chemicznych z zastosowaniem metody naukowej;
  - 7) wykonuje obliczenia dotyczące praw chemicznych.
- III. Opanowanie czynności praktycznych. Uczeń:
  - 1) bezpiecznie posługuje się sprzętem laboratoryjnym i odczynnikami chemicznymi;
  - 2) projektuje i przeprowadza doświadczenia chemiczne, rejestruje ich wyniki w różnej formie, formułuje obserwacje, wnioski oraz wyjaśnienia;
  - 3) stosuje elementy metodologii badawczej (określa problem badawczy, formułuje hipotezy oraz proponuje sposoby ich weryfikacji);
  - 4) przestrzega zasad bezpieczeństwa i higieny pracy.

### Treści nauczania – wymagania szczegółowe

- XX. Cukry. Uczeń:
- 1) klasyfikuje cukry proste ze względu na grupę funkcyjną i liczbę atomów węgla w cząsteczce;
  - 3) zapisuje wzory łańcuchowe w projekcji Fischera glukozy i fruktozy; wykazuje, że cukry proste należą do polihydroksyaldehydów lub polihydroksyketonów;
  - 4) projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego wynik potwierdzi właściwości redukujące np. glukozy; projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego wynik potwierdzi obecność grup hydroksylowych w cząsteczce monosacharydu, np. glukozy;
  - 5) opisuje właściwości glukozy i fruktozy; wskazuje na ich podobieństwa i różnice.

### Metody i formy pracy:

- eksperyment chemiczny;
- praca w grupach;
- praca indywidualna.

### Materiały i środki dydaktyczne:

- podręcznik, inne dostępne źródła informacji;

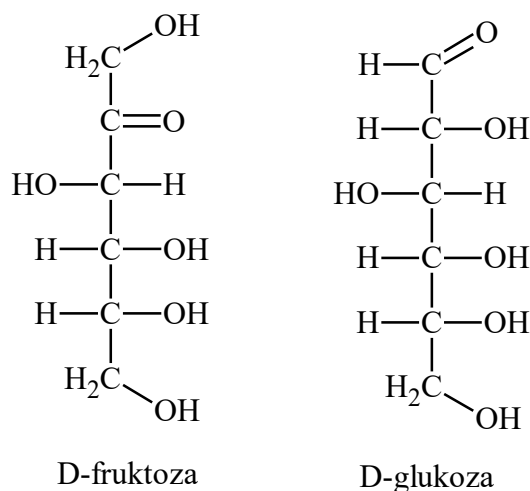


- karta pracy;
- odczynniki: woda, glukoza, fruktoza, wodny roztwór siarczanu(VI) miedzi(II), wodny roztwór wodorotlenku sodu;
- szkło i sprzęt laboratoryjny: probówki, zlewki, szklana bagietka, łaźnia wodna uchwytu do probówek.

**Uwaga:** Stosować rękawice ochronne/odzież ochronną/ochronę oczu/ochronę twarzy.

### Przebieg zajęć

Uczniowie odszukują w podręczniku wzór fruktozy, zapisują na tablicy wzór cząsteczki fruktozy w projekcji Fischera oraz wzór poznanej wcześniej glukozy i porównują budowę obu sacharydów.



Nauczyciel rozdaje kartę pracy. Uczniowie indywidualnie, na podstawie wzorów oraz znajomości właściwości glukozy, przewidują właściwości fizyczne fruktozy, przeprowadzają obserwacje i zapisują ich wyniki (substancja stała, rozpuszczalna w wodzie).

Tworzenie sytuacji problemowej polega na zwróceniu uwagi na podobieństwa i różnice w budowie tych cukrów. Pytania nauczyciela kierują uwagę uczniów na grupy funkcyjne w obu cząsteczkach i prowadzą do sformułowania problemu:

Czy fruktoza i glukoza mają podobne właściwości chemiczne? Jak będzie zachowywała się fruktoza wobec zalkalizowanej zawiesiny  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  na zimno oraz po ogrzaniu?

### Hipotezy:

- 1) po dodaniu  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  na zimno fruktoza będzie zachowywała się tak samo jak glukoza – powstanie szafirowy roztwór;
- 2) po dodaniu  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  i ogrzaniu a fruktoza – nie ulegnie reakcji; nie zaobserwujemy zmian, a glukoza ulegnie reakcji – wytrąci się ceglasty osad.

Uczniowie w grupach pod nadzorem nauczyciela projektują i przeprowadzają doświadczenie, w którym porównują właściwości glukozy i fruktozy i na tej podstawie uzupełniają kartę pracy.

Po dokonaniu obserwacji i zapisaniu ich wyników podczas dyskusji w grupach weryfikują postawione hipotezy. Pierwsza hipoteza została potwierdzona, a druga – poddana negacji.

Uczniowie formułują wniosek dotyczący właściwości fruktozy w porównaniu z właściwościami glukozy (fruktoza w warunkach doświadczenia również jest cukrem redukującym). Następnie w dostępnych źródłach szukają wyjaśnienia zaobserwowanych zmian. Podczas dyskusji i przy pomocy nauczyciela formułują wyjaśnienie i zapisują schemat przemian, jakim ulega fruktoza podczas ogrzewania z zalkalizowaną zawiesiną  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ .

Jako ćwiczenie uczniowie rozwiązują samodzielnie zadania obliczeniowe zamieszczone na karcie pracy.

### **Karta pracy ucznia**

Właściwości fizyczne fruktozy:

.....

.....

### **Problem badawczy:**

Jak będzie zachowywała się fruktoza wobec zalkalizowanej zawiesiny  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  na zimno oraz po ogrzaniu?

### **Hipotezy:**

- 1) po dodaniu  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  na zimno fruktoza będzie zachowywała się tak samo jak glukoza – powstanie szafirowy roztwór;
- 2) po dodaniu  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  i ogrzaniu a fruktoza – nie ulegnie reakcji; nie zaobserwujemy zmian, a glukoza ulegnie reakcji – wytrąci się ceglasty osad.

**Zaprojektowanie eksperymentu umożliwiającego weryfikację hipotez (schemat):**

1)	
2)	

**Opis obserwacji:**

.....

.....

**Wnioski:**

.....

.....

**Weryfikacja hipotez:**

1) hipoteza (była / nie była) poprawna;

2) hipoteza (była / nie była) poprawna.

**Wyjaśnienie:**

.....

.....

.....

.....

**Napisanie schematu przemian fruktozy podczas doświadczenia:**

W poniższej tabeli przedstawiono średnią zawartość glukozy i fruktozy w wybranych sokach owocowych.

Nazwa soku	Zawartość, g na 100 cm <sup>3</sup> soku	
	fruktoza	glukoza
jabłkowy	5,13	2,49
pomarańczowy	1,82	1,56

Na podstawie: Lebedzińska A. i in., *Ocena zawartości cukrów prostych i sacharozy w sokach owocowych z wykorzystaniem HPLC*, Bromat. Chem. Toksykol. – XLIV, 2011, 3, str. 326–330.







[vademecum.ore.edu.pl](http://vademecum.ore.edu.pl)