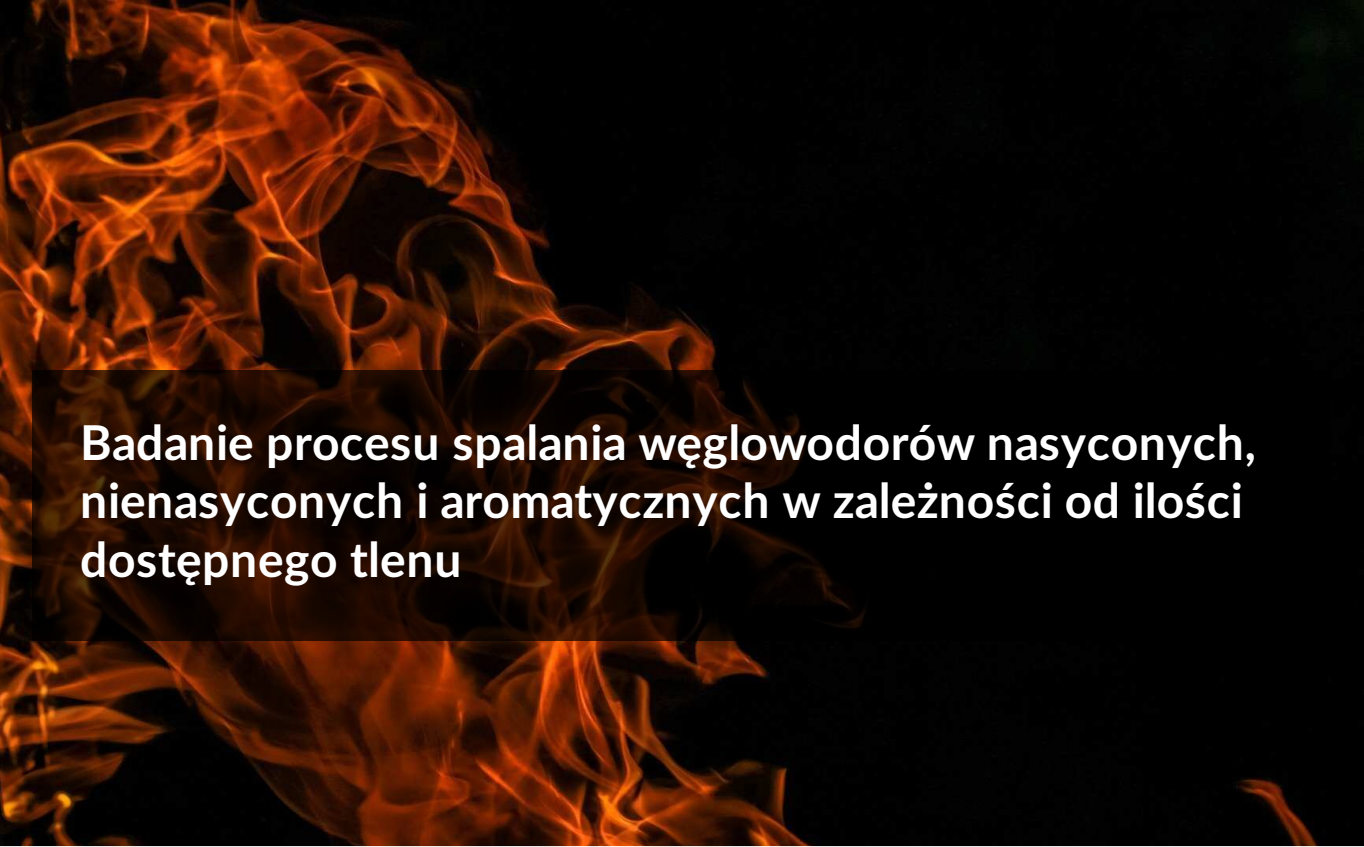




Badanie procesu spalania węglowodorów nasyconych, nienasyconych i aromatycznych w zależności od ilości dostępnego tlenu

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Symulacja interaktywna](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Badanie procesu spalania węglowodorów nasyconych, nienasyconych i aromatycznych w zależności od ilości dostępnego tlenu

Ogień to ogół zjawisk towarzyszących niektórym silnie egzotermicznym reakcjom chemicznym, głównie spalaniu.

Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com, domena publiczna.

Podczas spalania węglowodorów czasami otrzymuje się jasny i świecący płomień, a innym razem jest silnie kopący. Czy wiesz, od czego to zależy? Czy ma na to wpływ typ węglowodoru, który poddaje się spalaniu? A może dzieje się tak ze względu na ilość dostępnego tlenu? Czy węglowodory należące do różnych grup spalają się zupełnie inaczej? Odpowiedzi na te pytania odnajdziesz w tym materiale.

Twoje cele

- Wyjaśnisz, na czym polega spalanie całkowite oraz niecałkowite (do tlenku węgla(II) lub węgla pierwiastkowego).
- Przeanalizujesz produkty spalania węglowodorów w zależności od dostępu tlenu.
- Napiszesz równanie reakcji spalania przykładowych związków, należących do grupy węglowodorów nasyconych, nienasyconych oraz aromatycznych.
- Porównasz reakcje spalania węglowodorów nasyconych, nienasyconych oraz aromatycznych.

Przeczytaj

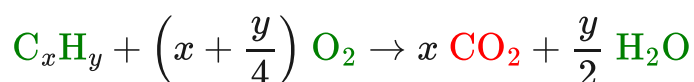
Co to jest spalanie?

Spalanie jest procesem egzotermicznym, czyli takim, w którym energia zostaje przekazana z układu do otoczenia. Dlatego procesowi spalania towarzyszy emisja ciepła oraz bardzo często światła. Spalanie jest reakcją utleniania i redukcji. Mówiąc o spalaniu, przeważnie myślimy o spalaniu w tlenie. Wówczas substancja łączy się z tlenem, a więc dochodzi do jej utlenienia. Z racji tego, że tlen jest utleniaczem, zostaje całkowicie zredukowany i w ten sposób pozostaje obecny w cząsteczce wody.

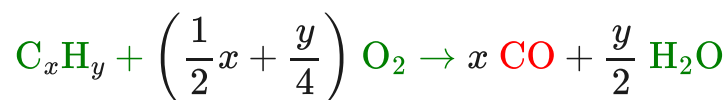
Czy węglowodory ulegają reakcjom spalania?

Węglowodory to związki zbudowane wyłącznie z dwóch pierwiastków – węgla i wodoru, a ich wzór ogólny można zapisać jako C_xH_y . Dlatego jedynymi produktami ich spalania mogą być węgiel, tlenek węgla(II) lub tlenek węgla(IV) oraz woda, zgodnie z poniższymi ogólnymi równaniami reakcji:

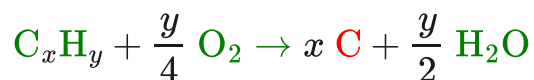
Spalanie całkowite:



Spalanie niecałkowite do tlenku węgla(II):



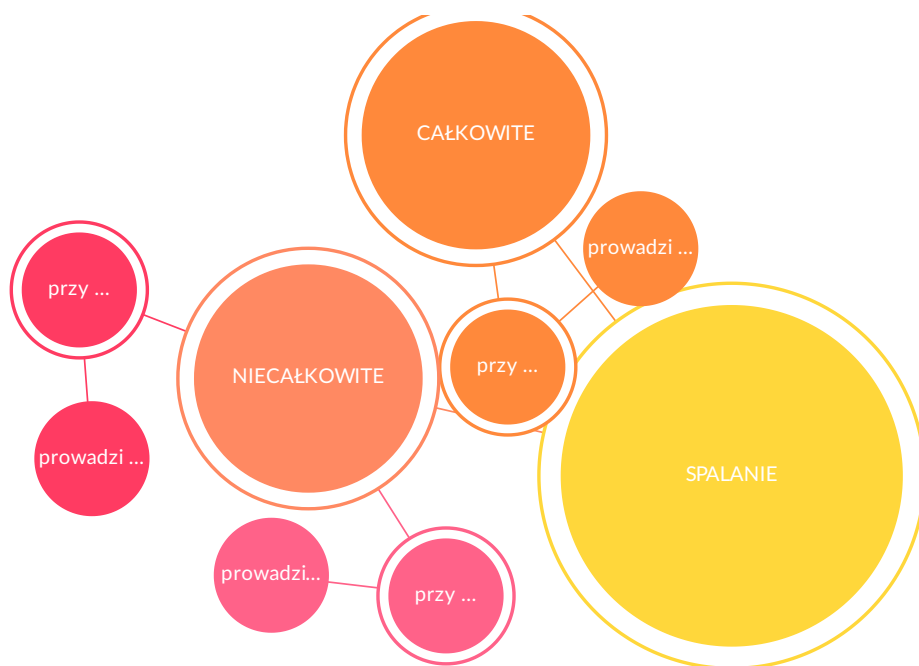
Spalanie niecałkowite do sadzy:



To, jaki produkt utleniania powstanie, zależy od dostępności tlenu. Zwróć uwagę na współczynniki stechiometryczne, wyrażone za pomocą x i y przy cząsteczce tlenu. W której reakcji wyrażenie to wskazuje na największą liczbę?

Przy nadmiarze tlenu powstaje tlenek węgla(IV), a cały proces nazywa się spalaniem całkowitym. Wówczas płomień jest jasny i świecący. Przy niedomiarze z kolei powstaje węgiel w postaci sadzy – wtedy jest to spalanie niecałkowite. Pośredni proces również jest spalaniem niecałkowitym (przy ograniczonym dostępie tlenu) i prowadzi do powstania tlenku węgla(II) o zwyczajowej nazwie czad – związku niezwykle toksycznego. Spalaniu niecałkowitemu towarzyszy silnie kopzący płomień.

Mapa pojęciowa przedstawiająca podział typów spalania



Mapa pojęciowa przedstawiająca podział typów spalania

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

W jaki sposób zachodzą reakcje spalania poszczególnych węglowodorów?

Wszystkie węglowodory to substancje palne, przy czym te najprostsze to substancje łatwopalne. Węglowodory o długich łańcuchach węglowych występują najczęściej w stałym stanie skupienia, dlatego zanim dojdzie do procesu spalania, substancja najpierw ulega stopieniu, a dopiero potem spalaniu.

Mechanizm spalania węglowodorów jest bardzo podobny. Poniżej podano przykłady równań reakcji spalania głównych przedstawicieli węglowodorów, które należą do alkanów, alkenów, alkinów oraz arenów. Zwróć uwagę na powtarzające się produkty w każdym typie reakcji spalania.

Tabela 1. Równania reakcji spalania najprostszych węglowodorów, które należą do alkanów, alkenów, alkinów oraz arenów.

Typ spalania	Węglowodory nasycone	Alkiny
	Alkany (heksan)	Alkeny (heks-1-en)
Spalanie całkowite	$2 \text{C}_6\text{H}_{14} + 19 \text{O}_2 \rightarrow 12 \text{CO}_2 + 14 \text{H}_2\text{O}$	$\text{C}_6\text{H}_{12} + 9 \text{O}_2 \rightarrow 6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O}$
Spalanie niecałkowite przy ograniczonej ilości tlenu	$2 \text{C}_6\text{H}_{14} + 13 \text{O}_2 \rightarrow 12 \text{CO} + 14 \text{H}_2\text{O}$	$\text{C}_6\text{H}_{12} + 6 \text{O}_2 \rightarrow 6 \text{CO} + 6 \text{H}_2\text{O}$
Spalanie niecałkowite przy niedomiarze tlenu	$2 \text{C}_6\text{H}_{14} + 7 \text{O}_2 \rightarrow 12 \text{C} + 14 \text{H}_2\text{O}$	$\text{C}_6\text{H}_{12} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 6 \text{C} + 6 \text{H}_2\text{O}$

Źródło: Danikiewicz W., *Chemia. Związki organiczne. Podręcznik do liceów i techników. Zakres rozszerzony*, Warszawa 2016.

Ciekawostka

W praktyce spalanie węglowodorów jest przeprowadzane w celu pozyskania energii, np. spalanie gazu ziemnego. Czy wiesz, że aż 890 kJ uzyskuje się ze spalania 1 mola metanu? Mieszanina propan-butan, czyli tzw. gaz płynny, stanowi wszechstronne paliwo stosowane w życiu codziennym. Reakcja spalania etylenu – najprostszego alkenu – stosowana jest do cięcia i spawania metali. Analogicznie wykorzystywany jest acetylen, który stosuje się w palnikach acetylenowo-tlenowych. Co więcej, reakcja spalania acetyleny była szeroko wykorzystywana w lampkach, tzw. karbidówkach, w okresie dwudziestolecia międzywojennego, kiedy był ograniczony dostęp do elektryczności.



Lampa karbidowa zamocowana na ramie roweru

Źródło: Thomas Bresson, dostępny w internecie: www.pixabay.com, licencja: CC BY-SA 3.0.

W przypadku węglowodorów nienasyconych oraz arenów (węglowodorów aromatycznych), obserwuje się większą skłonność do spalania niecałkowitego wraz ze wzrostem nienasycenia cząsteczki. Co ciekawe, węglowodory aromatyczne głównie ulegają procesowi spalania niecałkowitego, co ma związek z tworzeniem się kopącego płomienia.

Słownik

spalanie

proces fizykochemiczny, którego podstawą jest przebiegająca z dużą szybkością reakcja utleniania, polegająca na gwałtownym łączeniu się substancji spalanej (paliwa) z utleniaczem, której towarzyszy wydzielanie się dużej ilości energii i zazwyczaj płomień

spalanie całkowite

proces, który zachodzi, gdy cała masa spalanej substancji ulegnie utlenieniu; występuje wtedy, gdy nie tylko nie ma dymu czy palnych substancji w popiele, ale i nie ulatnia się część paliwa w postaci pary; spalanie całkowite zachodzi

w wyniku reakcji tlenu z substancją, gdy ilość tlenu jest nie mniejsza, niż to wynika ze stechiometrii

spalanie niecałkowite do tlenku węgla(II)

proces spalania węgla lub związków organicznych w warunkach niedoboru tlenu, z wytworzeniem tlenku węgla(II) i wody

spalanie niecałkowite do sadzy

proces, który zachodzi, gdy niecała masa spalanej substancji ulegnie utlenieniu; występuje wtedy, gdy część substancji spalanej nie utleni się, lecz pozostanie w postaci sadzy, dymu czy popiołu, co zdarza się przy niedostatecznym dostępie tlenu do spalanej substancji; alkiiny w powietrzu spalają się zawsze niecałkowicie

reakcja egzotermiczna

reakcja chemiczna przebiegająca w warunkach izobaryczno-izotermicznych (pod stałym ciśnieniem i w stałej temperaturze), z wydzielaniem ciepła do otoczenia

Bibliografia

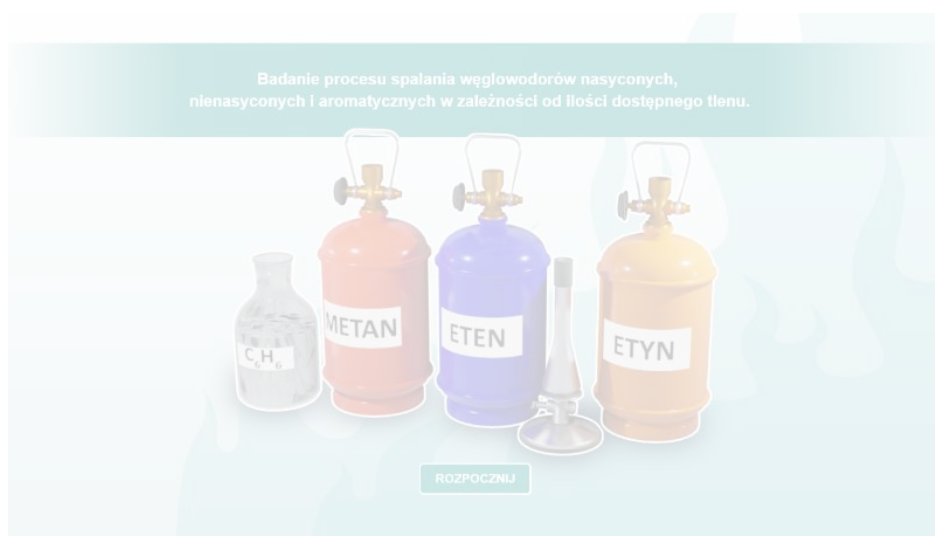
Dudek-Różycki K., Płotek M., Wichur T., *Węglowodory. Repetytorium i zadania*, Kraków 2020.

Dudek-Różycki K., Płotek M., Wichur T., *Kompendium terminologii oraz nazewnictwa związków organicznych. Poradnik dla nauczycieli i uczniów*, Kraków 2020.

Symulacja interaktywna

Symulacja 1

Zapoznaj się z symulacją dotyczącą badania procesu spalania węglowodorów nasyconych, nienasyconych i aromatycznych, w zależności od ilości dostępnego tlenu. Uzupełnij równania reakcji, które pojawiają się podczas sprawdzania palności. Następnie przeanalizuj, jak przebiegają reakcje spalania wybranych alkanów, w zależności od uzgodnionych współczynników stechiometrycznych, i odpowiedz na poniższe pytania.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DCTtgNUcp>

Symulacja interaktywna pt. *Badanie procesu spalania węglowodorów nasyconych, nienasyconych i aromatycznych w zależności od ilości dostępnego tlenu*

Źródło: GroMar Sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Ćwiczenie 1

Uzupełnij poniższe zdania, wstawiając wzór sumaryczny produktu utlenienia dowolnego węglowodoru.

Podczas spalania całkowitego węglowodorów wydziela się .

Podczas spalania niecałkowitego węglowodorów wydziela się , przy ograniczonej ilości tlenu, lub , przy bardzo małej ilości tlenu.

Ćwiczenie 2

Podaj, w jakim stosunku molowym występują substraty w spalaniu niecałkowitym benzenu przy bardzo małej ilości tlenu. Dodatkowo spalaniu towarzyszy kopcący płomień.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 3

Zapisz równanie reakcji spalania etenu, w której powstaje najbardziej toksyczny produkt utlenienia.

Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



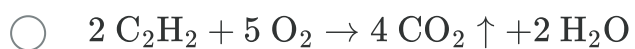
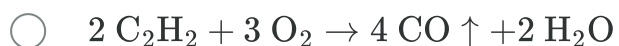
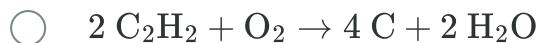
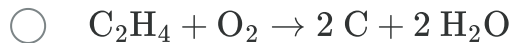
Z jakim efektem energetycznym zachodzi proces spalania?

Odpowiedź:

Ćwiczenie 2



Wybierz prawidłowo zapisane równanie reakcji spalania niecałkowitego (przy niedomiarze tlenu) najprostszego alkinu.



Ćwiczenie 3



Zaznacz, czy zdanie jest prawdziwe, czy fałszywe.

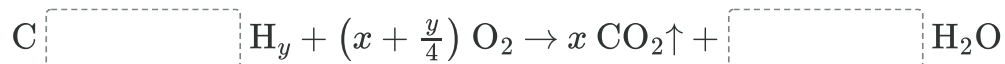
Zadanie	Prawda	Fałsz
Spalanie całkowite zachodzi przy niedomiarze tlenu.	☐	☐
W reakcji spalania niecałkowitego (przy ograniczonej ilości tlenu) metanu stosunek molowy produktów to 1 : 1.	☐	☐
Benzen spala się jasnym, oślepiającym płomieniem z uwagi na dużą zawartość węgla.	☐	☐
Węglowodory o długich łańcuchach węglowych są skrajnie łatwopalne.	☐	☐
Spalanie zachodzi zgodnie z mechanizmem substytucji elektrofilowej.	☐	☐

Ćwiczenie 4



Uzupełnij ogólne równania reakcji spalania węglowodorów oraz nazwij każdy typ spalania.

1.



2.



3.



$\frac{y}{2}$	$\left(\frac{1}{2}x + \frac{x}{4}\right)$	y	Spalanie niecałkowite przy niedomiarze tlenu	x
Spalanie niecałkowite przy ograniczonej ilości tlenu			$\frac{y}{4}$	Spalanie całkowite

Ćwiczenie 5



Zapisz poprawne wersje poniższych zdań.

1. Spalanie całkowite zachodzi przy niedomiarze tlenu.
2. W reakcji spalania niecałkowitego (przy ograniczonej ilości tlenu) metanu stosunek molowy produktów to 1 : 2.
3. Benzen spala się jasnym, oślepiającym płomieniem z uwagi na dużą zawartość węgla.
4. Węglowodory o długich łańcuchach węglowych są skrajnie łatwopalne.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 6



Zapisz równanie reakcji spalania całkowitego benzenu. Wskaż utleniacz i reduktor oraz proces utleniania i redukcji.

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

redukcja –

utlenianie –

reduktor –

utleniacz –

O_2

$O_2 \rightarrow H_2O$

$C_6H_6 \rightarrow CO_2$

C_6H_6

Ćwiczenie 7



Znając wzory ogólne alkanów, alkenów i alkinów, zapisz równania reakcji ich spalania całkowitego oraz niecałkowitego (do sadzy). Uzgodnij równania reakcji, dobierając współczynniki stechiometryczne.

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Oblicz, ile moli elektronów zostaje oddanych w procesie spalania całkowitego czterech moli metanu?

Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Daria Szeliga, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Badanie procesu spalania węglowodorów nasyconych, nienasyconych i aromatycznych w zależności od dostępności tlenu.

Grupa docelowa: uczniowie III etapu edukacyjnego, liceum, technikum, zakres rozszerzony; uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie rozszerzonym

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

XIII. Węglowodory. Uczeń:

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.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii;
- kompetencje cyfrowe;

- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne

Uczeń:

- wyjaśnia, na czym polega spalanie całkowite oraz niecałkowite (w tym półspalanie);
- analizuje produkty spalania węglowodorów w zależności od dostępu tlenu;
- pisze równania reakcji spalania przykładowych związków należących do grupy węglowodorów nasyconych, nienasyconych oraz aromatycznych;
- porównuje procesy spalania węglowodorów nasyconych, nienasyconych oraz aromatycznych.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja dydaktyczna;
- technika gadająca ściana;
- symulacja interaktywna;
- ćwiczenia uczniowskie;
- analiza materiału źródłowego;
- technika zdań podsumowujących.

Formy pracy:

- praca indywidualna;

- praca w parach;
- praca w grupach;
- praca całego zespołu klasowego.

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do Internetu;
- tablica multimedialna/tablica i kreda/pisak;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- rzutnik multimedialny.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wykorzystuje informacje i pytania zawarte we wprowadzeniu do e-materiału.
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie odpowiadają na pytania: Czym jest spalanie? Jakie są rodzaje spalania i czym się one charakteryzują?
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Eksperyment chemiczny – „Badanie procesu spalania węglowodorów w zależności od dostępu tlenu”. Uczniowie na forum proponują warunki przeprowadzenia spalania węglowodorów w zależności od dostępu tlenu – dyskusja. Nauczyciel wybiera czterech uczniów do roli asystentów, którzy w obecności nauczyciela przeprowadzą reakcje spalania węglowodorów (metanu, etenu, etynu i benzenu) pod wyciągiem. Pozostała część klasy obserwuje przebieg procesu spalania.

2. Nauczyciel losowo dzieli uczniów na grupy, uczniowie wybierają lidera w każdej grupie. Lider każdej grupy losuje karteczkę z typem węglowodoru (patrz załącznik w materiałach pomocniczych). Nauczyciel każdej grupie rozdaje arkusze papieru A3/A2, mazaki
3. Uczniowie w każdej grupie mają za zadanie przedstawić proces spalania danego typu węglowodoru, w zależności od dostępności tlenu w dowolny sposób (może być również graficznie). Mogą korzystać z dostępnymi źródłami informacji, w tym z e-materiału, i przedstawić ciekawostki dotyczące spalania danego rodzaju węglowodorów, np. alkany – spalanie gazu ziemnego, wykorzystanie procesu spalania mieszaniny propan-butan; alkeny – spalanie etylenu – spalanie żółtym świecącym płomieniem; alkiny – wykorzystanie spalania acetylenu do lamp – karbidówek; areny – benzen – spalanie silnym, kopczącym płomieniem. Nauczyciel monitoruje przebieg pracy uczniów, wspiera ich. Po wyznaczonym czasie, liderzy grup prezentują efekty pracy na forum klasy z wykorzystaniem techniki gadająca ściana. Pozostali weryfikują poprawność merytoryczną wypowiedzi liderów.
- Wskazówki:

- Należy pamiętać o przedstawieniu ogólnego równania reakcji spalania danego typu węglowodoru, a następnie przedstawieniu równań reakcji spalania najważniejszych przedstawicieli grupy.
 - Spalanie całkowite – przy nadmiarze tlenu – prowadzi do otrzymania tlenku węgla(IV) i wody.
 - Spalanie niecałkowite – przy ograniczonym dostępie do tlenu – prowadzi do otrzymania tlenku węgla(II) i wody.
 - Spalanie niecałkowite – przy niedomiarze tlenu – prowadzi do otrzymania węgla i wody.
4. Symulacja interaktywna – badanie procesu spalania węglowodorów nasyconych, nienasyconych i aromatycznych w zależności od ilości dostępnego tlenu. Uczniowie w parach zapoznają się z poleceniem i wykonują zawarte tam ćwiczenia.
5. Uczniowie pracują w parach z częścią „Sprawdź się”. Wykonują zadania. Nauczyciel może wyświetlić treść poleceń na tablicy multimedialnej. Po każdym przeczytanym poleceniu daje uczniom określony czas na zastanowienie się,

a następnie chętna osoba z danej pary udziela odpowiedzi/prezentuje rozwiązanie na tablicy. Pozostali ustosunkowują się do niej, proponując ewentualnie swoje pomysły. Nauczyciel w razie potrzeby koryguje odpowiedzi, dopowiada istotne kwestie, udziela uczniom informacji zwrotnej.

Faza podsumowująca:

1. Na zakończenie nauczyciel stosuje narzędzie do oceny stopnia opanowania wiadomości i umiejętności z zastosowaniem termometru przez uczniów. Uczniowie na skali temperatury zaznaczają cenkami, w jakim stopniu opanowali zagadnienia wynikające z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji. Jeżeli ze skali będzie wynikał niski poziom temperatury, uczniowie zastanawiają się, w jaki sposób podnieść swój poziom posiadanej wiedzy?
2. Jako podsumowanie lekcji, nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie zamieszczają w swoim portfolio:
 - Przypomniałem/łam sobie, że...
 - Co było dla mnie łatwe...
 - Dziś nauczyłam/łem się...
 - Co sprawiało mi trudności...

Praca domowa:

Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia w e-materiale – „Sprawdź się”.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Symulacja interaktywna może zostać wykorzystana podczas przygotowywania się ucznia do sprawdzianu lub do zdobycia wiedzy w razie nieobecności ucznia na lekcji.

Materiały pomocnicze:

1. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):

- Na czym polega spalanie?
- Od czego zależy przebieg rodzaju spalania?
- Jakie produkty można otrzymać podczas spalania całkowitego i niecałkowitego (w tym półspalania)?
- Jak zidentyfikować produkty spalania całkowitego?

2. Nauczyciel przygotowuje cztery karteczki z każdym typem węglowodorów.

Plik o rozmiarze 34.12 KB w języku polskim

3. Nauczyciel przygotowuje: arkusze papier A3/A2, mazaki, kredki.