

O niezwykłych składnikach gazu ziemnego

Opracowanie scenariusza:
dr Urszula Pietrasik

CHEMIA, LICEUM OGÓLNOKSZTAŁCĄCE

Spis treści:



Informacje dla nauczyciela

3



Co uczeń już powinien wiedzieć i umieć przed lekcją?

7



**Cele lekcji w odniesieniu do wymagań zawartych
w podstawie programowej**

8



Kryteria sukcesu w języku ucznia

10



Przebieg lekcji – konspekt zajęć

12



Materiały do pobrania dla nauczyciela

19



Bibliografia i źródła zdjęć

19



1. Informacje dla nauczyciela

PRZEDMIOT: Chemia

POZIOM: liceum ogólnokształcące – zakres podstawowy i rozszerzony

CZAS: 1 godzina lekcyjna

SŁOWA KLUCZOWE: gaz ziemny, alkany, surowce energetyczne, spalanie całkowite i spalanie niecałkowite, tetrahydrotiofen, hydraty metanu, efekt cieplarniany

METODY I FORMY PRACY: praca indywidualna, praca w grupach, pokaz nauczycielski, dyskusja

MATERIAŁY POMOCNICZE:

- wydrukowane załączniki,
- probówki, krystalizator, statyw z łapą, palnik gazowy, waga, korki do probówek, wąż gumowy połączony z korkiem, moździerz z tłuczkiem, łuczywko,
- odczynniki: 3g bezwodnego octanu sodu, 3g wodorotlenku sodu, 3g tlenu wapnia, kilka cm^3 kwasu solnego, kilka cm^3 roztworu wody bromowej lub roztworu manganianu(VII) potasu, kilka kropli roztworu kwasu siarkowego(VI), kilka cm^3 wody wapiennej, płyn do mycia naczyń, woda, 4 g węgliku wapnia, kilkanaście cm^3 5-procentowego roztworu kwasu solnego.

Wstęp

Gaz ziemny jest kopalnym surowcem energetycznym. Jego pokłady występują samodzielnie bądź towarzyszą złożom ropy naftowej lub węgla kamiennego. W skład gazu ziemnego wchodzi palne węglowodory, wśród których najwięcej jest metanu, oraz niepalne związki nieorganiczne, np. azot, tlenek węgla(IV) czy woda. Coraz większym zainteresowaniem cieszą się złoża metanu występujące na dnie mórz i oceanów w postaci hydratów metanu. Główny składnik gazu ziemnego – metan – powstaje w warunkach beztlenowych w wyniku rozkładu materii organicznej przez mikroorganizmy. Metan można otrzymać także w szkolnej pracowni chemicznej poprzez dekarboksylację octanu sodu lub hydrolizę kwasową węgliku glinu.

Proces spalania gazu ziemnego jest silnie egzoenergetyczny. Do całkowitego spalania 1 m³ gazu ziemnego potrzeba ok. 10 m³ powietrza, dlatego warto zadbać o prawidłowy dopływ powietrza i zachować drożność przewodów wentylacyjnych. Gdy spalanie gazu zachodzi w warunkach niedoboru powietrza, jako produkt spalania powstaje toksyczny tlenek węgla (II) zwany czadem, który może doprowadzić do groźnych zatruć, a nawet śmierci.

Gaz ziemny jest bezwonną mieszaniną jednorodną, dlatego ze względów bezpieczeństwa poddawany jest procesowi nawaniania. Powszechnie stosowanymi środkami nawaniającymi są organiczne związki siarki lub ich mieszaniny. W Polsce prawie wyłącznie stosuje się tetrahydrotiofen (THT) heterocykliczny związek chemiczny będący nasyconą pochodną tiofenu. Wyczuwalny zapach gazu może świadczyć o nieszczelności instalacji gazowej lub niesprawności urządzeń gazowych.

Uwagi o przebiegu lekcji

Scenariusz został tak opracowany, aby można było lekcję przeprowadzić zarówno na poziomie podstawowym, jak i rozszerzonym. Zostały przygotowane warianty kart pracy i materiałów dodatkowych dla obu poziomów. Stosowane w trakcie lekcji metody zakładają, że to uczeń jest głównym bohaterem w procesie uczenia i to on ma być odkrywcą, ma zdobywać i przetwarzać nowe wiadomości i umiejętności.

Przed lekcją wydrukowane ciekawostki o metanie należy rozwiesić na ścianach sali, tak aby tekst był widoczny dla uczniów. Celem tej części lekcji jest zainteresowanie uczniów tematyką głównego składnika gazu ziemnego, jego nietypowym występowaniem, właściwościami i wpływem na środowisko przyrodnicze. Ta część lekcji zakłada, że przestrzeń sali lekcyjnej jest miejscem aktywnego zdobywania wiedzy. Przed rozpoczęciem zadania należy poinformować uczniów o celu tego zadania i o czasie przeznaczonym na jego realizację, a następnie warto umówić się na zdecydowany sygnał kończący zadanie. Uczniowie powinni wyjść z ławek i samodzielnie wykonać zadanie 1. Następnie należy przeznaczyć kilka minut na to, by w parach uczniowie podzielili się swoją świeżo zdobytą wiedzą i porównali odpowiedzi. Skuteczną techniką mobilizującą uczniów do wymiany wiedzy, swego doświadczenia i słuchania siebie nawzajem jest, w ramach podsumowania tej wstępnej części lekcji, zapytanie: „Jasiu, powiedz, co ci na ten temat powiedział Krzys””, a następnie „Krzysiu, co ci na ten temat powiedział Jaś”.

Ze względów bezpieczeństwa oraz ze względu na realia szkolnych pracowni chemicznych zaproponowane doświadczenia otrzymywania metanu i badanie jego właściwości są wykonywane przez nauczyciela w formie pokazu. W miarę możliwości należy włączać uczniów w proces realizacji doświadczenia. Zaproponowane zostały dwie metody otrzymywania metanu: wariant I – poprzez dekarboksylację soli kwasu octowego, wariant II – hydrolizę kwasową węgliku glinu. Przedstawione zostały trzy sposoby przeprowadzenia badania palności metanu. Dla poziomu rozszerzonego najbardziej pouczający będzie wariant III, w którym identyfikowane są oba produkty całkowitego spalania metanu. Warto też ze względu na efektywność doświadczenia wykonać spalanie metanu zamkniętego w bańkach mydlanych na dłoniach. W materiałach (załącznik_10_film_spalanie_metanu) znajdują Państwo krótki filmik przedstawiający płonące bańki mydlane napełnione metanem. Omówienie procesu reakcji spalania metanu stwarza okazję, by porozmawiać na temat zasad bezpieczeństwa podczas korzystania z urządzeń gazowych w domu. Do całkowitego spalania 1 m³ gazu ziemnego potrzeba ok. 10 m³ powietrza, dlatego warto zadbać o prawidłowy dopływ powietrza, by zachować drożność przewodów wentylacyjnych i nie zasłaniać kratki przewiewowych.

Przygotowane zostały karty pracy (załączniki 2 i 4) do doświadczeń w wersji dla poziomu podstawowego oraz dla poziomu rozszerzonego. W załącznikach 3 i 5 znajdują Państwo proponowane odpowiedzi do kart pracy, przy czym dla poziomu rozszerzonego uwzględniono dwie metody otrzymywania metanu.

Umiejętność czytania ze zrozumieniem, selekcja i przetwarzanie informacji są kluczowymi kompetencjami, którymi powinien wykazać się młody człowiek we współczesnym świecie. Aby stworzyć możliwość ćwiczenia tych kompetencji, został przygotowany tekst dotyczący procesu nawaniania gazu ziemnego. Gaz ziemny jest zupełnie bezwonny, dlatego ze względów bezpieczeństwa poddawany jest procesowi nawaniania. Substancją najczęściej stosowaną do tego celu jest tetrahydrotiofen. Pod tekstem znajdują Państwo kilka zadań do wykonania, które odnoszą się do tekstu i jednocześnie umożliwiają przećwiczenie bardzo typowych umiejętności, takich jak ustalanie wzoru sumarycznego czy obliczenie masy produktu. Wersja dla poziomu rozszerzonego zawiera zadania bardziej przekrojowe dotyczące różnych zagadnień, np. hybrydyzacji czy reakcji amin z wodą, dlatego z powodzeniem można ją wykorzystać na lekcji powtórzeniowej.

Na zakończenie lekcji w ramach jej podsumowania zostały zaproponowane pytania, np. „co nowego dziś odkryłeś?”, „czego się dziś dowiedziałeś?”, „czy coś cię dziś zaskoczyło w trakcie lekcji?”, których celem jest stworzenie czasu na refleksję, by uczniowie uświadomili sobie, czego się dziś nauczyli.

W ramach pracy domowej zostało zaproponowane stworzenie on-line w małych grupach (4–5 osób) map mentalnych gromadzących i porządkujących wiedzę o gazie ziemnym i jego głównym składniku metanie. Można skorzystać z różnych darmowych programów, np. mind42, które umożliwiają wstawienie zdjęć czy odnośników do stron internetowych, tak by współtworzona przez uczniów mapa była atrakcyjna graficznie. Następnie można skopiować gotowy kod HTML wstawiający link do konkretnej mapy na szkolnej stronie internetowej lub wydrukować ją i zamieścić na tablicy w pracowni.



2. Co uczeń już powinien wiedzieć i umieć przed lekcją

Poniżej podano umiejętności i wiadomości wymienione w podstawie programowej liceum ogólnokształcącego w zakresie podstawowym z chemii, którymi uczeń powinien się sprawnie posługiwać, przychodząc na lekcję. W nawiasie podane zostały numery wymagań z podstawy programowej (Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej z dnia 30 stycznia 2018 r. w sprawie podstawy programowej kształcenia ogólnego dla liceum ogólnokształcącego, technikum oraz branżowej szkoły II stopnia, Dz.U. z 2018 r., poz. 467).

UCZEŃ:

- stosuje pojęcie mola i liczby Avogadra (I.1);
- odczytuje w układzie okresowym masy atomowe pierwiastków i na ich podstawie oblicza masę molową związków chemicznych ... o podanych wzorach lub nazwach (I.2);
- dokonuje interpretacji jakościowej i ilościowej równania reakcji w ujęciu molowym, masowym i objętościowym (dla gazów) (I.3);
- ustala wzór empiryczny i rzeczywisty związku chemicznego (nieorganicznego i organicznego) na podstawie jego składu (wyrażonego np. w procentach masowych) i masy molowej (I.4);

- 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 (I.5);
- stosuje pojęcia: egzoenergetyczny, endoenergetyczny, ... do opisu efektów energetycznych przemian... (IV.3);
- stosuje pojęcie entalpii; interpretuje zapis $\Delta H < 0$ i $\Delta H > 0$; określa efekt energetyczny reakcji chemicznej na podstawie wartości entalpii (IV.6);
- 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 (VII.4);
- 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 (IV.5);
- stosuje pojęcia: utleniacz, reduktor, utlenianie, redukcja (VIII.1);
- wskazuje utleniacz, reduktor, proces utleniania i redukcji w podanej reakcji (VIII.2);
- oblicza stopnie utlenienia pierwiastków w jonie i cząsteczce związku nieorganicznego i organicznego (VIII.3);
- stosuje zasady bilansu elektronowego – dobiera współczynniki stechiometryczne w schematach reakcji utleniania-redukcji (w formie cząsteczkowej) (VIII.4).



3. Cele lekcji w odniesieniu do wymagań zawartych w podstawie programowej

CELE GŁÓWNE:

Uczeń:

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

CELE SZCZEGÓŁOWE:

Po przeprowadzonych zajęciach uczeń:

- oblicza stopnie utlenienia pierwiastków w jonie i cząsteczce związku nieorganicznego i organicznego (VIII.3);
- na podstawie wzoru sumarycznego, półstrukturalnego (grupowego), opisu budowy lub właściwości fizykochemicznych klasyfikuje dany związek chemiczny do: węglowodorów (nasyconych, nienasyconych, ...) (XII.2);
- stosuje pojęcia: homolog, szereg homologiczny, wzór ogólny, ...(XII.3);
- podaje nazwy systematyczne węglowodorów (alkanu ...) na podstawie wzorów strukturalnych lub półstrukturalnych (grupowych); rysuje wzory węglowodorów na podstawie ich nazw (XIII.1);
- 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 (XIII.2).



4. Kryteria sukcesu w języku ucznia

Poziom podstawowy:

- rysuję i opisuję schemat doświadczenia, którego celem jest otrzymanie metanu,
- rysuję i opisuję schemat doświadczenia, którego celem jest zbadanie właściwości chemicznych metanu, oddziaływania na roztwór wody bromowej lub manganianu(VII) potasu,
- zapisuję obserwacje i wnioski płynące z wyżej wymienionych doświadczeń,
- podaję nazwę szkła i sprzętu laboratoryjnego użytych podczas doświadczeń,
- zapisuję równania reakcji otrzymywania metanu oraz reakcji spalania metanu (całkowitego i niecałkowitego),
- wyjaśniam, jakich zasad bezpieczeństwa należy przestrzegać podczas wykonywania doświadczeń,
- korzystam z charakterystyki używanych w doświadczeniach substancji,
- wyjaśniam, co to znaczy, że reakcja spalania metanu jest procesem egzoenergetycznym i jakie są praktyczne zastosowania tego procesu,
- wymieniam właściwości fizyczne metanu,
- charakteryzuję właściwości chemiczne metanu,
- wyjaśniam, kiedy w trakcie reakcji spalania wydzielą się toksyczny tlenek węgla(II),
- omawiam zasady bezpieczeństwa, których należy przestrzegać, aby uniknąć zatrucia tlenkiem węgla(II),
- omawiam wpływ tlenku węgla(II) na organizm człowieka,
- wyjaśniam, dlaczego gaz ziemny jest poddawany nawanianiu,

- wyjaśniam, dlaczego tetrahydrotiofen jest substancją używaną do nawaniania gazu ziemnego,
- zapisuję wzór sumaryczny związku na podstawie jego wzoru kreskowego, obliczam masę cząsteczkową tego związku i podaję stosunek masowy pierwiastków,
- podaję nazwy węglowodorów i ich halogenopochodnych,
- rozwiązuję zadania, w których należy obliczyć masę otrzymanego produktu.

Poziom rozszerzony:

- obliczam stopnie utlenienia pierwiastków w związkach chemicznych,
- określám typ hybrydyzacji dla atomu wskazanego pierwiastka,
- rysuję wzory izomerów konstytucyjnych i podaję nazwy systematyczne związków organicznych,
- na podstawie wartości stałej dysocjacji określám moc zasad,
- zapisuję równania reakcji proteolitycznej uzasadniającej odczyn zasadowy wodnego roztworu badanej substancji,
- rozwiązuję zadania z wykorzystaniem pojęcia mola.



5. Przebieg lekcji – konspekt zajęć

Wstęp (6–8 minut)



Opis

(1) Praca indywidualna uczniów

Czas: 4–5 minut

Wykorzystując informacje rozwieszone w sali, udziel odpowiedzi na poniższe pytania:



Co to są hydraty metanu?

Gdzie odkryto nowe złoża metanu?

Za pomocą jakiej metody można oszacować ilość metanu na dnie mórz?

Jak metan wpływa na środowisko?

Co to są metanofory i jaką rolę pełnią w środowisku przyrodniczym?

Do czego służy koszulka Auera?

(2) Praca w parach

Czas: 2–3 minuty

Porównajcie swoje odpowiedzi. Podzielcie się swoją świeżo zdobytą wiedzą. Co was zaskoczyło? Czy już wcześniej coś wiedzieliście na ten temat?

Część zasadnicza zajęć (ok. 35 minut)



Opis



(1) Część doświadczalna

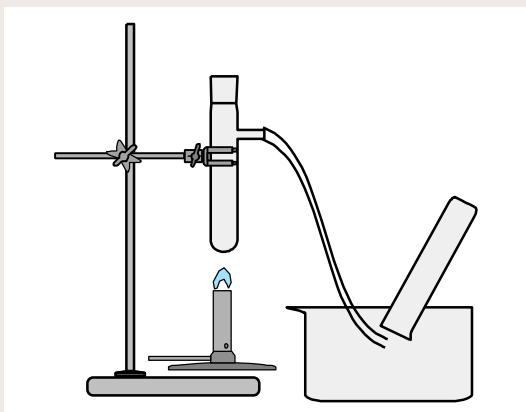
(1.1.1) Otrzymywanie metanu – wariant I

Sprzęt: waga laboratoryjna, statyw z łapą metalową, probówka z trudnotopliwego szkła, korek z rurką połączoną z węzem gumowym, trzy probówki do zbierania metanu, krystalizator, moździerz z tłuczkiem, palnik gazowy

Odczynniki: 3g bezwodnego octanu sodu, 3g wodorotlenku sodu, 3g tlenku wapnia, kilka cm³ kwasu solnego, woda

Czas wykonania: 4–5 minut

Schemat doświadczenia:



Przebieg doświadczenia:

Probówki do zbierania metanu wypełnij wodą i odwrócone do góry dnem umieść w krystalizatorze wypełnionym do połowy swojej objętości wodą. W moździerzu dokładnie wymieszaj ze sobą octan sodu, wodorotlenek sodu oraz tlenek wapnia. Sporządzoną mieszaninę przenieś do suchej probówki z trudnotopliwego szkła. Probówkę zamknij korkiem z osadzoną rurką połączoną z węzem gumowym. Po rozpoczęciu ogrzewania probówkę omiataj płomieniem palnika w celu usunięcia śladów wody. Następnie rozpocznij intensywne ogrzewanie. Kilka pierwszych pęcherzyków gazu wypuść w powietrze, a dopiero potem rozpocznij zbieranie metanu w przygotowanych probówkach. W celu zbadania produktu ubocznego przeprowadzanej reakcji (węglanu sodu) do ostudzonej probówki zawierającej mieszaninę poreakcyjną dodaj kilka cm³ roztworu kwasu solnego.

Środki bezpieczeństwa:

Należy przestrzegać ogólnych zasad pracy z substancjami łatwopalnymi. Zanim zostanie przerwane ogrzewanie mieszaniny reakcyjnej, należy wyjąć rurkę gumową z krystalizatora z wodą. Doświadczenie należy wykonać, stosując środki ochrony osobistej, takie jak fartuch laboratoryjny, okulary ochronne, rękawiczki.

Omówienie przebiegu doświadczenia:

Reakcja octanu sodu z wodorotlenkiem sodu jest najczęściej stosowaną laboratoryjną metodą otrzymywania metanu. Tlenek wapnia użyty w tym procesie ma za zadanie związać wodę zawartą w substratach, jest środkiem osuszającym. W trakcie przeprowadzania doświadczenia warto omówić właściwości fizyczne głównego produktu tej reakcji. Metan jest bezbarwnym gazem, słabo rozpuszczalnym w wodzie, o gęstości mniejszej od gęstości powietrza, dlatego próbki z zebrany gazem unosimy dnem do góry. Biała pozostałość w ogrzewanej próbce to węglan sodu. Obecność węglanów potwierdza reakcja z kwasem solnym, której towarzyszy intensywne pienienie się mieszaniny reakcyjnej. Można także za pomocą zapalonego łuczywka sprawdzić, że wydzielający się w reakcji kwasu solnego z węglanem sodu gaz – tlenek węgla(IV) – nie podtrzymuje palenia.

Reakcje zachodzące podczas doświadczenia:

Otrzymywanie metanu: $\text{CH}_3\text{COONa} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{Na}_2\text{CO}_3$

Osuszanie substratów: $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$

Identyfikacja węglanu sodu: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \uparrow$



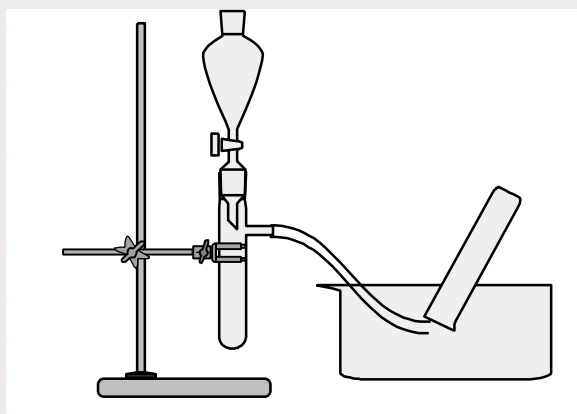
(1.1.2) Otrzymywanie metanu – wariant II

Sprzęt: waga laboratoryjna, statyw z łapą metalową, próbówka z trudnotopliwego szkła z rurką boczną, korek z osadzonym wkraplaczem, wąż gumowy, trzy próbki do zbierania metanu, krystalizator, palnik gazowy

Odczynniki: 4 g węgliku wapnia, kilkanaście cm³ 5-procentowego roztworu kwasu solnego

Czas wykonania: 7 minut

Schemat doświadczenia:



Przebieg doświadczenia:

Do probówki z rurką boczną wprowadź 4 g węgliku wapnia i zamontuj probówkę w łapie metalowej w statywie. Do rurki bocznej przymocuj gumowy wąż, którym wydzielający się gaz będzie odprowadzany do probówek wypełnionych wodą znajdujących się w krystalizatorze. Do wkraplacza dodaj kilkanaście centymetrów około 5-procentowego kwasu solnego i zamontuj wkraplacz na probówce z boczną rurką. Dodaj niewielką ilość kwasu solnego do probówki z węglikiem glinu. Mieszaninę lekko ogrzej płomieniem palnika gazowego aż do rozpoczęcia reakcji. Jeżeli reakcja będzie przebiegała zbyt gwałtownie, należy rozcieńczyć mieszaninę w probówce, dodając trochę wody. Po wyparciu powietrza z zestawu reakcyjnego zbieraj metan do probówek umieszczonych w krystalizatorze.

Środki bezpieczeństwa:

Należy przestrzegać ogólnych zasad pracy z substancjami łatwopalnymi. Zanim zostanie przerwane ogrzewanie mieszaniny reakcyjnej, należy wyjąć rurkę gumową z krystalizatora z wodą. Kwas solny jest substancją żrącą, dlatego należy doświadczenie wykonywać, stosując odzież ochronną, okulary ochronne i rękawiczki.

Omówienie przebiegu doświadczenia:

Reakcja węgliku glinu umożliwia otrzymanie metanu w szybki i wygodny sposób. Węglik glinu jest substancją, która łatwo hydrolizuje, dlatego koniecznie przed przeprowadzeniem doświadczenia należy sprawdzić, czy substancja, którą dysponujemy, to czysty węglik glinu, czy może są to już produkty hydrolizy tej substancji.

Reakcje zachodzące podczas doświadczenia:

Otrzymywanie metanu: $\text{Al}_4\text{C}_3 + 12 \text{HCl} \rightarrow 4 \text{AlCl}_3 + 3 \text{CH}_4 \uparrow$



(1.2.1) Badanie palności metanu – wariant I

Sprzęt: łuczywko, zapalki

Odczynniki: roztwór wody wapiennej

Czas wykonania: 2 minuty

Przebieg doświadczenia:

Do wylotu probówki z metanem zbliż zapalone łuczywko w celu sprawdzenia palności zebranego gazu. Po zakończeniu reakcji spalania do probówki wlej kilka cm³ roztworu wody wapiennej.

Środki bezpieczeństwa:

Doświadczenie należy wykonać, stosując środki ochrony osobistej, takie jak fartuch laboratoryjny, okulary ochronne, rękawiczki.

Omówienie przebiegu doświadczenia:

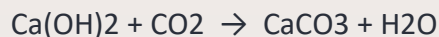
Przy nieograniczonym dostępie tlenu metan spala się jasnoniebieskim płomieniem, a produktem spalania jest tlenek węgla(IV) i woda. Wprowadzony do probówki roztwór wody wapiennej mętnieje, ponieważ wchodzi on w reakcję z tlenkiem węgla(IV). Jeśli dostęp tlenu w procesie spalania jest ograniczony, barwa płomienia zmienia się na pomarańczową i płomień staje się kopcący. Żarzące się drobiny sadzy nadają płomieniowi charakterystyczną pomarańczową barwę. Niebezpieczna jest sytuacja, w której w wyniku spalania metanu powstaje bezbarwny, bezwonny tlenek węgla(II) zwany czadem. Toksyczne działanie tlenku węgla(II) wynika z jego większego od tlenu powinowactwa do hemoglobiny zawartej w erytrocytach krwi. Zablockowana przez tlenek węgla(II) hemoglobina nie może transportować tlenu, dochodzi więc do niedotlenienia tkanek, co w wielu przypadkach prowadzi do śmierci. Wdychanie powietrza zawierającego 0,16% objętościowych CO powoduje po dwóch godzinach zgon. Przy większych stężeniach (powyżej 0,32%) pierwszymi objawami zatrucia są silny ból głowy i wymioty, mniejsze stężenia powodują przy względnie krótkim wdychaniu jedynie słaby ból głowy i zapadanie w śpiączkę, jednak i te stężenia powodują po dłuższym kontakcie śmierć (na podstawie Wikipedii).

Reakcje zachodzące podczas doświadczenia:

Reakcje spalania metanu:



Reakcja mętnienia wody wapiennej:





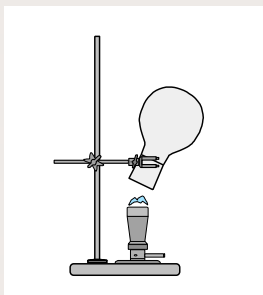
(1.2.2) Badanie palności metanu – wariant II

Sprzęt: kolba kulista, palnik gazowy, statyw z łapą metalową

Odczynniki: roztwór wody wapiennej

Czas wykonania: 2 minuty

Schemat doświadczenia:



Przebieg doświadczenia:

Do kolby kulistej wlej kilka cm³ wody wapiennej, wymieszaj tak, aby zwilżyć ścianki kolby, roztwór wylej. Nad zapalonym palnikiem gazowym umieść pod pewnym kątem kolbę kulistą zwróconą dnem do góry. Obserwuj zmiany zachodzące na ściankach kolby.

Środki bezpieczeństwa:

Doświadczenie należy wykonać, stosując środki ochrony osobistej, takie jak fartuch laboratoryjny, okulary ochronne, rękawiczki.

Omówienie przebiegu doświadczenia:

W wyniku spalania metanu będącego głównym składnikiem gazu ziemnego powstał tlenek węgla(IV), który przereagował z kroplami wody wapiennej, o czym świadczy biały osad na ściankach kolby.

Reakcje zachodzące podczas doświadczenia:

Reakcje spalania metanu: $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Reakcja mętnienia wody wapiennej: $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

(1.2.3) Badanie palności metanu – wariant III

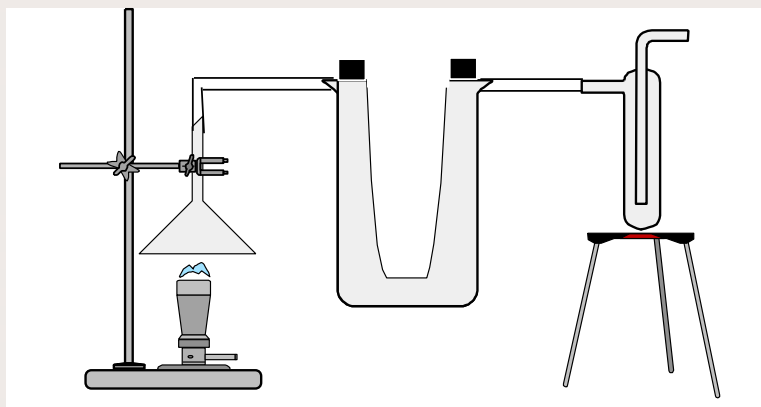
Sprzęt: statyw z łapą metalową, palnik na gaz ziemny, lejek połączony wężykiem z naczyniem w kształcie litery U, płuczek, wężyki

Odczynniki: roztwór wody wapiennej, 2–3 g bezwodnego siarczanu(VI) miedzi(II)



Czas wykonania: 3–4 minuty

Schemat doświadczenia:



Przebieg doświadczenia:

Do płuczki wprowadź roztwór wody wapiennej, a do U-rurki niewielką ilość bezwodnego siarczanu(VI) miedzi(II). Następnie połącz za pomocą wężyków odwrócony nóżką do góry i zamocowany w statywie lejek, U-rurkę i płuczkę. Pod lejkiem umieść zapalony palnik gazowy.

Środki bezpieczeństwa:

Doświadczenie należy wykonać, stosując środki ochrony osobistej, takie jak fartuch laboratoryjny, okulary ochronne, rękawiczki.

Omówienie przebiegu doświadczenia:

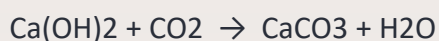
W wyniku spalania metanu będącego głównym składnikiem gazu ziemnego powstała para wodna i tlenek węgla(IV). Powstające w reakcji gazy wędrują przez układ doświadczalny – U-rurkę, a następnie przedostają się do płuczki. W U-rurce można zaobserwować zmianę barwy ciała stałego z białej na niebieską, co jest skutkiem uwodnienia siarczanu(VI) miedzi(II). Bezwodny siarczan(VI) miedzi(II) jest białym krystalicznym ciałem stałym, w kontakcie z wodą ulega rozpuszczeniu. Jony miedzi Cu^{2+} w mają w roztworze wodnym charakterystyczną niebieską barwę. Siarczan(VI) miedzi(II), krystalizując z roztworu wodnego, tworzy kryształy o niebieskiej barwie. W płuczce obserwujemy mętnienie wody wapiennej, co potwierdza obecność tlenku węgla(IV) w produktach spalania.

Reakcje zachodzące podczas doświadczenia:

Reakcje spalania metanu: $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Reakcja zachodząca w U-rurce: $\text{CuSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CuSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$

Reakcja mętnienia wody wapiennej zachodząca w płuczce:





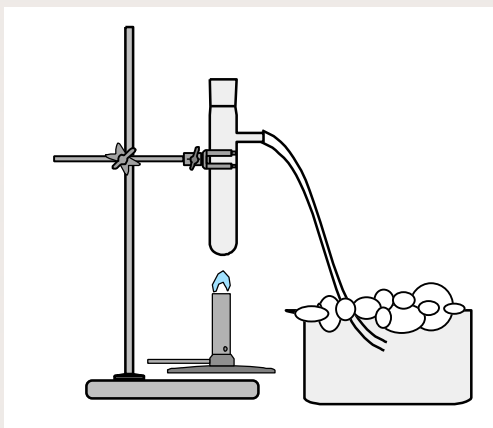
(1.2.4) Badanie palności metanu – wariant IV

Sprzęt: łuczywko, zapalaki

Odczynniki: woda z płynem do mycia naczyń

Czas wykonania: 2–3 minuty

Schemat doświadczenia:



Przebieg doświadczenia:

Metan należy otrzymać zgodnie z powyższym opisem (wariant I lub II) z tą różnicą, że do wody znajdującej się w krystalizatorze należy dolać kilka cm³ płynu do mycia naczyń i delikatnie wymieszać. Wydzielający się metan będzie zbierał się w pęcherzykach piany. Gdy już powstanie duża ilość piany, należy ją wziąć na mokre dłonie i podpalić.

Środki bezpieczeństwa:

Doświadczenie należy wykonać, stosując środki ochrony osobistej, takie jak fartuch laboratoryjny, okulary ochronne.

Omówienie przebiegu doświadczenia:

Woda obecna na dłoniach pochłania energię wydzielającą się podczas spalania metanu i zamienia się w parę wodną. Duże ciepło właściwe wody zapobiega poparzeniom, dlatego bardzo ważne jest, by dłonie były dokładnie zmoczone. Doświadczenie jest efektowne, ale należy zachować szczególne środki ostrożności.

Reakcje zachodzące podczas doświadczenia:

Reakcje spalania metanu: $\text{CH}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$



(1.3) Badanie zachowania metanu w obecności wody bromowej lub wodnego roztworu manganianu(VII) potasu

Sprzęt: probówki, korki

Odczynniki: kilka cm³ roztworu wody bromowej lub roztworu manganianu(VII) potasu

Czas wykonania: 2–3 minuty

Przebieg doświadczenia:

Do probówki z zebranym metanem wprowadź kilka centymetrów sześciennych wody bromowej lub kilka centymetrów sześciennych wodnego roztworu manganianu (VII) potasu. Probówki zatkaj korkami i intensywnie wytrząsaj.

Środki bezpieczeństwa:

Roztwór wody bromowej jest szkodliwy dla zdrowia i nie należy jej wąchać. Manganian(VII) potasu ma silne właściwości utleniające, reaguje ze skórą, tworząc brązowe plamy. Doświadczenie należy wykonać, stosując środki ochrony osobistej, takie jak fartuch laboratoryjny, okulary ochronne, rękawiczki.

Omówienie przebiegu doświadczenia:

Metan, podobnie jak inne alkany, nie odbarwia ani wody bromowej ani roztworu manganianu(VII) potasu, jest związkiem biernym chemicznie, dlatego nie obserwujemy żadnych zmian barwy mieszaniny reakcyjnej.



(2) Praca indywidualna z kartą pracy i jej omówienie

Czas: 5 minut

Po wykonaniu doświadczenia przez nauczyciela, uczniowie samodzielnie uzupełniają kartę pracy dotyczącą otrzymywania, badania palności metanu oraz jego zachowania względem wody bromowej lub/i wodnego roztworu manganianu(VII) potasu (→ **załącznik 2** / → **załącznik 4**). Należy sprawdzić poprawność udzielanych odpowiedzi (→ **załącznik 3** / → **załącznik 5**).



(3) Praca z tekstem dotyczącym tetrahydrotiofenu

Czas: 10 minut

Przeczytajcie tekst dotyczący procesu nawaniania gazu ziemnego. Następnie odpowiedzcie na pytania (→ załącznik 6 / → załącznik 8).

Podsumowanie (3 minuty)

„Co nowego dziś odkryłeś?”, „Czego się dziś dowiedziałeś?”, „Czy coś cię dziś zaskoczyło w trakcie lekcji?” – chętni uczniowie krótko udzielają odpowiedzi na te pytania.

Praca domowa



W grupach 4–5 osobowych przygotujcie on-line, np. w programie mind42, mapy mentalne, w których przedstawicie w uporządkowany, atrakcyjny graficznie sposób informacje o gazie ziemnym i jego głównym składniku metanie. Mapę można wzbogacić o linki do stron lub zdjęcia. Adres URL mapy prześlijcie na podany adres e-mail lub jako wiadomość poprzez szkolny dziennik internetowy.





6. Materiały do pobrania dla nauczyciela

Załącznik_1_ciekawostki

Załącznik_2_karta_pracy_doświadczenie_PP

Załącznik_3_karta_pracy_doświadczenie_PP_ODP

Załącznik_4_karta_pracy_doświadczenie_PR

Załącznik_5_karta_pracy_doświadczenie_PR_ODP

Załącznik_6_tekst_THT_PP

Załącznik_7_tekst_THT_PP_ODP

Załącznik_8_tekst_THT_PR

Załącznik_9_tekst_THT_PR_ODP

Załącznik_10_film_spalanie_metanu



7. Bibliografia

Bielański A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, WN PWN, Warszawa 2012.

Czerwiński A., Czerwińska A., Jedlińska-Kazimierczuk M., Kuśmierczyk K., *Poradnik dla nauczyciela. Chemia 2*, WSiP, Warszawa 2002.

<http://www.portalnaukowy.edu.pl/index.php/jak-to-dziaa-/236-nawanianie-gazu-ziemnego> (dostęp: 14.02.2019)

<https://pl.wikipedia.org/wiki/Tetrahydrotiofen> (dostęp: 14.02.2019)

<https://pl.wikipedia.org/wiki/Tetrahydrotiofen> (dostęp: 14.02.2019).

<https://www.psgaz.pl/przewonienie-gazu-ziemnego> (dostęp: 14.02.2019)

Huszał A., *Kontrola poziomu nawonienia paliw gazowych*, „Nafta i Gaz” 2009, 2.

Huszał A., *Usuwanie THT z nawonionego gazu ziemnego, rozprowadzanego siecią przesyłową, z użyciem sorbentów ciekłych*, „Nafta i Gaz” 2010, 5.

Kulawik J., Kulawik T., Litwin M., *Chemia Nowej Ery 8*, Nowa Era, Warszawa 2018.

Morisson R.T., Boyd R.N., *Chemia organiczna*, t. 1, WN PWN, Warszawa 1997.

Villee C.A., *Biologia*, różne wydania.

Zasoby Wirtualnego Muzeum Gazownictwa

Źródła zdjęć

Tytuł zdjęcia z załącznika 1	Strona www
Współczesna ciśnieniowa lampa naftowa, we wnętrzu za szkłem widoczna koszulka Auera	By Dfr, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1487145 , domena publiczna.
Koszulka Auera	By Łukasz Karolewski – praca własna, CC BY-SA 4.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=34467961
Bryła hydratu metanu na dnie morza. Widoczny uwalniający się gazowy metan	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6213878 , domena publiczna.
Płonący klatrat metanu. W górnym lewym rogu struktura krystaliczna klatratu	https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1410278 , domena publiczna.
Rozlewiska Biebrzy	By Wojsyl, CC BY-SA 3.0, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=772249
Platforma wiertnicza DeepWater Horizon	By nieznany – US Coast Guard – 100421-G-XXXXL- 003 – Deepwater Horizon fire (Direct link), https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=10111588 , domena publiczna.

Wszystkie schematy doświadczeń zostały narysowane przez autorkę w programie ACDLABS 12.0 ChemSketch.