



## Badanie właściwości fizykochemicznych wodorków

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Wirtualne laboratorium - I](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



## Badanie właściwości fizykochemicznych wodorków

Wodorki są wokół nas. Podczas wybuchu wulkanu, w gazach wulkanicznych obecny jest siarkowodór.  
Źródło: dostępny w internecie: [www.pixabay.com](http://www.pixabay.com), domena publiczna.

Związki wodoru z innymi pierwiastkami są określane mianem wodorków. Stosowanie pojęcia „wodorków” w szerszym znaczeniu pozwala na całościowe ujęcie zagadnienia zmiany właściwości fizykochemicznych związków wodoru z innymi pierwiastkami, w aspekcie ich położenia w układzie okresowym.

### Twoje cele

- Poznasz właściwości fizyczne i właściwości chemiczne wodorków.
- Zbadasz zachowanie się wodorków wobec wody.
- Określisz charakter chemiczny (kwasowy, zasadowy, obojętny) wodorków.
- Określisz zależność temperatury topnienia i wrzenia od rodzaju wiązania chemicznego w wodorkach oraz oddziaływań międzycząsteczkowych.

# Przeczytaj

---

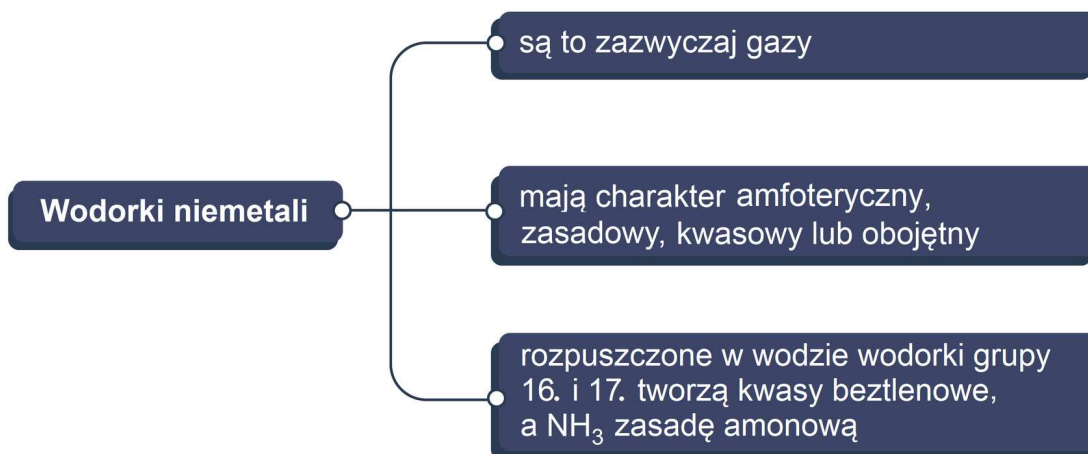
Właściwości fizyczne, takie jak np. stan skupienia w temperaturze pokojowej oraz właściwości chemiczne (rozpuszczalność w wodzie, charakter kwasowo–zasadowy), wynikają z budowy danego związku oraz z charakteru występującego w nim wiązania.

Na podstawie temperatury wrzenia można wysnuć wnioski dotyczące rodzaju wiązania oraz oddziaływań międzycząsteczkowych. Niskie temperatury wrzenia cechują substancje zbudowane z cząsteczek o charakterze niepolarnym, wówczas jedynym rodzajem oddziaływań, które zachodzą między cząsteczkami, są wyłącznie słabe **oddziaływania van der Waalsa**. Silniejsze oddziaływania obserwuje się między dipolami, a z kolei obecność atomu wodoru, związanego z silnie elektroujemnym atomem fluoru, tlenu lub azotu, warunkuje możliwość tworzenia **wiązań wodorowych**. Najwyższe temperatury wrzenia są obserwowane dla substancji o budowie jonowej, ponieważ **wiązanie jonowe** ma charakter kolektywny, tj. obejmuje wszystkie jony, które wchodzi w skład kryształu.

Budowa związku chemicznego warunkuje także właściwości chemiczne, takie jak charakter kwasowy lub zasadowy.

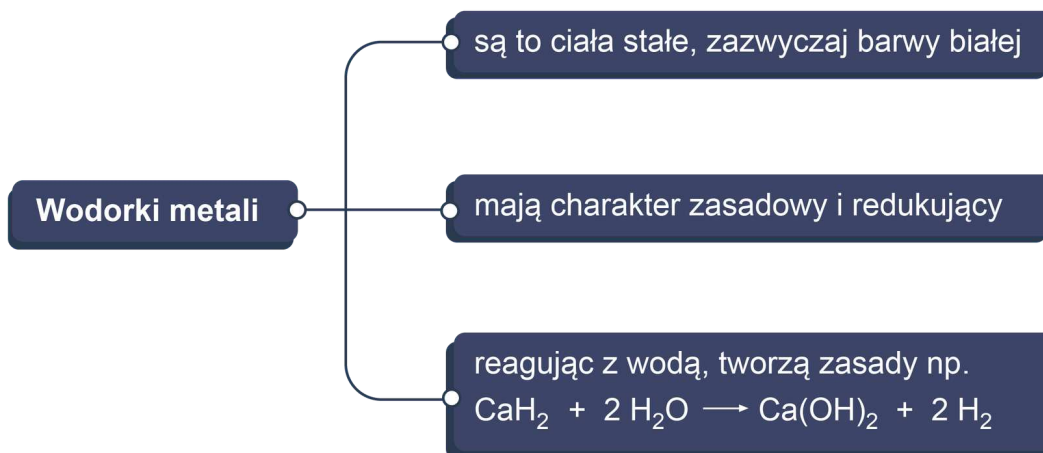
## Właściwości fizyczne i chemiczne wodoroków

Wodorki niemetali mają następujące właściwości:



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

Wodorki metali mają odmienne właściwości:



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

## Słownik

### wiązanie kowalencyjne

wiązanie chemiczne, polegające na współdzieleniu pary elektronowej pomiędzy dwoma związanymi atomami; atomy połączone tym wiązaniem cechują się wysoką elektroujemnością i niewielką różnicą elektroujemności; w przypadku większej różnicy

elektroujemności niż 0,4, obserwuje się polaryzację wiązania (→ [wiązanie kowalencyjne spolaryzowane](#))

### **wiązanie kowalencyjne spolaryzowane**

przypadek wiązania kowalencyjnego pomiędzy dwoma atomami, wyraźnie różniącymi się elektroujemnością (więcej niż 0,4); jako górną granicę różnicy elektroujemności przyjmuje się 1,7 (powyżej tej wartości → [wiązanie jonowe](#)), należy jednak zwrócić uwagę na charakter związku – substancja, która posiada wiązania kowalencyjne spolaryzowane, tworzy cząsteczki

### **wiązanie jonowe**

oddziaływanie o charakterze elektrostatycznym pomiędzy jonami: przyciąganie różnoimiennych jonów i odpychanie jednoimiennych; substancja jonowa występuje w postaci kryształu jonowego, w którym każdy jon oddziałuje z pozostałymi w kryształce – jest to więc wiązanie niekierunkowe

### **oddziaływania międzycząsteczkowe**

oddziaływania pomiędzy cząsteczkami warunkujące niektóre właściwości fizyczne, jak np. temperatura wrzenia; najsilniejsze oddziaływania międzycząsteczkowe (około  $100 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ ) są słabsze od najsłabszych wiązań chemicznych (kilkaset  $\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ ); ze względu na energię oddziaływania, można je uszeregować: wiązania wodorowe (kilkadziesiąt  $\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ ), oddziaływania van der Waalsa (poniżej kilku  $\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ )

### **wiązania wodorowe**

oddziaływania o charakterze niekowalencyjnym pomiędzy atomem wodoru, który jest związany bezpośrednio z silnie elektroujemnym atomem o małym promieniu atomowym (F, O, N); obecność wiązań wodorowych pomiędzy cząsteczkami zazwyczaj znacznie podwyższa temperaturę wrzenia

### **oddziaływania van der Waalsa**

grupa oddziaływań o charakterze elektrostatycznym, różniących się energią; są obecne pomiędzy wszystkimi cząsteczkami/atomami, natomiast ze względu na swoją nieznaczną energię, uwzględniane są jedynie w przypadku braku innych, silniejszych oddziaływań; najsilniejsze oddziaływania van der Waalsa występują pomiędzy dipolami trwałymi; energia tych oddziaływań maleje wraz z polarnością cząsteczki oraz wiązań; najsłabsze wiązania van der Waalsa występują pomiędzy atomami helowców i wynikają z oddziaływania pomiędzy chwilowymi dipolami, utworzonymi na skutek chwilowych zaburzeń rozkładu gęstości elektronowej wokół atomów gazów szlachetnych

## **Bibliografia**

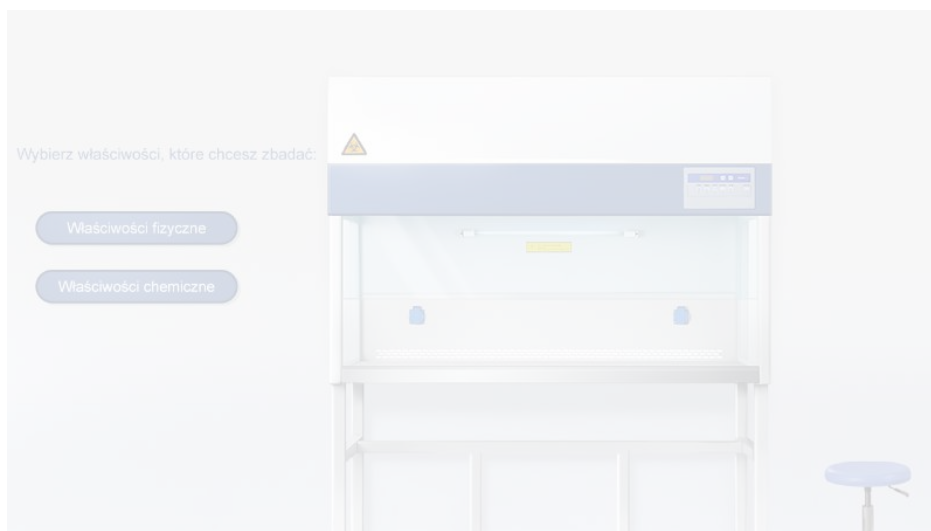
Bielański A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 1997.

# Wirtualne laboratorium – I

---

## Laboratorium 1

Przeprowadź doświadczenie w wirtualnym laboratorium chemicznym. Rozwiąż problem badawczy i zweryfikuj hipotezę. W formularzu zapisz obserwacje i wyniki, a następnie sformułuj wnioski. Spróbuj wykonać doświadczenie samodzielnie. Jeśli jednak będziesz mieć problemy, możesz skorzystać z instrukcji, która znajduje się pod ikoną notatnika w lewym górnym rogu.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D1DUjkD2s>

Wirtualne laboratorium pt. *Badanie właściwości fizykochemicznych wodorków*

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

**Analiza doświadczenia:** Badanie właściwości fizykochemicznych wodorków.

**Problem badawczy:** Czy właściwości fizykochemiczne wodorków zależą od rodzaju wodorku?

**Hipoteza:** Właściwości fizykochemiczne wodorków są zależne od rodzaju wodorku.

---

**Obserwacje:**

**Wyniki:**

**Wnioski:**

# Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

## Ćwiczenie 1



Połącz w pary poniższe pojęcia z ich wyjaśnieniem.

Oddziaływania międzycząsteczkowe

wiązanie chemiczne, które polega na uwspólnieniu pary elektronowej pomiędzy dwoma złączonymi atomami. Atomy połączone tym wiązaniem cechują się wysoką elektroujemnością i niewielką różnicą elektroujemności.

Wiązanie kowalencyjne

przypadek wiązania kowalencyjnego pomiędzy dwoma atomami wyraźnie różniącymi się elektroujemnością. Jako górną granicę przyjmuje się 1,7.

Wiązanie jonowe

oddziaływania pomiędzy cząsteczkami, warunkujące niektóre właściwości fizyczne, np. temperatura wrzenia.

Wiązanie kowalencyjne spolaryzowane

oddziaływania o charakterze niekowalencyjnym pomiędzy atomem wodoru, który jest związany bezpośrednio z silnie elektroujemnym atomem o małym promieniu atomowym.

Wiązania wodorowe

oddziaływanie o charakterze elektrostatycznym pomiędzy jonami; przyciąganie różnoimiennych jonów i odpychanie jednoimiennych.

## Ćwiczenie 2



Zapisz równanie reakcji wodoroku sodu z wodą w postaci jonowej skróconej.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Ćwiczenie 3



Zaznacz prawdziwe zdania.

Atomy metali w wodorokach występują na dodatnich stopniach utlenienia.

Wszystkie wodoroki zawierają anion  $\text{H}^-$ , w którym atom wodoru występuje na  $-I$  stopniu utlenienia.

Wodoroki o charakterze kwasowym reagują z zasadami, a nie reagują z kwasami.

Właściwości kwasowe wodoroków niemetalu wzrastają od grupy 14. do 17.

## Ćwiczenie 4



Otwarto butelki, zawierające stężony roztwór amoniaku oraz stężony kwas solny. Zaobserwowano pojawienie się białej mgły. Zapisz równanie reakcji i podaj nazwę produktu odpowiedzialnego za powstanie mgły.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

## Ćwiczenie 5



„Wodorki kowalencyjne”, czyli związki wodoru z niemetalami, nie stanowią jednolitej grupy związków. W oparciu o budowę cząsteczki  $\text{SiH}_4$ , określ, jakie właściwości – kwasowe, zasadowe czy obojętne – będzie posiadać ten związek.

**Odpowiedź:**

## Ćwiczenie 6



Wskaż poprawne określenia tak, aby powstały zdania prawdziwe.

Wodne roztwory wodorków niemetalu 16. i 17. grupy wykazują właściwości kwasowe.

W obrębie okresu moc kwasów rośnie w  ze względu na wzrost  pierwiastka związanego z atomem wodoru.

elektroujemności

lewo

promienia atomowego

prawo

## Ćwiczenie 7



Wyjaśnij, dlaczego temperatury wrzenia w parach  $\text{NH}_3$ — $\text{PH}_3$  oraz  $\text{HF}$ — $\text{HCl}$  maleją przy przejściu od 2. do 3. okresu, rozważając oddziaływania międzycząsteczkowe.

**Odpowiedź:**

## Ćwiczenie 8



Wodorki grupy 15. posiadają wolną parę elektronową na atomie centralnym, która może działać jako akceptor jonów wodoru, co można zaobserwować na przykładzie amoniaku i tworzeniu jonu amonowego. Wyjaśnij, dlaczego arsenowodór nie wykazuje właściwości zasadowych. W odpowiedzi odnieś się do polarności wiązania  $\text{As—H}$ .

**Odpowiedź:**

## Ćwiczenie 9



Pewien pierwiastek  $X$  tworzy wodorek, w którym występuje na drugim stopniu utlenienia. W wyniku reakcji tego wodorku, z 1,8 g wody powstaje m. in. 3,7 g pewnego związku chemicznego, zawierającego pierwiastek  $X$ . Ustal wzór sumaryczny tego wodorku oraz określ jego charakter chemiczny.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

# Dla nauczyciela

---

## Scenariusz zajęć

**Autor:** Elżbieta Korzeniak, Krzysztof Błaszczak

**Przedmiot:** chemia

**Temat:** Badania właściwości fizyko-chemicznych wodoroków

**Grupa docelowa:** III etap edukacyjny, liceum, technikum, zakres podstawowy i rozszerzony; uczniowie III etapu edukacyjnego – kształcenie w zakresie podstawowym i rozszerzonym

## Podstawa programowa:

Zakres podstawowy

Cele kształcenia – wymagania ogólne

I. Pozyskiwanie, przetwarzanie i tworzenie informacji. Uczeń:

2) ocenia wiarygodność uzyskanych danych.

Cele kształcenia – wymagania szczegółowe

VII. Systematyka związków nieorganicznych. Uczeń:

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.

Zakres rozszerzony

VII. Systematyka związków nieorganicznych. Uczeń:

6) klasyfikuje wodoroki ze względu na ich charakter chemiczny (kwasowy, zasadowy i obojętny); projektuje i przeprowadza doświadczenie, którego przebieg pozwoli wykazać charakter chemiczny wodoroku; 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.

**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:**

- opisuje właściwości fizyczne i właściwości chemiczne wodorów;
- bada zachowanie się wodorów wobec wody;
- określa charakter chemiczny (kwasowy, zasadowy, obojętny) wodorów;
- określa zależność temperatury topnienia i wrzenia od rodzaju wiązania chemicznego w wodorkach oraz oddziaływań międzycząsteczkowych.

### **Strategie nauczania:**

- asocjacyjna;
- problemowa.

### **Metody i techniki nauczania:**

- dyskusja dydaktyczna;
- burza mózgów;
- ćwiczenia uczniowskie;
- analiza materiału źródłowego;
- eksperyment chemiczny;
- wirtualne laboratorium;
- technika zdań podsumowujących.

### **Formy pracy:**

- praca indywidualna;
- praca w grupach;
- praca zbiorowa.

### **Środki dydaktyczne:**

- Komputer z głośnikami, słuchawkami i dostępem do Internetu/ smartfony, tablety;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda,
- rzutnik multimedialny;
- aplikacja Mentimeter.

### **Przebieg zajęć**

## **Faza wstępna:**

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wyświetla na tablicy multimedialnej zdjęcia z wybuchem wulkanu, piecyk gazowy z zastosowaniem gazu ziemnego, opakowanie sody amoniakalnej – jako przykłady wodorków z otoczenia człowieka. Zadaje uczniom pytanie: Z jakimi związkami chemicznymi kojarzą się uczniom te zdjęcia?
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów wokół wodorków. Nauczyciel może wykorzystać aplikację Mentimeter z zastosowaniem smartfonów/tabletów.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.
4. Zasady BHP. Nauczyciel zapoznaje uczniów z kartami charakterystyk substancji, które będą używane na lekcjach.

## **Faza realizacyjna:**

1. Eksperymenty chemiczne zostaną przeprowadzone zgodnie z instrukcją zamieszczoną w materiale pomocniczym. Nauczyciel dzieli uczniów na grupy trzy- /czterooosobowe, rozdaje karty pracy, odpowiedni sprzęt i szkło laboratoryjne oraz odczynniki chemiczne. Uczniowie samodzielnie stawiają pytanie badawcze i hipotezę, obserwują zmiany podczas eksperymentu, zapisują odpowiednie równanie reakcji, wyciągają wnioski, wszystko zapisują w kartach pracy. Nauczyciel monitoruje przebieg pracy uczniów. Liderzy grup prezentują efekty pracy na forum klasy. Nauczyciel weryfikuje pod względem merytorycznym wypowiedzi i ewentualnie wyjaśnia niezrozumiałe kwestie. Zamiast eksperymentów, uczniowie mogą pracować z wykorzystaniem wirtualnego laboratorium i badać właściwości fizyko-chemiczne wodorków.
2. Podopieczni dyskutują o zależności właściwości fizycznych i chemicznych od wiązań chemicznych w wodorkach i oddziaływań międzycząsteczkowych.
3. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia zawarte w e-materiale – „Sprawdź się”.

## **Faza podsumowująca:**

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów zadając przykładowe pytania: co to są wodorki? Podaj przykłady wodorków z otoczenia człowieka. Jakie właściwości fizyczne mają wodorki? Jakie właściwości chemiczne mają wodorki? Jakie produkty otrzymamy w reakcji wodorku sodu z wodą? Jakie wodorki nazywamy kowalencyjnymi?
2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie również zamieszczają w swoim portfolio:
  - Przypomniałem/łam sobie, że...
  - Co było dla mnie łatwe...
  - Czego dziś się nauczyłem/łam...
  - Co sprawiało mi trudność...

## **Praca domowa:**

Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia zawarte w emateriale z sekcji „Sprawdź się”.

## **Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimediu:**

Wirtualne laboratorium może być wykorzystane przez uczniów podczas wykonywania zadania domowego czy podczas przygotowywania się do sprawdzianu oraz wykorzystane przez uczniów nieobecnych na lekcji w celu uzupełnienia swoich braków.

## **Materiały pomocnicze:**

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

- Co to są wodorki?
- Podaj przykłady wodorków z otoczenia człowieka.
- Jakie właściwości fizyczne mają wodorki?
- Jakie właściwości chemiczne mają wodorki?
- Jakie produkty otrzymamy w reakcji wodorku sodu z wodą?
- Jakie wodorki nazywamy kowalencyjnymi?

1. Karty charakterystyki wodorków.

2. Instrukcja doświadczeń.

3. Doświadczenie nr 1: właściwości fizyczne wodorków.

W trakcie tego doświadczenia uczeń ma za zadanie określić właściwości fizyczne (stan skupienia, kolor) i zapach pięciu związków wodoru z innymi pierwiastkami.

**Szkło i sprzęt laboratoryjny:** probówki z korkami, statyw do probówek.

## **Odczynniki chemiczne:**

- Wodorku wapnia – odczynnik komercyjny,
- Metanu – otrzymywany poprzez stapianie wodorotlenku sodu z octanem sodu,
- Amoniak – otrzymywany poprzez podgrzewanie 25% wodnego roztworu amoniaku lub poprzez hydrolizę zasadową formamidu
- Siarkowodór – otrzymywany poprzez działanie rozcieńczonym kwasem siarkowym (VI) na stały siarczek sodu lub poprzez hydrolizę tioacetamidu
- Chlorowodór – otrzymywany poprzez podgrzanie 37% kwasu solnego lub działanie stężonym kwasem siarkowym(VI) na stały chlorek sodu. Alternatywnie poprzez reakcję dowolnego chlorku kwasowego (np.  $\text{NbCl}_5$ ,  $\text{CH}_3\text{COCl}$  z wodą)

Można przygotować zestaw gazowych substratów w probówkach ze szczelnym zamknięciem.

## **Zadania:**

- Określenie stanu skupienia – obserwacja wzrokowa.
- Określenie właściwości gazów – WYKONYWANE POD WYCIĄGIEM! Proponowane w postaci pokazu dla grupy uczniowskiej, w celu uniknięcia wprowadzenia mieszaniny uciążliwych zapachów – zwłaszcza siarkowodoru.
- OSTRZEŻENIE: Siarkowodor jest gazem silnie trującym, niebezpieczny jest zjawisko akomodacji (przyzwyczajenia) się do uciążliwego zapachu wskutek odwracalnego blokowania receptorów węchu, przez co osoba narażona na  $H_2S$  może nie wyczuwać jego zapachu.

#### 4. Doświadczenie nr 2: właściwości chemiczne wodorków.

**Szkło i sprzęt laboratoryjny:** probówki z korkami, pipety, krystalizatory.

**Odczynniki chemiczne:** woda destylowana, wodorek wapnia, metan, siarkowodor, chlorowodor, amoniak, uniwersalny papierek wskaźnikowy.

##### **Reakcja z wodą:**

- Do probówki z  $CaH_2$  wprowadzić ostrożnie niewielką ilość wody, przeprowadzić próbę palności wydzielającego się gazu.
- Do krystalizatora zawierającego wodę destylowaną wstawić odwróconą i zatkaną probówkę z gazem, otworzyć pod wodą i obserwować poziom wody w probówce.
- Sprawdzić odczyn roztworu za pomocą papierka wskaźnikowego.
- W opracowaniu wyników podać tablicowe wartości rozpuszczalności związków (z wyjątkiem  $CaH_2$ ) w wodzie.

#### 5. Doświadczenie nr 3: właściwości chemiczne roztworów wodnych wodorków.

**Szkło i sprzęt laboratoryjny:** probówki, pipety, statyw do probówek.

**Odczynniki chemiczne:** otrzymane roztwory wodne wodorków, metan, wodny roztwór  $NaOH$ , wodny roztwór  $H_2SO_4$ .

##### **Zadania:**

- Otrzymane roztwory wodne wodorków podzielić na dwie części (z wyjątkiem  $CH_4$ , który nie rozpuszcza się w wodzie).
- Do jednej części wprowadzić wodny roztwór  $NaOH$ .
- Do drugiej części wprowadzić wodny roztwór  $H_2SO_4$ .
- Obserwuj zmiany.

#### 6. Karty pracy ucznia:

Plik o rozmiarze 56.71 KB w języku polskim