



Jak z punktu widzenia mikroświata przebiega reakcja wodoru z niemetalami?

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



Jak z punktu widzenia mikroświata przebiega reakcja wodoru z niemetalami?

Sterowce były jednym z największych osiągnięć techniki na przełomie XIX i XX wieku.
Źródło: dostępny w internecie: pixabay.com, domena publiczna.

W sterowcach odpowiednio zmontowana konstrukcja była wypełniona gazem lżejszym od powietrza, np. helem lub wodorem. Częściej jednak wykorzystywano do tego celu ten drugi, ze względu na rzadkość występowania helu i jego cenę. Niestety w maju 1937 roku jeden ze sterowców uległ katastrofie. Przeskok iskry wywołał gwałtowną reakcję pomiędzy wodorem a zawartym w powietrzu tlenem. W tej lekcji dowiesz się, jak przebiega reakcja pomiędzy wodorem a niemetalami na poziomie mikroświata.

Twoje cele

- Zbadasz przebieg reakcji pomiędzy wodorem a niemetalami na poziomie mikroświata.
- Opiszysz rolę wodoru w reakcjach chemicznych z udziałem niemetalu.
- Zapiszesz równanie reakcji wodoru z niemetalami z uwzględnieniem procesów utleniania i redukcji.

Elektroujemność wodoru

Wodór w temperaturze pokojowej oraz pod ciśnieniem atmosferycznym jest bezbarwnym i bezwonny gazem. Jego **elektroujemność** wg. Skali Paulinga posiada wartość 2,1-2,2, która znajduje się mniej więcej w połowie, pomiędzy najbardziej elektroujemnym pierwiastkiem – fluorem (3,98) – a najmniej elektroujemnym fransem (0,7).



Grafika obrazująca elektroujemność wodoru na tle innych pierwiastków w układzie okresowym

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

Wodór w stanie wolnym występuje na zerowym stopniu utlenienia, podobnie jak niemetale w stanie wolnym, z którymi wchodzi w reakcję. Reakcja pomiędzy wodorem a niemetalem jest reakcją typu redoks (utleniania-redukcji), w której dochodzi do wymiany elektronów.

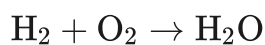
W wyniku reakcji wodoru z pierwiastkiem o wyższej elektroujemności, atom wodoru jest utleniany do +I stopnia utlenienia. Wchodząc z kolei w reakcję z pierwiastkiem o niższej elektroujemności, jest redukowany do –I stopnia utlenienia. Rozpatrzmy to na przykładach.

Przykład 1

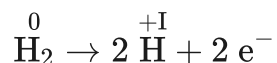
Zapisz równanie reakcji syntezy wody z wodoru i tlenu. Współczynniki dobierz metodą bilansu elektronowego. Określ utleniacz i reduktor. Elektroujemność dla wodoru

H = 2,2, a dla tlenu O = 3,4.

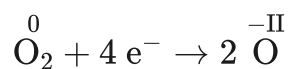
Elektroujemność tlenu jest wyższa od elektroujemności wodoru, dlatego wodór będzie ulegał reakcji utleniania.



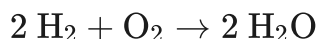
- Proces utleniania:



Proces redukcji:



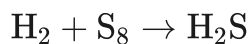
- Sumaryczne równanie reakcji:



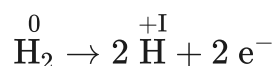
- **Utleniacz:** tlen.
- **Reduktor:** wodór.

Przykład 2

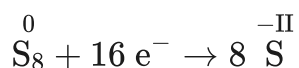
Podobnie z wodorem reaguje siarka. Reakcja zachodzi powoli, z niską wydajnością, co wynika z niższej elektroujemności siarki w porównaniu do tlenu. Rozpatrzmy reakcję wodoru z odmianą alotropową siarki, która tworzy ośmioatomowe cząsteczki S₈:



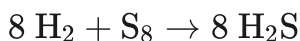
- Proces utleniania:



- Proces redukcji:



- Sumaryczne równanie reakcji:

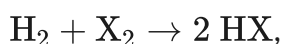


- **Utleniacz:** siarka.
- **Reduktor:** wodór.

Reakcje wodoru z fluorowcami

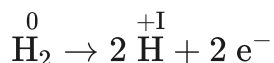
Wodór reaguje również z **fluorowcami**, w wyniku czego powstają odpowiednie fluorowodory. Reaktywność pierwiastków 17. grupy układu okresowego względem wodoru maleje w dół grupy (wraz z malejącą elektroujemnością).

Wysoka elektroujemność fluoru powoduje, że reakcja pomiędzy fluorem a wodorem zachodzi dość gwałtownie. Wraz z malejącą elektroujemnością kolejnych fluorowców, reakcje zachodzą coraz oporniej. Aby zainicjować reakcję z chlorem, wymagane jest światło – reakcja fotochemiczna. Reakcje z bromem i jodem zachodzą powoli z niskimi wydajnościami. Schematycznie równanie reakcji wodoru z fluorowcami można zapisać:

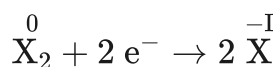


gdzie X jest atomem fluorowca.

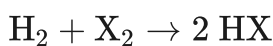
- Proces utleniania:



- Proces redukcji:



- Sumaryczne równanie reakcji:



- **Utleniacz:** fluorowiec.
- **Reduktor:** wodór.

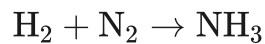
Reakcje wodoru z azotem

Wodór reaguje również z azotem. Jednak pomimo jego wysokiej wartości elektroujemności (3,0), reakcja nie zachodzi samorzutnie. Jest to związane z dużą mocą wiązania w cząsteczce azotu. Energia, niezbędna do rozerwania jednego mola cząsteczek azotu na pojedyncze

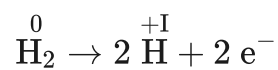
atomy, wynosi 941 kJ (tzw. energia wiązania). Z kolei aby rozerwać jeden mol wiązań w cząsteczkach wodoru, wystarczy dostarczyć 435 kJ energii.

Dlatego reakcja ta zachodzi pod wysokim ciśnieniem (ok. 35 MPa) i w podwyższonej temperaturze (ok. 800 K) oraz z użyciem odpowiedniego katalizatora (np. katalizator żelazowy). Ten sposób otrzymywania amoniaku stanowi podstawę [metody Habera-Boscha](#).

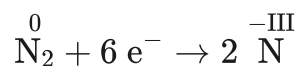
- Równanie tej reakcji można zapisać:



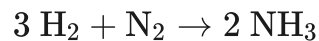
- Proces utleniania:



- Proces redukcji:



- Sumaryczne równanie reakcji:



- **Utleniacz:** azot.
- **Reduktor:** wodór.

Ciekawostka



Fritz Haber

Źródło: dostępny w internecie: commons.wikimedia.org, domena publiczna.

Niemiecki chemik Fritz Haber opracował wydajną metodę syntezy amoniaku. Dzięki zastosowaniu odpowiednich warunków ciśnienia i temperatury, podwyższył wydajność tej reakcji do 30%. Amoniak był wykorzystywany do syntezy nawozów, ratując przy tym Europę przed głodem po I wojnie światowej. Został za to nagrodzony nagrodą Nobla w dziedzinie chemii w 1918 roku. Opracowana przez niego metoda jest wykorzystywana do dziś.

Ze względu na niższą elektroujemność od większości pozostałych metali, wodór ulega w reakcjach z nimi utlenieniu do +I stopnia utlenienia.

Słownik

elektroujemność

zdolność atomów do przyciągania elektronów

energia wiązania chemicznego

energia potrzebna do rozerwania wiązania

fluorowce

pierwiastki 17. grupy układu okresowego

metoda Habera-Boscha

metoda syntezy amoniaku, wykorzystująca warunki podwyższonego ciśnienia i temperatury, opracowana przez Habera i Boscha

reakcja fotochemiczna

Bibliografia

Bielański A., *Podstawy Chemii nieorganicznej*, t. 1-2, Warszawa 2010.

Encyklopedia PWN

Trzebiatowski W., *Chemia nieorganiczna*, Warszawa 1978, wyd. 8.

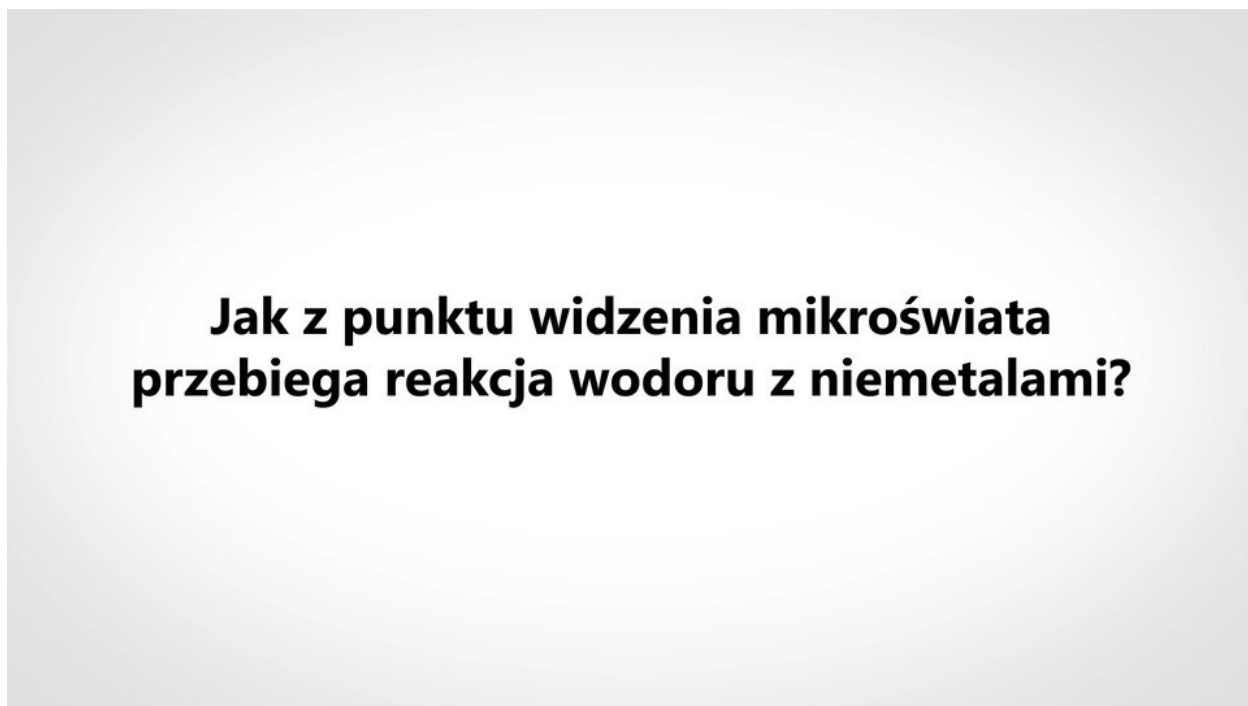
Jolly W. L., *Hydrogen*, California, online:

<https://www.britannica.com/science/hydrogen/Production-and-applications-of-hydrogen>, dostęp: 06.10.2021.

Animacja

Polecenie 1

Czy wiesz, jak zachodzi reakcja wodoru z niemetalami z punktu widzenia mikroświata?
Zapoznaj się z poniższą animacją i wykonaj zadania.



Film dostępny pod adresem </preview/resource/R48ldV6ajcZKc>

Animacja pt. *Jak z punktu widzenia mikroświata przebiega reakcja wodoru z niemetalami?*

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

Film nawiązujący do treści materiału dotyczącej przebiegu reakcji wodoru z niemetalami z poziomu mikroświata.

Ćwiczenie 1

Zapisz równanie reakcji zachodzącej pomiędzy siarką i wodorem w podwyższonej temperaturze. Dla uproszczenia, w zapisie równania reakcji przyjmij, że siarka występuje w postaci atomowej – S.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 2

Dlaczego reaktywność fluorowców w reakcji z wodorem cząsteczkowym maleje w dół grupy? Wybierz poprawną odpowiedź.

- ☐ Ponieważ rośnie promień jonowy.
- ☐ Ponieważ maleje elektroujemność.
- ☐ Ponieważ rośnie długość wiązań w cząsteczkach fluorowców.
- ☐ Ponieważ rośnie elektroujemność.

Ćwiczenie 3

Jaki typ wiązania występuje w cząsteczce wodoru? Wybierz poprawną odpowiedź.

- ☐ Atomowe niespolaryzowane.
- ☐ Jonowe.
- ☐ Koordynacyjne.
- ☐ Atomowe spolaryzowane.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Uzupełnij poniższy tekst, wybierając właściwe słowo.

Reakcja wodoru z innymi niemetalami to reakcja typu / . Ze względu na / elektroujemność od wodoru, w reakcjach z niemetalami ulega on zazwyczaj procesowi / . Wodór, w połączeniu z atomami większości niemetali, przyjmuje / stopień utlenienia.

Ćwiczenie 2



Wskaż prawidłowe zdanie.

- ☐ Reakcja wodoru z gazowym chlorem inicjowana jest światłem.
- ☐ Wodór gwałtownie reaguje z jodem.
- ☐ W warunkach normalnych zachodzi samorzutna reakcja wodoru z azotem.

Ćwiczenie 3



Wybierz poprawne dokończenie zdania.

Azot nie reaguje z wodorem w warunkach normalnych:

- ☐ ponieważ są to gazy.
- ☐ ponieważ reakcja ta zachodzi samorzutnie.
- ☐ ponieważ wynika to z wysokiej wartości energii wiązania azotu.
- ☐ ponieważ wodór jest silnym utleniaczem.

Ćwiczenie 4



Oceń prawdziwość poniższych zdań.

Zdanie	Prawda	Fałsz
Reaktywność fluorowców w reakcji z wodorem rośnie w dół grupy.	☐	☐
Reakcja wodoru z azotem zachodzi pod obniżonym ciśnieniem i w ujemnych temperaturach.	☐	☐
W wyniku reakcji siarki z wodorem powstaje siarkowodór.	☐	☐

Ćwiczenie 5



Wyjaśnij, dlaczego wodór w reakcjach z niemetalami zazwyczaj utlenia się do +I stopnia utlenienia.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 6



Zapisz w szeregu, jak zmienia się reaktywność fluorowców względem wodoru (jako pierwszy zapisz najbardziej reaktywny).

, , ,

Br

I

Cl

F

Ćwiczenie 7



Wodór zmieszany z tlenem w stosunku objętościowym 2 : 1 tworzy tzw. mieszaninę piorunującą. Zapisz równanie reakcji spalania wodoru w tlenie. Współczynniki dobierz, korzystając z bilansu elektronowego. Wskaż utleniacz i reduktor.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Fluor gwałtownie reaguje z wodorem, tworząc fluorowodór. Zapisz równanie opisanej reakcji. Współczynniki dobierz, korzystając z bilansu elektronowego. Wskaż utleniacz i reduktor.

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: Marcin Małecki, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Jak z punktu widzenia mikroświata przebiega reakcja wodoru z niemetalami?

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

X. Metale, niemetale i ich związki. Uczeń:

5) pisze równania reakcji ilustrujące typowe właściwości chemiczne niemetalu, w tym między innymi równania reakcji: wodoru z niemetalami (Cl_2 , O_2 , N_2 , S), chloru, siarki z metalami (Na, K, Mg, Ca, Fe, Cu).

Zakres rozszerzony

X. Metale, niemetale i ich związki. Uczeń:

10) pisze równania reakcji ilustrujące typowe właściwości chemiczne niemetalu, w tym między innymi równania reakcji: wodoru z niemetalami (Cl_2 , Br_2 , O_2 , N_2 , S), chloru, bromu i siarki z metalami (Na, K, Mg, Ca, Fe, Cu); chloru z wodą.

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:

- analizuje reakcję pomiędzy wodorem, a niemetalami na poziomie mikroświata;
- omawia rolę wodoru w reakcjach chemicznych z udziałem niemetalu;

- pisze równania reakcji wodoru z niemetalami z uwzględnieniem procesów utleniania i redukcji.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

- burza mózgów;
- dyskusja dydaktyczna;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- animacja;
- mapa myśli;
- technika zdań podsumowujących.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wyświetla okładkę e-materiału i zadaje uczniom pytanie: „Dlaczego wodór był wykorzystywany w sterowcach?”. Pyta uczniów o możliwe zagrożenia, wynikające ze stosowania wodoru.
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów do pytania: Jakie znacze związki wodoru z metalami i niemetalami. Uczniowie zapisują odpowiedzi w postaci mapy myśli. Nauczyciel zadaje pytanie retoryczne: Jak z punktu widzenia mikroświata przebiega reakcja wodoru z niemetalami?

3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Uczniowie, na zasadzie burzy mózgów, przypominają właściwości fizykochemiczne wodoru na forum klasy.
2. Uczniowie analizują treści w e-materiale, dotyczące powiązania zmian budowy atomów niemetalu do ich reaktywności. Na podstawie elektroujemności, podają, jak zmienia się reaktywność pierwiastków.
3. Animacja przedstawiająca modelowe ujęcie wybranych reakcji na poziomie mikroświata – praca w parach. Uczniowie zapoznają się z medium bazowym, po czym wykonują zawarte tam ćwiczenia.
4. Uczniowie podchodzą do tablicy i ćwiczą zapisywanie odpowiednich równań reakcji chemicznych – przykłady proponuje nauczyciel (np.: wodór z sodem, wodór z chlorem, wodór z azotem, wodór z fluorem, wodór, z acetylenem).
5. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia zawarte w e-materiale – „Sprawdź się”.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel sprawdza wiedzę uczniów poprzez zadawanie przykładowych pytań: jakie właściwości fizykochemiczne posiada wodór? Jaką rolę pełni wodór w reakcjach z niemetalami? W jakich warunkach zachodzi reakcja wodoru z gazowym chlorem? Czy siarka może być spalana w wodorze? Dlaczego azot nie reaguje z wodorem w warunkach normalnych?
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 się nauczyłam/łem...
 - Co sprawiało mi trudność...

Praca domowa:

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

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Animacja może być wykorzystana podczas lekcji. Medium może być również wykorzystane podczas odrabiania zadania domowego.

Materiały pomocnicze:

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

- Jakie właściwości fizykochemiczne posiada wodór?
- Jaką rolę pełni wodór w reakcjach z niemetalami?
- W jakich warunkach zachodzi reakcja wodoru z gazowym chlorem?
- Czy siarka może być spalana w wodorze?
- Dlaczego azot nie reaguje z wodorem w warunkach normalnych?