



Jakie są podobieństwa w reaktywności fluorowców?

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



Jeszcze do niedawna w gospodarstwach domowych bardzo często stosowano lampy halogenowe. Dają one dużo światła, a rozgrzane są niezwykle gorące. Ich światło różni się od tego pochodzącego z klasycznej żarówki tym, że wewnątrz znajduje się gaz szlachetny z niewielkim dodatkiem fluorowca. Rolą fluorowca jest wydłużenie żywotności żarówki m.in. przez regenerację żarnika. Fluorowce to inaczej halogeny, czyli pierwiastki 17. grupy układu okresowego. Czy wiesz jakie związki chemiczne tworzą te pierwiastki oraz jaka jest ich reaktywność?

Twoje cele

- Powtórzysz i usystematyzujesz podstawowe informacje dotyczące fluorowców.
- Omówisz podobieństwa w reaktywności fluorowców.
- Porównasz właściwości fizyczne i chemiczne fluorowców.
- Zapiszesz równania reakcji chemicznych zachodzących z udziałem fluorowców.

Przeczytaj

Fluorowce

Fluorowce to pierwiastki 17. grupy układu okresowego. Należą do nich fluor, chlor, brom, jod oraz otrzymany syntetycznie astat. Substancje te nie występują w przyrodzie w stanie wolnym, ale w postaci różnorodnych związków chemicznych (w stanie związanym). Najczęściej spotyka się związki chloru, np. **halit** (NaCl), **sylwin** (KCl) oraz związki fluoru, np. **fluoryt** (CaF₂), **apatyt** (CaF₂ · Ca₃(PO₄)₂) czy **kriolit** (AlF₃ · 3 NaF).

Konfiguracje elektronowe wybranych atomów poszczególnych fluorowców zestawiono w poniższej tabeli.

Fluorowiec	Konfiguracja elektronowa w ujęciu powłokowym	Konfiguracja elektronowa podpowłokowa skrócona
⁹ F	$K^2 L^7$	[He] 2s ² 2p ⁵
¹⁷ Cl	$K^2 L^8 M^7$	[Ne] 3s ² 3p ⁵
³⁵ Br	$K^2 L^8 M^{18} N^7$	[Ar] 4s ² 3d ¹⁰ 4p ⁵
⁵³ I	$K^2 L^8 M^{18} N^{18} O^7$	[Kr] 5s ² 4d ¹⁰ 5p ⁵
⁸⁵ At	$K^2 L^8 M^{18} N^{32} O^{18} P^7$	[Xe] 6s ² 4f ¹⁴ 5d ¹⁰ 6p ⁵

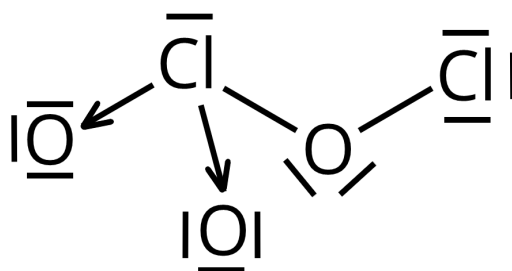
Stopnie utlenienia, które mogą przyjmować atomy wybranych fluorowców w związkach chemicznych oraz przykłady odpowiadających im związków chemicznych zestawiono w tabeli.

Stopień utlenienia	F	Cl	Br	I
-I	HF, OF ₂	HCl	HBr	HI

Stopień utlenienia	F	Cl	Br	I
I	-	Cl ₂ O, HClO	Br ₂ O, HBrO	HIO
III	-	HClO ₂	BrF ₃	-
IV	-	ClO ₂ , Cl ₂ O ₄	BrO ₂	I ₂ O ₄
V	-	HClO ₃	HBrO ₃	I ₂ O ₅ , HIO ₃
VII	-	Cl ₂ O ₇ , HClO ₄	HBrO ₄	HIO ₄

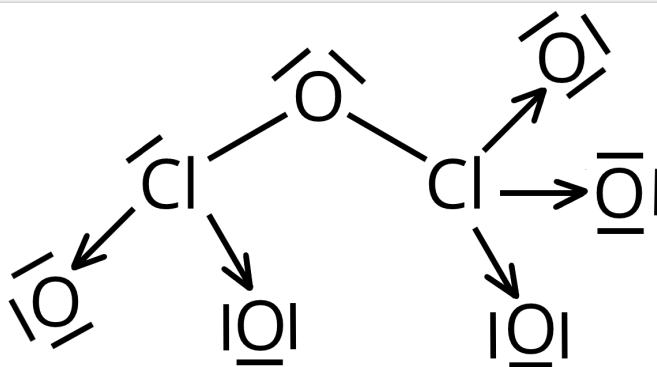
Ciekawostka

Istnieją również związki fluorowców, w których atomy fluorowca występują na dwóch różnych stopniach utlenienia.



Wzór elektronowy Cl₂O₃

1) Tlenek chloru (I, V) (Cl₂O₃) - w cząsteczce tego tlenku jeden atom chloru posiada stopień utlenienia +I, a drugi +V.



Wzór elektronowy Cl₂O₆

2) Tlenek chloru (V, VII) (Cl_2O_6) - w cząsteczce tego tlenku jeden atom chloru posiada stopień utlenienia +V, a drugi +VII.

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

Fluorowce różnią się właściwościami fizycznymi. Wybrane właściwości fizyczne poszczególnych fluorowców zebrano w poniższej tabeli.

Fluorowiec	Stan skupienia w temp. pokojowej	Rozpuszczalność w wodzie	Rozpuszczalność w toulenie	Właściwości fizyczne
fluor	gaz	dobra	dość dobra	żółtozielony, o ostrym, trujący
chlor	gaz	dość dobra	dobra	żółtozielony, o ostrym, trujący
brom	ciecz	dość dobra	dobra	ciemnobrunatna ciecz (z niskiej temperatury wrzenia grzeje się nad nią czerwona para) o ostro duszącej, trująca, wywołująca oparzenia

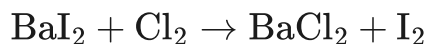
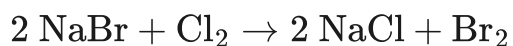
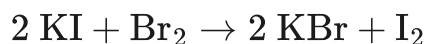
Fluorowiec	Stan skupienia w temp. pokojowej	Rozpuszczalność w wodzie	Rozpuszczalność w toulenie	Właściwości fizyczne
jod	ciało stałe	słaba	dobra	szaroczarń substancja krystaliczn o metaliczn połysku, u się nad nin fioletowe j
astat	nie trwały pierwiastek promieniotwórczy			

W dalszej części lekcji ograniczymy się do omówienia wybranych właściwości fizykochemicznych fluoru, chloru, bromu i jodu. Wiele z właściwości astatu jest bowiem nieznanymi, ze względu na krótkie czasy życia jego izotopów (czas połowicznego rozpadu najtrwalszego izotopu astatu (astatu-210), wynosi niewiele ponad 8 godzin).

Porównanie aktywności fluorowców

Aktywność chemiczna fluorowców spada wraz ze wzrostem liczby atomowej. Im mniejszy jest promień atomowy fluorowca, tym silniej elektrony są przyciągane przez jądro atomowe i tym łatwiej tworzy się anion X^- .

Wspomniany anion X^- występuje w odpowiednich solach fluorowców. Sole te można wykorzystać do doświadczonego porównania aktywności chemicznej wybranych fluorowców. W reakcjach chemicznych fluorowiec bardziej aktywny wypiera bowiem z roztworu soli fluorowiec mniej aktywny. Zależności te opisano poniżej za pomocą odpowiednich (przykładowych) równań reakcji:

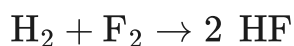


Różnice w aktywności chemicznej fluorowców przekładają się m.in. na różne warunki przebiegu ich reakcji z poszczególnymi substancjami.

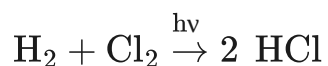
Reakcje fluorowców

1. Reakcje z wodorem

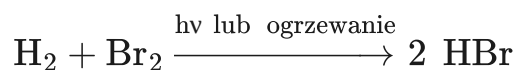
Fluor reaguje z wodorem wybuchowo nawet w ciemności i niskiej temperaturze:



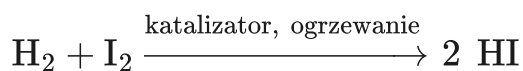
Chlor reaguje z wodorem po zainicjowaniu reakcji przez światło:



Brom łączy się z wodorem dopiero po naświetleniu lub po podgrzaniu:



Jod jest najmniej aktywny spośród fluorowców. Reaguje z wodorem dopiero w obecności katalizatora i w wysokiej temperaturze sięgającej 500°C. Bezpośrednia synteza pierwiastków prowadzi do otrzymania jodowodoru:

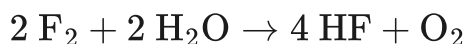


Ważne!

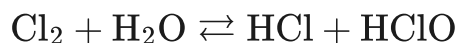
Otrzymane w wyniku powyższych reakcji fluorowcowodory HX po rozpuszczeniu w wodzie tworzą kwasy beztlenowe. Wśród beztlenowych kwasów fluorowców, tylko kwas fluorowodorowy jest słabym kwasem, pozostałe są kwasami mocnymi. Moc tych kwasów rośnie w grupie wraz ze wzrostem [liczby atomowej](#) fluorowca.

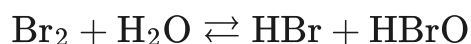
2. Reakcje z wodą

Fluor gwałtownie reaguje z wodą. Powstaje wtedy fluorowódór (HF) i wydziela się tlen:



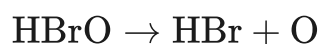
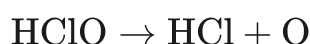
Chlor i brom rozpuszczają się w wodzie tworząc bezbarwną wodę chlorową $\text{Cl}_{2(\text{aq})}$ oraz wodę bromową $\text{Br}_{2(\text{aq})}$ o brunatnej barwie. Rozpuszczając się w wodzie, chlor i brom wchodzi z nią w reakcje chemiczne, które przebiegają obok procesu rozpuszczania, a w roztworze ustala się równowaga:





W wyniku rozpuszczania chloru i bromu w wodzie, powstają kwasy chlorowodorowy (HCl) i bromowodorowy (HBr) oraz kwasy tlenowe: kwas chlorowy(I) (HClO) i bromowy(I) (HBrO).

Pod wpływem światła, kwasy HClO i HBrO ulegają rozkładowi, w wyniku czego powstaje atomowy tlen:



Atomowy tlen łączy się w cząsteczki O₂. Ponadto atomowy tlen może utleniać substancje, które znajdują się w roztworze chloru, dlatego woda chlorowa używana jest jako środek wybielający i dezynfekujący.

Tlenowe kwasy chloru i bromu

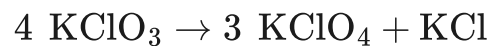
Spośród związków tlenu z fluorowcami na uwagę zasługują kwasy tlenowe, np. **kwasy tlenowe chloru i bromu**, których nazwy i wzory sumaryczne zestawiono w tabeli poniżej.

Nazwa systematyczna	Wzór sumaryczny	Nazwa systematyczna	Wzór sumaryczny
kwas chlorowy(I)	HClO	kwas bromowy(I)	HBrO
kwas chlorowy(III)	HClO ₂	kwas bromowy(III)	HBrO ₂
kwas chlorowy(V)	HClO ₃	kwas bromowy(V)	HBrO ₃
kwas chlorowy(VII)	HClO ₄	kwas bromowy(VII)	HBrO ₄

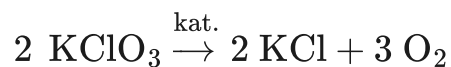
Mocne i trwałe kwasy to kwas chlorowy(VII) i kwas bromowy(VII). Kwas chlorowy(VII) jest oleistą, łatwo wybuchającą cieczą.

Kwasy tlenowe chloru i bromu, w których pierwiastki te występują na I i III stopniu utlenienia, są nietrwałymi, słabymi kwasami, istniejącymi tylko w roztworach wodnych.

Kwasy tlenowe z chlorem i bromem na V stopniu utlenienia są mocnymi, ale nietrwałymi kwasami. Trwałe są natomiast sole tych kwasów, które podczas ogrzewania ulegają rozkładowi, np. chloran(V) potasu rozkłada się do chloranu(VII) potasu i chlorku potasu:

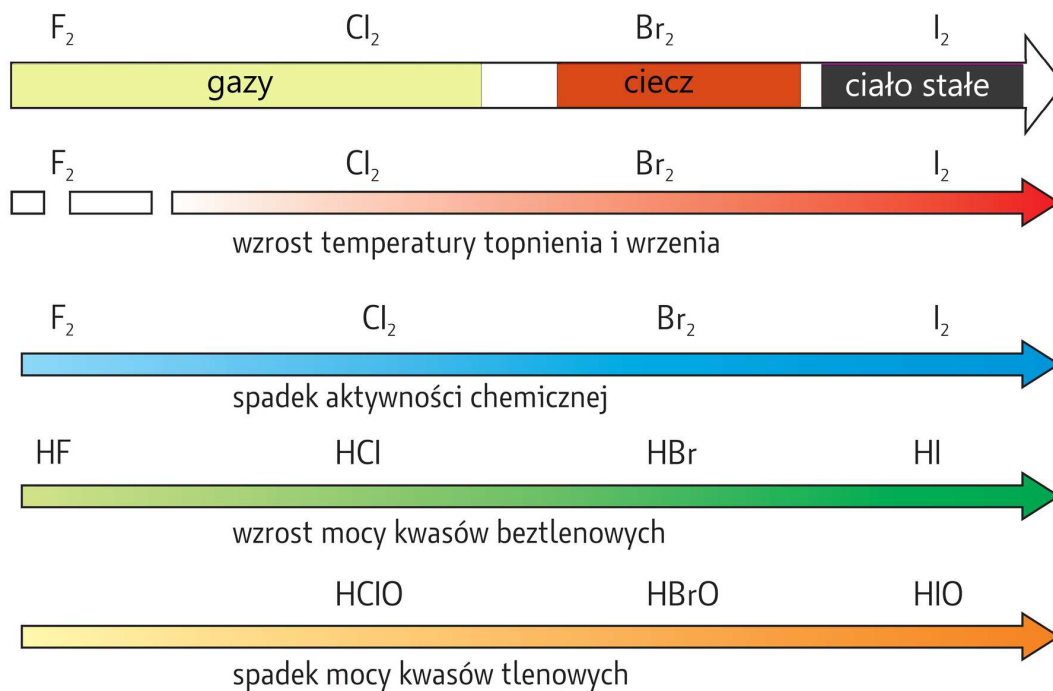


a ogrzewany w obecności katalizatora (np. MnO_2) rozkłada się z utworzeniem tlenu:



Podsumowanie

Właściwości fizykochemiczne fluorowców i ich wybranych związków zmieniają się wraz ze wzrostem liczby atomowej fluorowca w następujący sposób:



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

Słownik

stopień utlenienia

pojęcie umowne, określające liczbę dodatnich lub ujemnych ładunków elementarnych, które można by przypisać atomowi pierwiastka chemicznego wchodzącego w skład określonego związku, gdyby cząsteczki tego związku miały budowę jonową

liczba atomowa

podstawowa wielkość charakteryzująca i definiująca pierwiastek chemiczny, określająca liczbę protonów w jądrze atomu tego pierwiastka

Bibliografia

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

Cox P.A., *Chemia nieorganiczna. Krótkie wykłady*, Warszawa 2000.

Krzczkowska M., Loch J., Mizera A., *Repetytorium chemia. Liceum – poziom podstawowy i rozszerzony*, Warszawa – Bielsko-Biała 2010.

Lee J. D., *Związła chemia nieorganiczna*, tłum. J. Kuryłowicz, Warszawa 1997, wyd. 5.

Grafika interaktywna

Polecenie 1

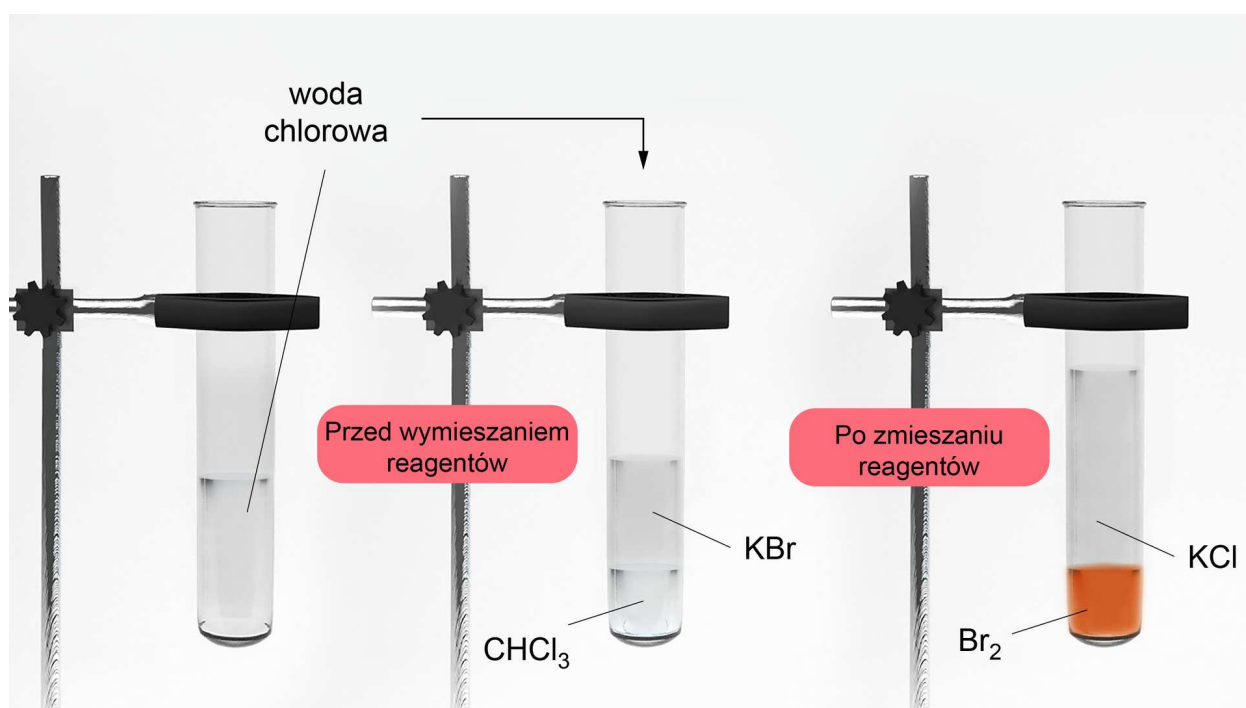
Wszystkie fluorowce reagują z wodorem cząsteczkowym, jednak czasami wymagane są odpowiednie warunki. Przeanalizuj symulację, która przedstawia zachowanie fluorowców w reakcji z wodorem, wybierając odpowiedni fluorowiec. W momencie, gdy reakcja nie zajdzie samoistnie, spróbuj ją zainicjować poprzez naświetlenie lub podwyższenie temperatury.

Doświadczenie

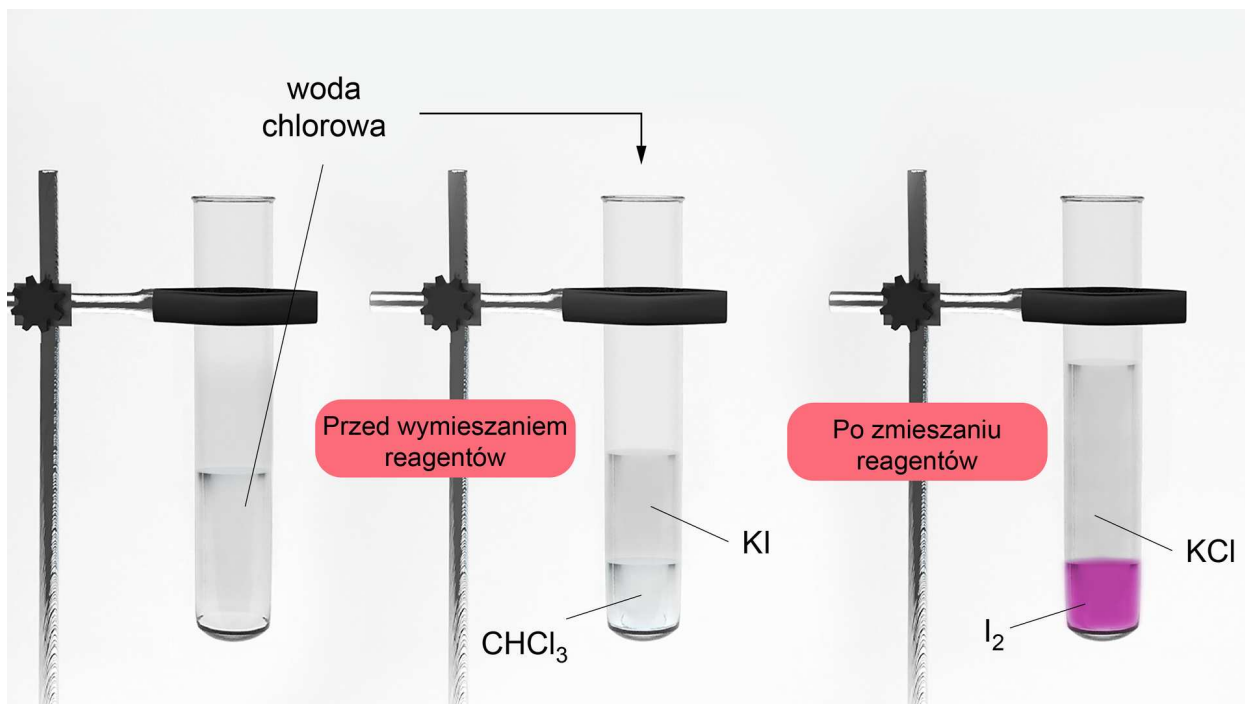
Polecenie 2

Aktywność chemiczna fluorowców maleje wraz ze wzrostem liczby atomowej fluorowca. Im mniejszy jest promień atomowy (i większa elektroujemność) fluorowca, tym silniej elektrony są przyciągane przez jądro i tym łatwiej tworzy się anion X^- . W reakcjach chemicznych fluorowiec bardziej aktywny wypiera z roztworu soli fluorowiec mniej aktywny.

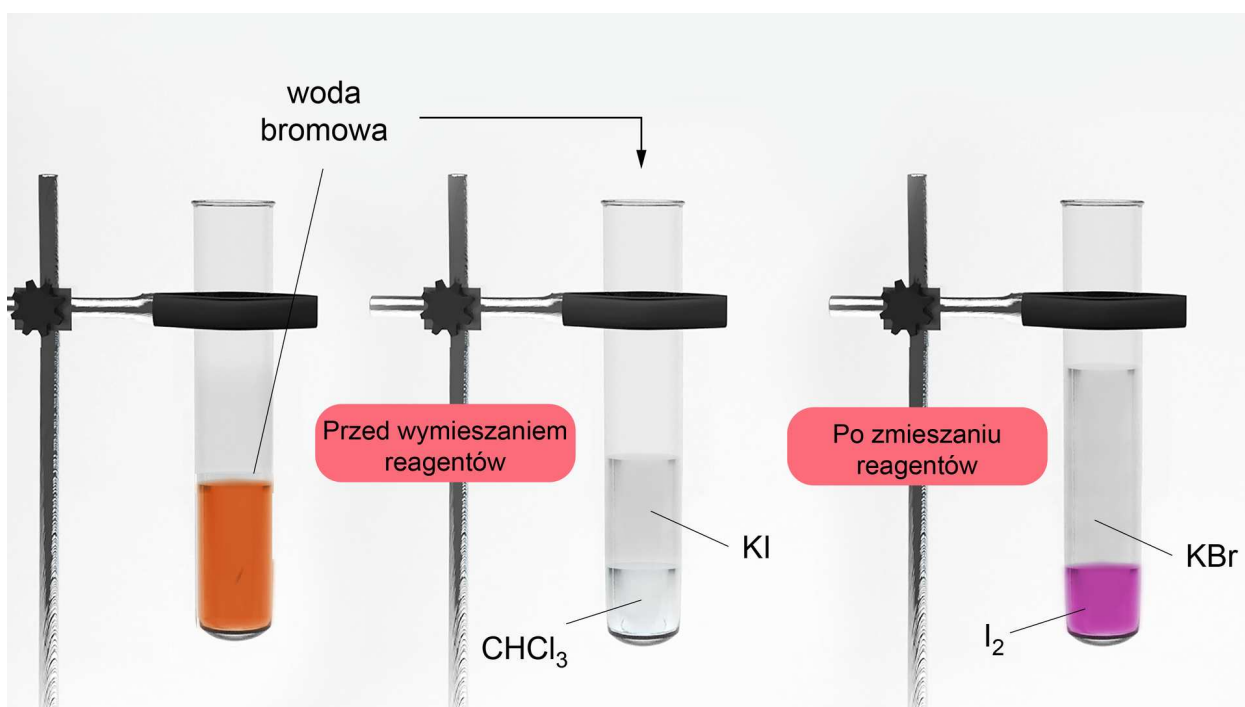
Zaprojektuj doświadczenie chemiczne pozwalające na zbadanie względnej aktywności chemicznej fluorowców. Na podstawie problemu badawczego postaw hipotezę. Opisz przewidywane obserwacje, a następnie napisz równania reakcji zachodzących w probówkach, kolejno porównaj je z tymi znajdującymi się w odpowiedziach. Na podstawie wyników doświadczeń uporządkuj badane fluorowce wg wzrastającej aktywności.



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



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



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

Uwaga!

Fluor jest najbardziej reaktywnym (reaguje z wodą) z fluorowców, jednakże ze względu na wysoką toksyczność fluoru i jego związków, doświadczenie z jego użyciem zostało pominięte.

Pamiętaj!

Najczęściej popełniane błędy:

Mylenie **obserwacji z wnioskami**,
np.:

→ wydziela się jod **źle!**

→ nastąpiła zmiana
barwy na fioletową **dobrze!**

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

Fluorowce bardzo dobrze
rozpuszczają się w chloroformie



Barwy roztworów fluorowców
w chloroformie:

Cl_2 brunatnopomarańczowy

Br_2 czerwony

I_2 fioletowy

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

Ćwiczenie 1

Ćwiczenie 2

Jakie produkty powstają w reakcji bromu i chloru z jodkiem potasu i o czym to świadczy? Odpowiedź uzasadnij, zapisując odpowiednia równania reakcji chemicznych.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Uporządkuj fluorowce wg wzrastającej aktywności chemicznej (najaktywniejszy na dole).

F₂



Br₂



I₂



Cl₂



Ćwiczenie 2



Zaznacz poprawne stwierdzenie (bądź stwierdzenia).

Chlor ma wyższą temperaturę wrzenia niż jod.

Jod ma wyższą temperaturę topnienia niż brom.

Fluor ma najniższą temperaturę wrzenia spośród wszystkich fluorowców.

Brom ma wyższą temperaturę topnienia niż jod.

Ćwiczenie 3



Uzupełnij tabelę.

Fluorowiec	Stan skupienia w temp. pokojowej	Barwa	Rozpuszczalność w wodzie	Czy reaguje z wodą?	R
fluor	gaz	żółtozielona	dość dobra	<input type="text"/>	<input type="text"/>
chlor	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
brom	ciecz	czerwonobrunatna	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
jod	<input type="text"/>	<input type="text"/>	słaba	<input type="text"/>	<input type="text"/>

-
-
-

Ćwiczenie 4



Wybierz prawidłowe stwierdzenia.

W reakcjach chemicznych fluorowiec mniej aktywny wypiera z roztworu soli fluorowiec bardziej aktywny.

Podczas reakcji chlor wypiera jod z jego soli.

W reakcjach chemicznych fluorowiec bardziej aktywny wypiera z roztworu soli fluorowiec mniej aktywny.

Podczas reakcji brom wypiera chlor z jego soli.

Fluorowce nie wypierają z roztworu soli innych fluorowców.

Ćwiczenie 5



Połącz fluorowiec z jego właściwościami fizykochemicznymi.

fluor

żółtozielony gaz o ostrym zapachu, trujący; reaguje z wodorem wybuchowo nawet w ciemności

chlor

szaroczarna substancja krystaliczna o metalicznym połysku

brom

żółtozielony gaz o ostrym zapachu, trujący; reaguje z wodorem dopiero po naświetleniu

jod

ciemnobrunatna ciecz (z racji niskiej temperatury wrzenia gromadzi się nad nią czerwobrunatna para) o ostrej, duszącej woni, trująca, wywołująca oparzenia

Ćwiczenie 6



Wyjaśnij, dlaczego nie powinno się rozpuszczać fluoru w wodzie.

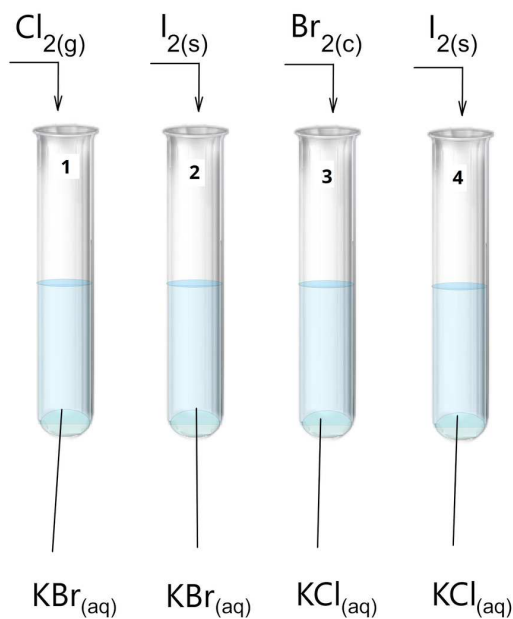
Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Przygotowano dwie probówki (1, 2) z roztworem wodnym KBr oraz dwie probówki (3, 4) z roztworem wodnym KCl . Do pierwszej probówki dodano Cl_2 , a do drugiej I_2 . Do probówki trzeciej dodano Br_2 , a do czwartej I_2 . Stosując zapis cząsteczkowy, napisz równania reakcji chemicznych zachodzących w probówkach 1 - 4, lub zaznacz, że dana reakcja nie zachodzi.



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

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Rozpuszczając się w wodzie, chlor i brom wchodzą z nią w reakcje chemiczne, które przebiegają obok procesu rozpuszczania, a w roztworze ustala się równowaga pomiędzy substratami a produktami. Zapisz równania reakcji, o których mowa.

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: Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Jakie są podobieństwa w reaktywności fluorowców?

Grupa docelowa: III etap edukacyjny, liceum ogólnokształcące, technikum

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

X. Metale, niemetale i ich związki. Uczeń:

11) analizuje i porównuje właściwości fizyczne i chemiczne fluorowców.

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:

- omawia podstawowe informacje dotyczące fluorowców;
- omawia podobieństwa w reaktywności fluorowców;
- porównuje właściwości fizyczne i chemiczne fluorowców;
- zapisuje równania reakcji chemicznych z udziałem fluorowców;

Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja dydaktyczna;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- grafika interaktywna;
- bateria.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i dostępem do internetu;
- zasoby multimedialne zawarte w e-materiale;
- tablica interaktywna/tablica, pisak/kreda;

- rzutnik multimedialny.

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje uczniom pytanie: „Skąd pochodzi nazwa lampy halogenowe”?
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie przypominają konfiguracje elektronowe atomów fluorowców i ich typowe stopnie utlenienia w związkach chemicznych, zapisując na tablicy.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują na kartkach i gromadzą w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy multimedialnej z e-materiału w sekcji „Przeczytaj” konfiguracje elektronowe oraz stopnie utlenienia atomów fluorowców. Powrót do fazy wstępnej i porównanie zawartości w e-materiale z propozycjami uczniów. Następnie nauczyciel wyświetla tabelę z właściwościami fizycznymi fluorowców celem porównania tych właściwości.
2. Nauczyciel proponuje uczniom pracę w parach z zastosowaniem grafiki interaktywnej. Uczniowie wykonują polecenie 1 - analizują symulację przedstawiającą zachowanie fluorowców w reakcji z wodorem. Po wyznaczonym czasie chętni uczniowie wnioski przedstawiają na forum klasy. Pozostali uczniowie i nauczyciel weryfikują poprawność merytoryczną wypowiedzi.
3. Uczniowie w parach wykonują polecenie 2 w medium - projektują doświadczenie chemiczne w celu zbadania względnej aktywności chemicznej fluorowców. Uzupełniają dzienniczek elektroniczny. Po wyznaczonym czasie chętni uczniowie przedstawiają swoje propozycje odpowiedzi na forum klasy. Pozostali uczniowie i nauczyciel weryfikują poprawność merytoryczną wypowiedzi.
4. Nauczyciel zapowiada uczniom, że będą rozwiązywać ćwiczenia nr 6-8 zawarte w e-materiale w sekcji „sprawdź się”. Uczniowie wykonują zadania w parach. Po

ustalonym czasie wybrani uczniowie przedstawiają odpowiedzi, a pozostali uczniowie wspólnie ustosunkowują się do nich. Nauczyciel w razie potrzeby koryguje odpowiedzi, dopowiada istotne informacje, udziela uczniom informacji zwrotnej.

5. Prowadzący zapowiada uczniom, że w kolejnym kroku będą rozwiązywać ćwiczenia nr 1-5 z sekcji „Sprawdź się”. Każdy z uczniów wykonuje ćwiczenia samodzielnie. Po ustalonym czasie wybrani uczniowie przedstawiają rozwiązania. Nauczyciel w razie potrzeby koryguje odpowiedzi, dopowiada istotne informacje, udziela uczniom informacji zwrotnej. Ćwiczenia, których uczniowie nie zdążą wykonać podczas lekcji mogą być zlecone do wykonania w ramach pracy domowej.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie na planszy z narysowaną baterią i zaznaczonymi poziomami jej naładowania, np. co 5-10% zaznaczają małymi samoprzylepnymi kolorowymi karteczkami, w jakim stopniu opanowali zagadnienia wynikające z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji. W przypadku, gdy bateria nie jest naładowana w 100%, zastanawiają się w jaki sposób podnieść swój poziom posiadanej wiedzy?

Praca domowa:

Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia w e-materiale – „Sprawdź się”, których nie zdążyli wykonać na lekcji.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Grafika interaktywna może być wykorzystana przez uczniów podczas utrwalenia materiału.

Materiały pomocnicze:

1. Nauczyciel przygotowuje planszę z narysowaną baterią i zaznaczonymi poziomami jej naładowania, np. co 5-10% do oceny stopnia opanowania zagadnień oraz małe

samoprzylepne kolorowe karteczki dla uczniów.