



Od czego zależy moc kwasów tlenowych?

- Wprowadzenie
- Przeczytaj
- Wirtualne laboratorium – S
- Sprawdź się
- Dla nauczyciela



Od czego zależy moc kwasów tlenowych?

Przykładem kwasu tlenowego jest kwas siarkowy(VI). Wykorzystuje się go m.in.: do produkcji innych kwasów, wyrobu barwników, włókien sztucznych, środków wybuchowych oraz nawozów sztucznych.

Źródło: Atomic Fiber Co., dostępny w internecie: www.flickr.com, domena publiczna.

Wiesz już, że kwasy są elektrolitami, a więc ulegają procesowi dysocjacji elektrolitycznej. Niektóre z nich dysocjują całkowicie, inne tylko w bardzo niewielkim stopniu. Dlaczego tak się dzieje?

Twoje cele

- Podzielisz kwasy ze względu na ich budowę: beztlenowe i tlenowe.
- Zdefiniujesz pojęcie: moc kwasu.
- Nazwiesz czynniki wpływające na moc kwasów tlenowych.
- Porównasz moc kwasów, posługując się wartościami stałych dysocjacji.
- Wyjaśnisz zachowanie kwasów wobec soli kwasów o mniejszej mocy.

Przeczytaj

Mocne i słabe kwasy

Mocne kwasy występują w roztworach wodnych w postaci praktycznie całkowicie zdysocjowanej. Oznacza to, że zdecydowana większość cząsteczek kwasu rozpada się na jony, a liczba form niezdisocjowanych jest tak mała, że zazwyczaj można ją pominąć. Stopień dysocjacji α (alfa) mocnych kwasów jest zbliżony lub praktycznie równy 100%.

Słabe kwasy dysocjują w wodzie w niewielkim stopniu. Jeżeli dla stężenia $C_m = 0,01 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ stopień dysocjacji danego kwasu $\alpha \leq 5\%$, określa się go jako bardzo słaby kwas.

$$\alpha = \frac{C}{C_0} \cdot 100\%$$

Gdzie:

- C_0 – stężenie początkowe (stężenie cząsteczek wprowadzonych);
- C – stężenie cząstek zdysocjowanych.

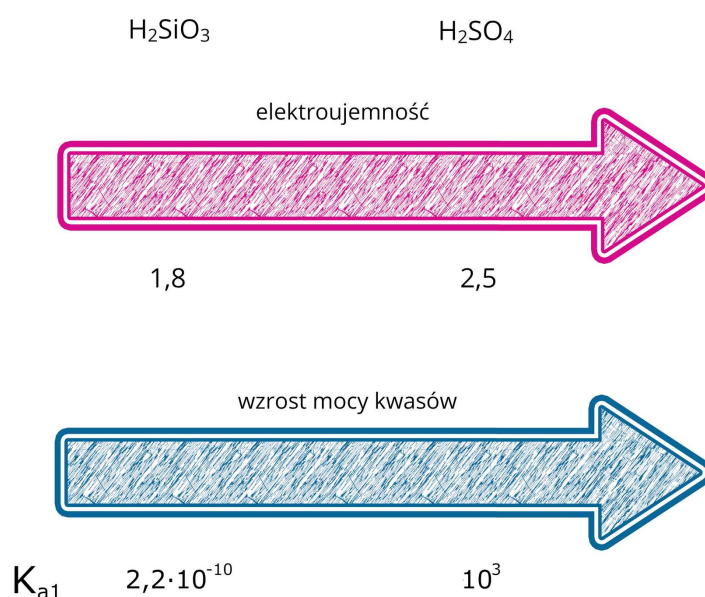
Przypomnijmy, że dla kwasu jednoprotowego, o wzorze ogólnym HA (gdzie A to reszta kwasowa kwasu tlenowego lub beztlenowego), stopień dysocjacji można wyrazić jako:

$$\alpha = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{[C_0]} \cdot 100\%$$

Moc kwasów

Moc kwasów pierwiastków położonych w tym samym okresie układu okresowego

Zazwyczaj moc [kwasów tlenowych](#) rośnie wraz ze wzrostem elektroujemności atomu centralnego, np. dla pierwiastków położonych w 3 okresie:

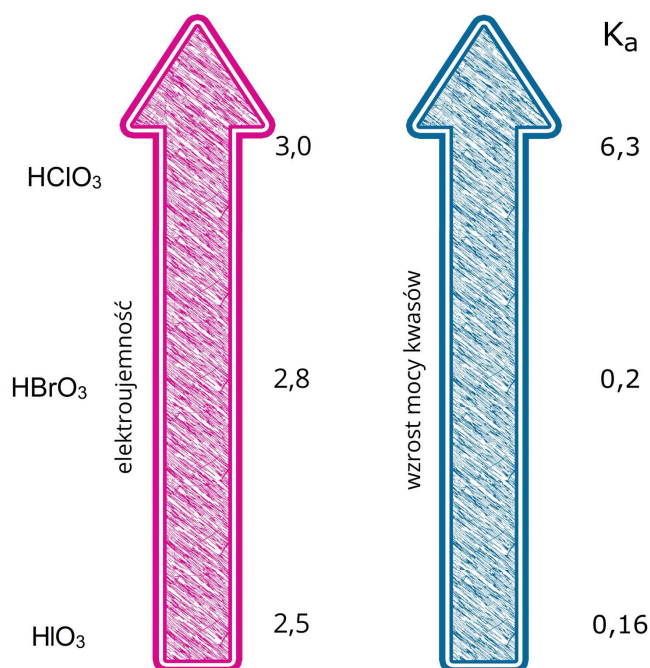


Elektroujemność a wzrost mocy kwasów.

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

Moc kwasów pierwiastków położonych w tej samej grupie układu okresowego

Dla pierwiastków położonych w 17. grupie, im bardziej elektroujemny atom centralny kwasu, tym silniejszy kwas:

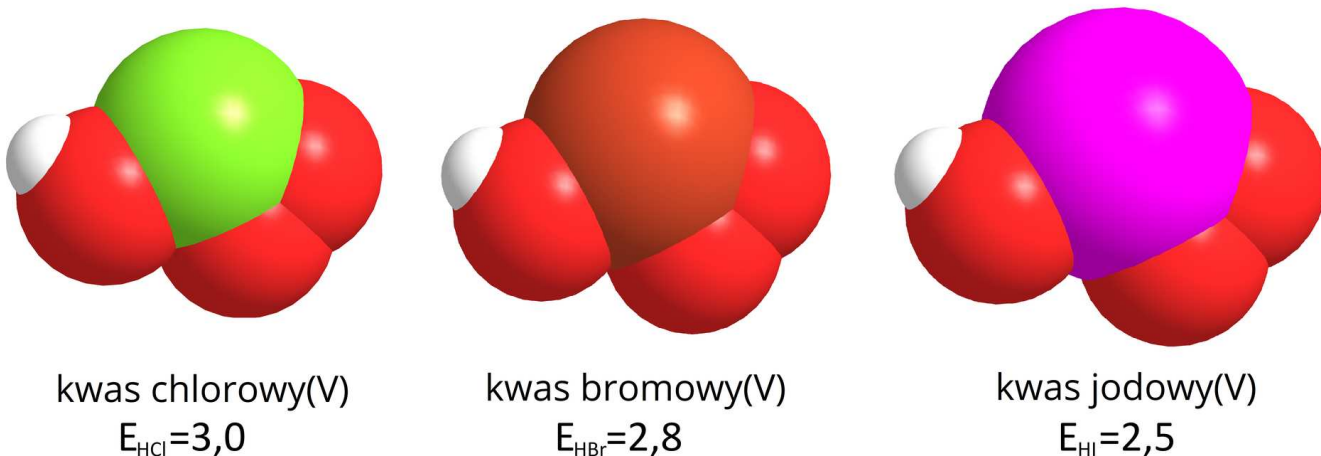


Elektroujemność a wzrost mocy kwasów.

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

Bardziej elektroujemne atomy centralne mocniej przyciągają elektrony od atomu tlenu, a ten z kolei od tworzącego z nim wiązanie atomu wodoru, co ułatwia oderwanie (oddysocjowanie) kationu wodoru.

Atomy jodu czy też atomy bromu słabiej przyciągają elektrony (większy promień atomowy, mniejsza elektroujemność), dlatego kwas chlorowy(V) jest mocniejszy od bromowego(V), a bromowy(V) od jodowego(V).



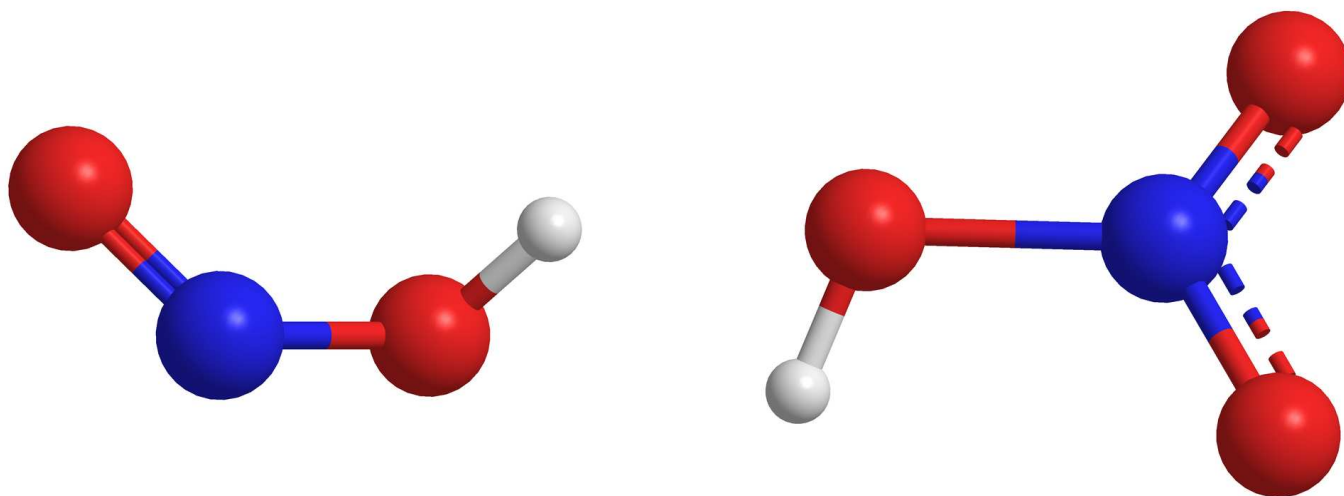
Większy promień atomowy wiąże się z mniejszą elektroujemnością.

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

Moc kwasów tego samego pierwiastka jako atomu centralnego

Jeżeli dany pierwiastek tworzy kilka kwasów jako atom centralny występujący na różnym stopniu utlenienia, to moc kwasów rośnie wraz ze wzrostem stopnia utlenienia atomu centralnego. Atom centralny na wyższym stopniu utlenienia mocniej przyciąga elektrony od atomu tlenu, a ten z kolei od tworzącego z nim wiązanie atomu wodoru, co ułatwia oderwanie (oddysocjowanie) kationu wodoru.

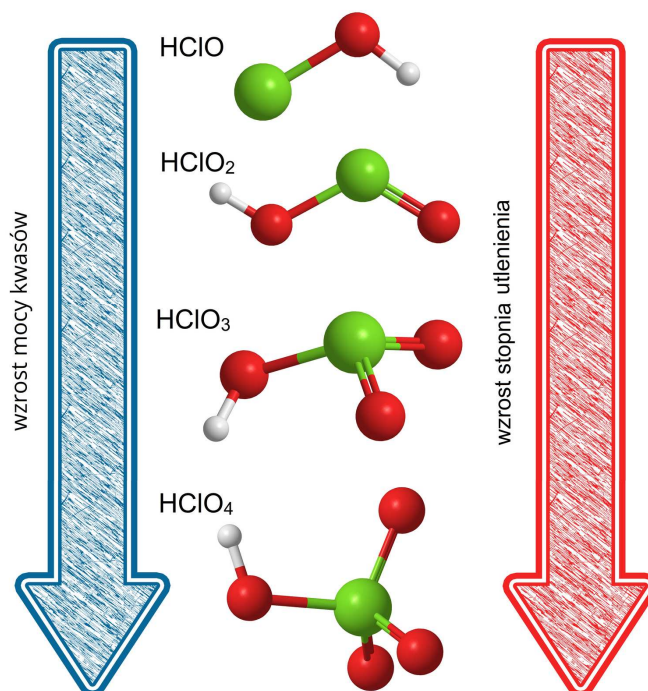
Przykładowo, kwas azotowy(III) jest kwasem słabszym od kwasu azotowego(V):



Modele cząsteczek kwasu azotowego. Od lewej: kwas azotowy(III), kwas azotowy(V).

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

Wśród kwasów chlorowych najslabszy jest kwas chlorowy(I), a najmocniejszy – kwas chlorowy(VII):



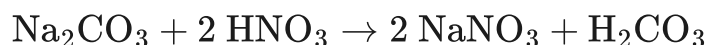
Wzrost mocy kwasów a wzrost stopnia utlenienia.

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

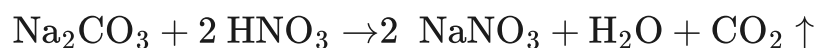
Jak sprawdzić moc kwasu?

Moc kwasów decyduje o wartości pH roztworu tego kwasu. Dla dwóch roztworów kwasów o tych samych stężeniach niższe pH będzie wykazywało zawsze roztwór kwasu mocniejszego.

Mocne kwasy wypierają słabsze kwasy z ich soli, np.:



Kwas węglowy jest nietrwały, rozkłada się na wodę i tlenek węgla(IV), czyli w praktyce równanie powyższej reakcji powinniśmy zapisać jako:



Efekt wyparcia kwasu słabszego – węglowego, przez mocniejszy kwas azotowy(V) z jego soli, będzie widoczny w postaci wydzielającego się gazowego CO₂.

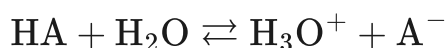
Ważne!

Użytecznym wskaźnikiem mocy kwasów jest stała dysocjacji K_a (stała ta nie zależy od stężenia).

Czym jest stała dysocjacji?

Dysocjacja [elektrolitów](#) słabych jest reakcją odwracalną i można ją opisać, stosując tzw. stałą dysocjacji elektrolitycznej. [Stała dysocjacji](#) K jest równa stosunkowi iloczynu stężeń jonów powstających w procesie dysocjacji do stężenia cząsteczek niezdisocjowanych, pozostających w roztworze w momencie ustalenia stanu równowagi.

Dla słabego kwasu o wzorze HA:



$$K_a = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+][\text{A}^-]}{[\text{HA}]}$$

Gdzie:

$[\text{H}_3\text{O}^+]$, $[\text{A}^-]$, $[\text{HA}]$ – stężenia równowagowe.

Im większa jest wartość stałej dysocjacji, tym większa jest moc kwasu.

Jeżeli kwas dysocjuje wieloetapowo, to każdy etap opisuje się innym równaniem i wyrażeniem na stałą dysocjacji.

Stała dysocjacji a moc kwasów

Podział kwasów tlenowych na kwasy mocne i słabe:

Kwasy mocne	Stała dysocjacji	Kwasy słabe	Stała dysocjacji
HClO ₄	10 ¹⁰	H ₂ CO ₃	4,5 · 10 ⁻⁷
HClO ₃	5,0 · 10 ²	H ₂ SO ₃	1,5 · 10 ⁻²
H ₂ SO ₄	10 ³ (K _{a1})	HNO ₂	5,1 · 10 ⁻⁴
HNO ₃	27,5	CH ₃ COOH	1,8 · 10 ⁻⁵
—	—	H ₄ SiO ₄	3,2 · 10 ⁻¹⁰
—	—	HClO	5,0 · 10 ⁻⁸
—	—	H ₃ PO ₄	6,9 · 10 ⁻³

Słownik

kwas tlenowy

kwas nieorganiczny, który zawiera co najmniej jeden atom tlenu połączony z atomem centralnym kwasu, np. kwas siarkowy(VI) H₂SO₄

moc elektrolitów

zależy od tego, jaka część cząstek substancji występuje w roztworze w formie zdysocjowanej; elektrolity mocne ulegają całkowitej dysocjacji i występują w roztworze wyłącznie w postaci jonów

stopień dysocjacji

stosunek liczby moli drobin związku chemicznego, które uległy dysocjacji do łącznej liczby moli drobin tego związku, wprowadzonych do roztworu

stała dysocjacji

równa jest stosunkowi iloczynu stężeń jonów powstających w procesie dysocjacji do stężenia drobin niezdysocjowanych

moc kwasu

termin określający zdolność kwasu do dysocjacji

Bibliografia

Bielański A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, t. 2, Warszawa 2020.

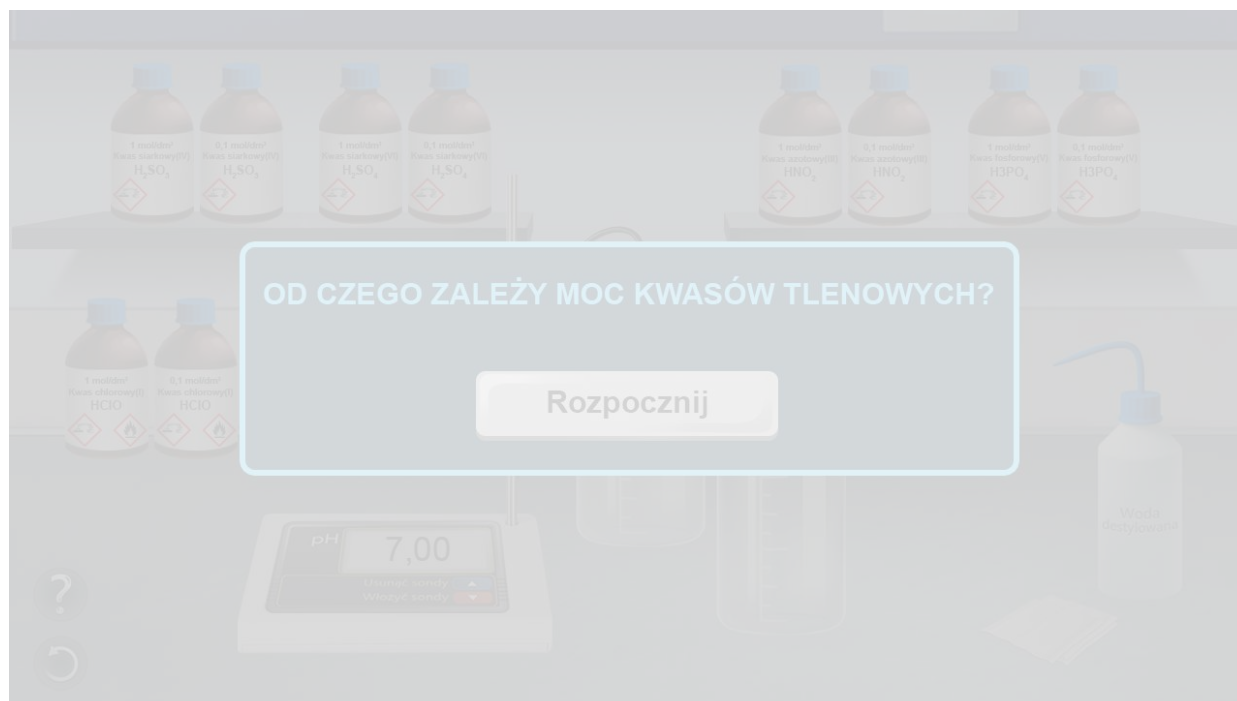
Ciba J., *Poradnik chemika analityka*, Warszawa 1989, s. 118.

Czerwińska A., Jelińska-Kazimierczuk M., Kuśmierczyk K., *Chemia 1. Podręcznik*, Warszawa 2002.

Hejwowska S., Marcinkowski R., Staluszka J., *Chemia 3*, Gdynia 2007.

Polecenie 1

Przeprowadź eksperyment w laboratorium chemicznym. Rozwiąż problem badawczy i zweryfikuj hipotezę. W formularzu zapisz swoje obserwacje i wyniki, a następnie sformułuj wnioski.



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

Wirtualne laboratorium pt. „Od czego zależy moc kwasów tlenowych?”

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

Analiza eksperymentu: Badanie pH wybranych kwasów tlenowych.

Problem badawczy: Czy stężenie kwasu ma wpływ na jego wartość pH?

Hipoteza:

Sprzęt laboratoryjny:

Odczynniki chemiczne:

Przebieg eksperymentu:

Obserwacje:

Wyniki:

Wnioski:

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Porównaj moc kwasów w parach i wskaż ten mocniejszy.

	Kwas 1	Kwas 2
Para numer 1	H_2SO_4 ☐	H_4SiO_4 ☐
Para numer 2	H_2SO_3 ☐	H_2SO_4 ☐
Para numer 3	H_3PO_4 ☐	H_2SO_4 ☐
Para numer 4	HClO_4 ☐	H_2SO_4 ☐

Ćwiczenie 2



Podaj, który kwas jest mocniejszy: HClO_4 czy HClO_2 ? Uzasadnij swój wybór.

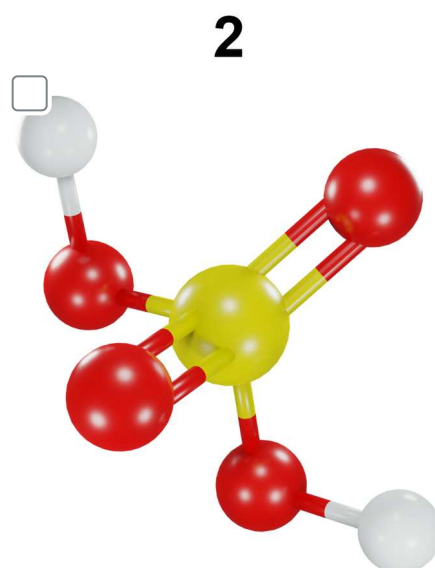
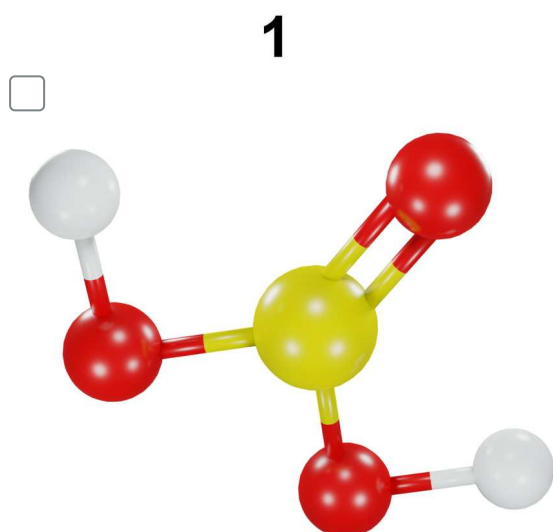
Odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 3



A. Wskaż mocniejszy kwas.



Żółta kula – atom siarki, czerwona kula – atom tlenu, biała kula – atom wodoru

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

B. Podaj wzory sumaryczne przedstawionych kwasów.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 4



Połącz w pary wzór chemiczny kwasu chlorowego z odpowiadającą mu wartością stałej dysocjacji.



$$K_a = 1 \cdot 10^{10}$$



$$K_a = 5,0 \cdot 10^{-8}$$



$$K_a = 5,0 \cdot 10^2$$



$$K_a = 1,1 \cdot 10^{-2}$$

Na podstawie uzyskanych informacji o stałej dysocjacji uporządkuj kwasy chlorowe zgodnie z ich rosnącą mocą (najmocniejszy na dole).

kwas chlorowy(V)



kwas chlorowy(I)



kwas chlorowy(VII)



kwas chlorowy(III)



Ćwiczenie 5



Przygotowano roztwory wodne SO₂ oraz P₄O₁₀. Jaki będzie odczyn otrzymanych roztworów? Odpowiedź uzasadnij, pisząc odpowiednie równania reakcji.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 6



Oblicz pH roztworu HClO_4 o stężeniu $0,1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ i $1 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Oblicz, jaką objętość tlenku węgla(IV) uzyskano w reakcji 5,3 g węglanu sodu z nadmiarem kwasu siarkowego(VI). Załóż normalne warunki reakcji.

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, o ile zmieni się pH roztworu mocnego kwasu HNO_3 oraz słabego HNO_2 po dziesięciokrotnym rozcieńczeniu jednomolowego roztworu. K_a dla HNO_2 wynosi $5,1 \cdot 10^{-4}$.

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: Anna Florek, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Od czego zależy moc kwasów tlenowych?

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

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

VII. Systematyka związków nieorganicznych. Uczeń:

12) opisuje wpływ elektroujemności i stopnia utlenienia atomu centralnego na moc kwasów tlenowych.

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:

- rozróżnia kwasy ze względu na budowę: na beztlenowe i tlenowe;
- wyjaśnia pojęcie mocy kwasu;
- określa czynniki wpływające na moc kwasów;
- posługując się wartościami stałych dysocjacji, porównuje moce kwasów;
- wyjaśnia zachowanie kwasów wobec soli kwasów o mniejszej mocy.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

- wirtualne laboratorium;
- dyskusja dydaktyczna;
- burza mózgów;
- ćwiczenia uczniowskie;
- analiza materiału źródłowego;
- technika kieszeń i szuflada;
- technika zdań podsumowujących.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

- komputery z głośnikami, słuchawkami i z 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 podaje uczniom stwierdzenie pod dyskusję: Niektóre z kwasów dysocjują całkowicie, inne tylko w bardzo niewielkim stopniu. Dlaczego tak się dzieje?
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów wokół pojęcia mocy kwasów. 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.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel inicjuje dyskusję – uczniowie podają propozycje pytań odnoszących się do mocy kwasów, np.: Czy elektroujemność ma wpływ na moc kwasów? Jakie można zauważyć prawidłowości/związki mocy kwasu w zależności od położenia pierwiastka centralnego w układzie okresowym i stopnia utlenienia w kwasie? (W trakcie dyskusji nauczyciel może wykorzystać fragmenty e-materiału i wyświetlić schematy na tablicy multimedialnej.) Czy pH roztworu może wskazać na to, czy mamy do czynienia

z kwasem mocnym czy słabym? Jakich informacji o mocy kwasów dostarczają stałe dysocjacji kwasów?

2. Do pytań zawartych w pkt. 1 uczniowie poszukują odpowiedzi z wykorzystaniem treści w e-materiale w sekcji „przeczytaj”.
3. Wirtualne laboratorium – praca w parach. Uczniowie zapoznają się z medium bazowym i badają wpływ elektroujemności i stopnia utlenienia atomu centralnego na moc kwasów tlenowych oraz wykonują zawarte tam ćwiczenia.
4. Uczniowie pracują w parach z częścią „Sprawdź się”. Uczniowie wykonują zadania 1-8. Nauczyciel może wyświetlić treść poleceń na tablicy multimedialnej. Po każdym przeczytanym poleceniu nauczyciel daje uczniom określony czas na zastanowienie się, a następnie chętny uczeń z danej pary udziela odpowiedzi/prezentuje rozwiązanie na tablicy. Pozostali uczniowie ustosunkowują się do niej, proponując ewentualnie swoje pomysły. Nauczyciel w razie potrzeby koryguje odpowiedzi, dopowiada istotne informacje, udziela uczniom informacji zwrotnej.

Faza podsumowująca:

1. Kieszeń i szuflada. Nauczyciel rozdaje uczniom sklerotki. Prowadzący zajęcia rysuje na tablicy kieszeń, a obok niej zapisuje „Co zabieram ze sobą?” Tutaj uczeń ma wpisać to, co wyniósł z zajęć, co do niego szczególnie przemówiło, co się spodobało lub co mu się przyda w przyszłości. Poniżej nauczyciel rysuje szufladę i białą plamę. Obok szuflady zapisuje „Co mi się nie przyda?”, a obok białej plamy „Czego zabrakło?”. Poniższe rysunki uczeń wypełnia sklerotkami z zapisanymi krótkimi zdaniami, równoważnikami zdań lub kluczowymi słowami. Jest to okazja także do analizy przebiegu zajęć i szybkiej powtórki.
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...
 - Czego się dziś nauczyłam/łem...
 - Co sprawiało mi trudność...

Praca domowa:

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

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Wirtualne laboratorium może zostać wykorzystane 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):

- Co to jest elektroujemność?
- Jak można zdefiniować moc kwasów?
- Jakie czynniki wpływają na moc kwasów?
- Dlaczego kwas azotowy(III) jest kwasem słabszym od kwasu azotowego(V)?
- W jaki sposób można sprawdzić moc kwasów?

2. Układ okresowy pierwiastków chemicznych.