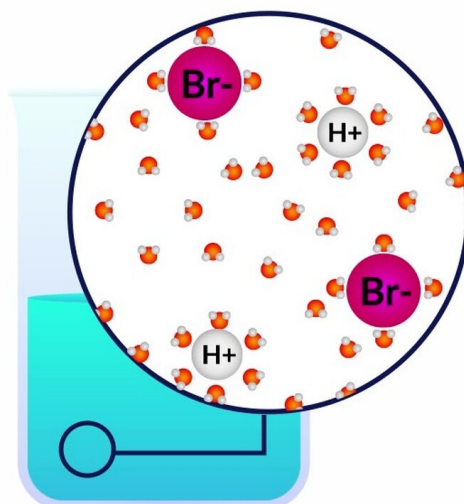
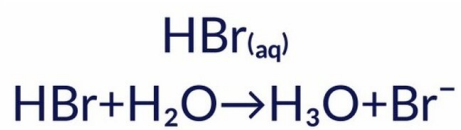
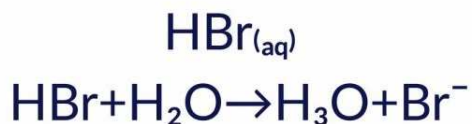


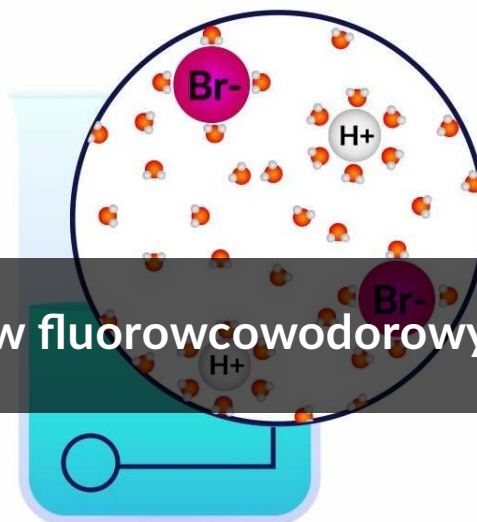


Od czego zależy moc kwasów fluorowcowodorowych?

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



Od czego zależy moc kwasów fluorowcowodorowych?



Podczas dysocjacji jonowej kwasów fluorowcowodorowych pęka wiązanie i cząsteczka rozpada się na jony. Im więcej cząsteczek ulegnie rozpadowi, czyli im więcej jonów powstanie, tym kwas będzie silniejszy.

Źródło: Bru-nO, dostępny w internecie: www.pixabay.com, domena publiczna.

Dlaczego niektóre kwasy fluorowcowodorowe są mocne, a niektóre słabe? Od czego zależy dysocjacja ich cząsteczek? Czy rozpad na jony ma wpływ na moc kwasu? Z tego materiału dowiesz się, od jakich czynników zależy moc kwasów 17. grupy układu okresowego moc kwasów beztlenowych.

Twoje cele

- Przeanalizujesz dysocjację jonową oraz stałe dysocjacji kwasów fluorowcowodorowych.
- Na podstawie stałych dysocjacji zdecydujesz, który z kwasów fluorowcowodorowych jest najsilniejszy, a który najsłabszy.
- Uzasadnisz różnice w mocy kwasów fluorowcowodorowych na podstawie elektroujemności oraz promienia atomowego fluorowca.
- Uszeregujesz kwasy fluorowcowodorowe według ich mocy.

Przeczytaj

Jakie kwasy należą do kwasów fluorowcowodorowych?

Kwasy fluorowcowodorowe to wodne roztwory fluorowcowodorów, czyli HF, HCl, HBr oraz HI.

Tworzą więc kwasy zapisywane jako $\text{HF}_{(\text{aq})}$, $\text{HCl}_{(\text{aq})}$, $\text{HBr}_{(\text{aq})}$ oraz $\text{HI}_{(\text{aq})}$, czyli roztwory wodne, w których cząsteczki fluorowcowodorów ulegają częściowej lub całkowitej dysocjacji na jony.

Dysocjacja jonowa kwasów fluorowcowodorowych

Równanie reakcji	Wartości stałych dysocjacji K_a podane dla $T = 25^\circ\text{C}$
$\text{HF} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{F}^- + \text{H}_3\text{O}^+$	$K_a = 6,3 \cdot 10^{-4}$
$\text{HCl} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Cl}^- + \text{H}_3\text{O}^+$	$K_a = 10^7$
$\text{HBr} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Br}^- + \text{H}_3\text{O}^+$	$K_a = 3 \cdot 10^9$
$\text{HI} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{I}^- + \text{H}_3\text{O}^+$	$K_a = 10^{10}$

W wyniku dysocjacji jonowej powstają aniony fluorowca, czyli odpowiednio aniony: fluorkowe, chlorkowe, bromkowe oraz jodkowe, a także kationy oksoniowe (hydroniowe), odpowiedzialne za kwasowy odczyn kwasów. Każdy proces dysocjacji kwasów opisany jest stałą dysocjacji K_a .

Stała dysocjacji to stosunek iloczynu stężeń jonów do stężenia cząsteczek niezdisocjowanych. Przykładowo, dla $\text{HI}_{(\text{aq})}$ wyrażenie na stałą dysocjacji to:

$$K_a = \frac{[\text{I}^-] \cdot [\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{HI}]} = 10^{10}$$

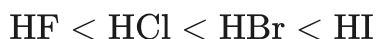
Polecenie 1

Przeanalizuj wartości pozostałych stałych dysocjacji kwasów fluorowcowodorowych. Określ, która z podanych w tabeli wartości K_a jest największa, a która najmniejsza. O czym to świadczy? Jaką jeszcze różnicę w zapisie równań dysocjacji jonowej zauważasz?

Im większa jest wartość stałej dysocjacji, tym więcej jonów znajduje się w roztworze. Im więcej jonów H_3O^+ (biorąc oczywiście pod uwagę roztwory wodne o tym samym stężeniu wyjściowym kwasu fluorowcowodorowego), tym kwas jest silniejszy. A co za tym idzie – im większa wartość stałej dysocjacji, tym kwas jest mocniejszy. Co więcej, stała dysocjacji zależy jedynie od temperatury, a nie od stężeń reagentów, ponieważ ich stosunek jest stały.

Który kwas fluorowcowodorowy jest najsłabszy i dlaczego?

Na podstawie wartości stałych dysocjacji można więc uszeregować kwasy fluorowcowodorowe wg mocy, tak jak to przedstawiono poniżej.



Oznacza to, że kwas fluorowodorowy jest słabym kwasem (najsłabszym z kwasów fluorowcowodorowych), a kwas jodowodorowy mocnym kwasem (najmocniejszym spośród kwasów fluorowcowodorowych). W równaniu dysocjacji kwasu $HF_{(aq)}$ zapisuje się strzałki w obie strony, ponieważ tylko kwas fluorowodorowy jest słabym kwasem o wartości stałej dysocjacji mniejszej od 1. To także informacja o tym, że w roztworze znajdują się również niezdisocjowane cząsteczki HF. Natomiast pozostałe kwasy ($HCl_{(aq)}$, $HBr_{(aq)}$ oraz $HI_{(aq)}$) są mocnymi kwasami i dysocjują praktycznie w 100%, dlatego strzałkę zapisuje się tylko w jedną stronę, a liczba cząsteczek niezdisocjowanych jest bardzo mała – praktycznie zaniedbywalna.

Wartości stałych dysocjacji nie wyjaśniają jednak przyczyny różnicy w mocy tych kwasów, która tkwi w dwóch aspektach budowy atomowej:

1. **elektroujemności fluorowca;**
2. **promienia atomowego fluorowca.**

Który z fluorowców charakteryzuje się największą elektroujemnością, a który najmniejszą?

Fluor to pierwiastek, który jest bardzo elektroujemny. Dlatego silnie przyciąga atom wodoru, tworząc mocne wiązanie kowalencyjne spolaryzowane. Z tej przyczyny $\text{HF}_{(\text{aq})}$ nie ulega dysocjacji w dużym stopniu i tworzy **słaby kwas**.

Jod to pierwiastek o dużo mniejszej elektroujemności, co po części wiąże się z posiadaniem przez ten pierwiastek aż pięciu powłok elektronowych. Właśnie dlatego pomiędzy atomem jodu a atomem wodoru nie ma tak dużego przyciągania i $\text{HI}_{(\text{aq})}$ chętniej dysocjuje od HF. Dzięki temu w roztworze jest duże stężenie jonów H_3O^+ , a kwas $\text{HI}_{(\text{aq})}$ jest **kwasem mocnym**.

Atom którego fluorowca ma największy promień atomowy?

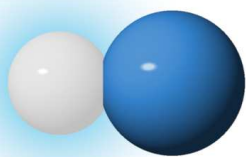
Moc kwasu beztlenowego wzrasta wraz ze wzrostem promienia atomowego fluorowca.

9	19,90	F	fluor
17	35,45	Cl	chlor
35	79,90	Br	brom
53	126,90	I	jod

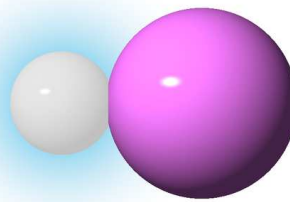
wzrost mocy kwasów beztlenowych

Moc kwasu beztlenowego wzrasta wraz ze wzrostem promienia atomowego fluorowca.

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



HF



HI

Kwas jodowodorowowy (różowy atom jodu) jest mocniejszy niż kwas fluorowodorowy (niebieski atom fluoru).

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

Dużo większy promień atomowy jodu od promienia fluoru sprawia, że wiązanie w cząsteczce HI jest dłuższe, a zatem również słabsze od krótkiego i silnego wiązania w cząsteczce HF. Silniejsze wiązanie znacząco utrudnia dysocjację, stąd kwas fluorowodorowy dysocjuje tylko w niewielkim stopniu.

Słownik

kwas mocny

kwas, który ulega praktycznie całkowitej dysocjacji, na przykład $\text{HCl}_{(\text{aq})}$, $\text{HBr}_{(\text{aq})}$, $\text{HI}_{(\text{aq})}$

kwas słaby

kwas, który ulega dysocjacji w niewielkim stopniu, na przykład $\text{HF}_{(\text{aq})}$, HNO_2 , H_2SO_3 , H_3PO_4

elektroujemność

miara zdolności atomów do przyciągania elektronów; im większa jest wartość elektroujemności, tym większa zdolność atomów do przyciągania elektronów

promień atomowy

wartość określająca wielkość atomu; zwykle przyjmuje się, że jest on równy połowie długości pojedynczego wiązania kowalencyjnego (atomowego) między atomami tego samego pierwiastka w cząsteczce (np. za promień atomu fluoru przyjmuje się połowę długości wiązania w dwuatomowej cząsteczce fluoru)

Bibliografia

Encyklopedia PWN

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

Polecenie 1

Dlaczego kwas fluorowodorowy jest najslabszym kwasem spośród kwasów fluorowcowodorowych? Wysłuchaj audiobooka, a następnie uzasadnij odpowiedź na to pytanie.

Audiobook można wysłuchać pod adresem: <https://zpe.gov.pl/b/P12GJlewR>

Od czego zależy moc kwasów fluorowcowodorowych?

Kwasy fluorowcowodorowe to wodne roztwory fluorowcowodorów, takich jak HF(aq), HCl(aq), HBr(aq) oraz HI(aq). Kwas fluorowodorowy jest najslabszym z nich, a kwas jodowodorowy najmocniejszym. Dlaczego tak jest?

Moc kwasów 17. grupy układu okresowego zależy od elektroujemności fluorowca oraz jego promienia atomowego. Im większa jest elektroujemność fluorowca, tym tworzy on słabszy kwas beztlenowy, a przy tym przyciąga atom wodoru z dużą siłą. Wraz ze spadkiem wartości elektroujemności maleje zdolność kolejnych fluorowców do przyciągania atomu wodoru, co ułatwia dysocjację. Zatem cząsteczka HF ulega dysocjacji jedynie częściowo. Wiele cząsteczek fluorowodoru pozostaje niezdisocjowanych. Kwas fluorowodorowy zaliczamy więc do kwasów słabych. Pozostałe kwasy fluorowcowodorowe klasyfikujemy jako kwasy mocne. Dysocjują one praktycznie całkowicie w roztworach wodnych, a ich stałe dysocjacji są bardzo duże i o wiele większe niż 1.

Moc tych kwasów nie zależy jednak wyłącznie od elektroujemności fluorowca. Drugim czynnikiem jest jego promień atomowy – im jest większy, tym mocniejszy jest kwas beztlenowy. Dlaczego?

Wyobraź sobie, że kwas fluorowodorowy zbudowany jest z dwóch kulek: jedna to atom wodoru i niewiele większa od niej, druga kulka to atom fluoru. Małe promienie obu atomów umożliwiają utworzenie krótkiego wiązania – dzięki temu atomy mogą się do siebie mocno przybliżyć. Każdy kolejny fluorowiec ma większy promień, a więc w konsekwencji jego wiązanie z wodorem będzie coraz dłuższe i zarazem coraz słabsze.

Teraz wyobraź sobie znów dwie kulki: jedna to atom wodoru, ale tym razem druga kulka będzie – około trzy razy większa – atom jodu. Czy odległość od jąder tych dwóch atomów

jest większa czy mniejsza niż w przypadku HF?

Otóż odległość ta jest znacznie większa, dlatego oddziaływanie pomiędzy jądrami i chmurami elektronowymi obu atomów jest niewielkie. Atomy są od siebie bardzo oddalone, co oznacza, że wprowadzenie 1 mola jodowodoru do 1 dm³ wody spowoduje natychmiastową, praktycznie stuprocentową dysocjację powstałego kwasu. W roztworze nie będzie już niezdisocjowanych cząsteczek jodowodoru, lecz same kationy oksoniowe i aniony jodkowe.

Na podstawie tych informacji ułóż kwasy fluorowcowodorowe w kolejności od najsłabszego do najmocniejszego.

Moc kwasów fluorowcowodorowych wzrasta w szeregu: kwas fluorowodorowy, kwas chlorowodorowy, kwas bromowodorowy, kwas jodowodorowy.

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

Ćwiczenie 1

U szereguj kwasy fluorowcowodorowe od najmocniejszego do najsłabszego.

HCl_(aq)



HF_(aq)



HBr_(aq)



HI_(aq)



Ćwiczenie 2

Uzupełnij brakujące miejsce w tekście. Jeśli weźmiemy pod uwagę roztwory wodne kwasów fluorowcowodorowych o takim samym stężeniu, to kwasem mocniejszym będzie ten, który posiada więcej jonów ... w tym roztworze wodnym.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Przygotowane dwa roztwory wodne:

- $\text{HCl}_{(\text{aq})}$ o stężeniu $10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$;
- $\text{HF}_{(\text{aq})}$ o stężeniu $10^{-2} \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$.

Wskaż roztwór o niższym pH. Odpowiedź uzasadnij.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 2



Które z kwasów fluorowcowodorowych są słabe, a które mocne? Przyporządkuj odpowiednie wzory sumaryczne do odpowiednich pól.

Kwasy mocne

$\text{HI}_{(\text{aq})}$

$\text{HF}_{(\text{aq})}$

$\text{HBr}_{(\text{aq})}$

$\text{HCl}_{(\text{aq})}$

Kwasy słabe

Ćwiczenie 3



Od jakich cech budowy atomowej fluorowca zależy moc kwasu beztlenowego, który tworzy? Spośród poniższych wybierz i zaznacz te właściwe.

elektroujemność ☐

ilość elektronów w rdzeniu atomowym ☐

promień jonowy ☐

promień atomowy ☐

ilość elektronów walencyjnych ☐

ilość elektronów potrzebnych do uzyskania oktetu elektronów ☐

Ćwiczenie 4



Woda królewska to mieszanina stężonego kwasu azotowego(V pięć) oraz jednego z mocnych kwasów niemetalu 17. grupy układu okresowego, w stosunku objętościowym 1 : 3. Wykazuje ona bardzo silne właściwości utleniające, rozpuszczając wiele metali szlachetnych. Spośród poniższych kwasów wybierz i zaznacz ten, który razem z kwasem azotowym(V) tworzy wodę królewską.

☐ kwas tellurowodorowy

☐ kwas chlorowy(I)

☐ kwas jodowy(V)

☐ kwas węglowy

☐ kwas chlorowodorowy

☐ kwas siarkowodorowy

☐ kwas fluorowodorowy

☐ kwas bromowy(V)

Ćwiczenie 5



Który niemetal – chlor czy brom – tworzy mocniejszy kwas beztlenowy? Odpowiedz i uzasadnij.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 6



Uzupełnij zdania, wybierając prawidłowy wyraz.

Im większa odległość pomiędzy jądrem atomu wodoru a jądrem atomu fluorowca, tym

łatwiej ☐

trudniej ☐

zachodzi dysocjacja kwasu, który tworzą. Wówczas taki kwas jest

słabszy ☐

mocniejszy ☐

i charakteryzuje się

mniejszą ☐

większą ☐

stałą

dysocjacji kwasowej.

Ćwiczenie 7



Uzupełnij zdania, wstawiając prawidłowy wyraz.

Im mniejsza elektroujemność fluorowca, tym kwas beztlenowy. Jest to

spowodowane jego słabszym oddziaływaniem z jądrem atomu . W związku z tym,

proces zachodzi w stopniu.

tleny

mniejszym

wodoru

słabszy

mocniejszy

dużym

dysocjacji

Ćwiczenie 8



Poniżej podano stałe dysocjacji kwasów fluorowcowodorowych. Dopasuj wzór kwasu do odpowiedniej wartości stałej dysocjacji K_a .

	$K_a = 3 \cdot 10^9$	$K_a = 10^{10}$	$K_a = 6,3 \cdot 10^{-4}$	$K_a = 10^7$
kwas				

HCl

HBr

HI

HF

Dla nauczyciela

Scenariusz zajęć

Autor: Daria Szeliga, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Od czego zależy moc kwasów fluorowcowodorowych?

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

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

VII. Systematyka związków nieorganicznych. Uczeń:

11) przedstawia i uzasadnia zmiany mocy kwasów fluorowcowodorowych.

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 przebieg dysocjacji jonowej na podstawie równań dysocjacji elektrolitycznej oraz analizuje wartości stałych dysocjacji kwasów fluorowcowodorowych;
- na podstawie wartości stałych dysocjacji, decyduje który z kwasów fluorowcowodorowych jest najsilniejszy, a który najslabszy;
- uzasadnia moc kwasów fluorowcowodorowych na podstawie elektroujemności oraz promienia atomowego fluorowca;
- szereguje kwasy fluorowcowodorowe według wzrastającej mocy.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- audiobook;
- dyskusja dydaktyczna;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- technika bateria.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje uczniom pytanie: „Czy wszystkie kwasy fluorowcowodorowe dysocjują w jednakowym stopniu?”.
2. Rozpoznanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie starają się odpowiedzieć na pytanie: „Od jakich czynników zależy moc kwasów 17. grupy układu okresowego pierwiastków chemicznych?”. Nauczyciel może zapisać propozycje uczniów 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 rozdaje uczniom modele czasowe – jeden na parę. Za pomocą modeli, uczniowie mają za zadanie skonstruować następujące cząsteczki: HF, HCl, HBr, HI.
2. Nauczyciel rozdaje uczniom karty wzorów maturalnych CKE (patrz materiały pomocnicze). Uczniowie, na podstawie wartości stałych dysocjacji, wnioskuje o mocy kwasów fluorowcowodorowych. Powrót do zapisu równań dysocjacji jonowej i skonfrontowanie poprawności ich zapisu – zwrócenie uwagi na ilość strzałek z podaniem interpretacji (jeżeli zajdzie potrzeba należy poprawić).
($\text{HF} < \text{HCl} < \text{HBr} < \text{HI}$)

3. Nauczyciel zadaje uczniom pytanie: Czy na podstawie zbudowanych modeli kulkowo-pręcikowych można wyjaśnić, od czego zależy moc kwasów fluorowcowodorowych? (Modele czasowe odwzorowują promienie atomowe. Im większy promień atomowy fluorowca, tym odległość od jego jądra do jądra atomu wodoru jest większa, więc cała cząsteczka łatwiej ulega dysocjacji. Im w większym stopniu zachodzi dysocjacja, tym kwas fluorowcowodorowy jest mocniejszy).
4. Nauczyciel wskazuje również na drugą zależność dotyczącą mocy kwasów fluorowcowodorowych i zadaje uczniom pytanie „Jaki jeszcze czynnik wpływa na moc kwasów fluorowcowodorowych?”. Jeżeli uczniowie mają trudność z udzieleniem odpowiedzi, mogą skorzystać z informacji w e-materiale.
5. Powrót do fazy wstępnej i skonfrontowanie wypowiedzi wcześniejszych uczniów z tym, czego uczniowie dowiedzieli się podczas lekcji – porównanie wypowiedzi uczniów z nabytymi informacjami.
6. Uczniowie pracują w parach z częścią „Sprawdź się”. Wykonują zadania. Nauczyciel może wyświetlić treść poleceń na tablicy multimedialnej. Po każdym przeczytanym poleceniu, 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. Ćwiczenia, których uczniowie nie zdążą wykonać podczas lekcji mogą być zlecone do wykonania w ramach pracy domowej.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie słuchają audiobooka, zawartej w e-materiale pt.: *Od czego zależy moc kwasów fluorowcowodorowych?*, a następnie wykonują ćwiczenia.
2. Uczniowie, na planszy z narysowaną baterią i zaznaczonymi poziomami jej naładowania, np. co 5-10%, zaznaczają cenkami, 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 w e-materiale w sekcji „Sprawdź się” pozostałe ćwiczenia, których nie zdążyli wykonać na lekcji.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Audiobook może być wykorzystany przez nauczyciela w ramach metody lekcji odwróconej, a przez uczniów w fazie przygotowywania się do lekcji.

Materiały pomocnicze:

1. Nauczyciel przygotowuje planszę z narysowaną baterią i zaznaczonymi poziomami jej naładowania, np. co 5-10% do oceny stopnia opanowania zagadnień.
2. Nauczyciel może wydrukować jeden egzemplarz na parę uczniów stałej dysocjacji wybranych kwasów w roztworach wodnych w temperaturze 25°C. Wybrane wzory i stałe fizykochemiczne na egzamin maturalny z biologii, chemii i fizyki:

cke.gov.pl