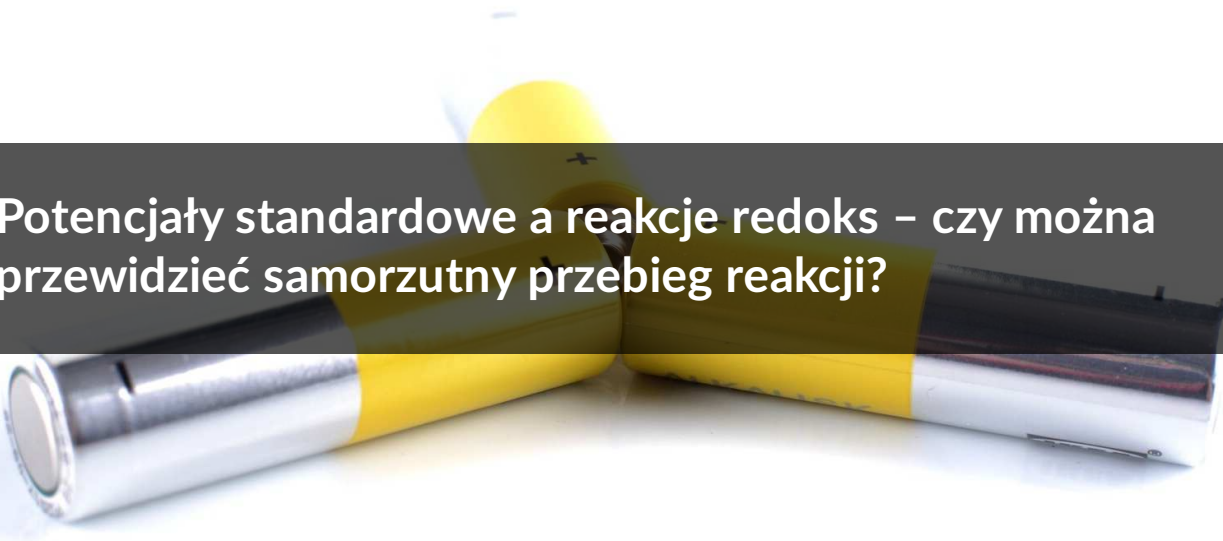




Potencjały standardowe a reakcje redoks – czy można przewidzieć samorzutny przebieg reakcji?

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



Potencjały standardowe a reakcje redoks – czy można przewidzieć samorzutny przebieg reakcji?

Akumulatory litowo-jonowe (Li-Ion), w których zachodzą odwracalne reakcje redoks stanowią wydajne źródło energii.

Źródło: dostępny w internecie: pixabay.com, domena publiczna.

Zastanawiasz się czy w chemii można pobawić się we wróżkę i przewidzieć czy dana reakcja zachodzi czy nie? Oczywiście, że tak. Wystarczy znać szereg elektrochemiczny metali.

Zanurzenie metalu w roztworze wodnym soli tego metalu może prowadzić do jego rozтворzenia lub do zobojętnienia jonów pochodzących z roztworu soli. W skutek zachodzących reakcji metal wykazuje pewien potencjał elektryczny, który może być ujemny, gdy metal traci swoje elektrony i przechodzi w stan jonu lub dodatni - metal pobiera elektrony, co powoduje zobojętnienie jonu. Na podstawie tych właściwości określono szereg elektrochemiczny metali.

Twoje cele

- Nauczysz się przewidywać przebieg reakcji redoks na podstawie wartości potencjału standardowego.
- Zapiszesz i wykonasz bilans elektronowy reakcji redoks.
- Zaprojektujesz doświadczenia, w którym przeprowadzisz reakcje redoks.

Przeczytaj

Polecenie 1

Uczeń na zajęciach laboratoryjnych z chemii wykonał doświadczenia chemiczne. Zapoznaj się z wykorzystanymi odczynnikami oraz obserwacjami, a następnie uzupełnij równania reakcji. Pamiętaj o dobraniu współczynników stechiometrycznych metodą bilansu jonowo-elektronowego.

Odczynniki:

- $3 \frac{\text{mol}}{\text{dm}^3}$ kwas chlorowodorowy;
 - cynk;
 - magnez;
 - miedź;
 - wapń.
-

Obserwacje:

$\text{Cu} + \text{HCl} \rightarrow$ brak zauważalnych zmian

$\text{Zn} + \text{HCl} \rightarrow$ wydzielają się pęcherzyki bezbarwnego gazu

$\text{Mg} + \text{HCl} \rightarrow$ wydzielają się pęcherzyki bezbarwnego gazu, reakcja przebiega bu

$\text{Ca} + \text{HCl} \rightarrow$ wydzielają się pęcherzyki bezbarwnego gazu, reakcja przebiega bu

Zapisz równania reakcji chemicznych uwzględniając zapis cząsteczkowy, jonowy, jonowy skrócony oraz dokonaj bilansu jonowo-elektronowego:

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Dlaczego reakcja kwasu chlorowodorowego z miedzią nie zachodzi?

Elektroda	E^0 [V]
Li / Li ⁺	-3,04
Ca / Ca ²⁺	-2,86
Mg / Mg ²⁺	-2,36
Al / Al ³⁺	-1,69
Mn / Mn ²⁺	-1,18
Zn / Zn ²⁺	-0,76
Cr / Cr ³⁺	-0,74
Fe / Fe ²⁺	-0,44
Cd / Cd ²⁺	-0,40
Co / Co ²⁺	-0,28
Ni / Ni ²⁺	-0,26
Sn / Sn ²⁺	-0,14
Pb / Pb ²⁺	-0,14
Fe / Fe ³⁺	-0,04
H ₂ /2 H ₃ O ⁺	0,00
Bi / Bi ³⁺	+0,32
Cu / Cu ²⁺	+0,34
Ag / Ag ⁺	+0,80
Hg / Hg ²⁺	+0,85
Au / Au ³⁺	+1,52

Źródło: D. Witowski, *Chemia-zbiór zadań z odpowiedziami dla kandydatów na uniwersytety medyczne i kierunki przyrodnicze zdających maturę z chemii 2002-2019*, Oficyna Wydawnicza Nowa Matura

Analizując powyższy [szereg elektrochemiczny metali](#) można zauważyć, że cynk, magnez i wapń charakteryzują się ujemnymi wartościami [potencjałów standardowych](#), natomiast miedź dodatnim, a wodór zerowym. Metale o ujemnej wartości standardowych potencjałów są silniejszymi [reduktorami](#) niż wodór, natomiast metale o dodatniej wartości potencjałów

standardowych są silniejszymi **utleniaczami**. Miedź znajduje się w szeregu elektrochemicznym metali poniżej wodoru, oznacza to, że jest silniejszym **utleniaczem** niż wodór.

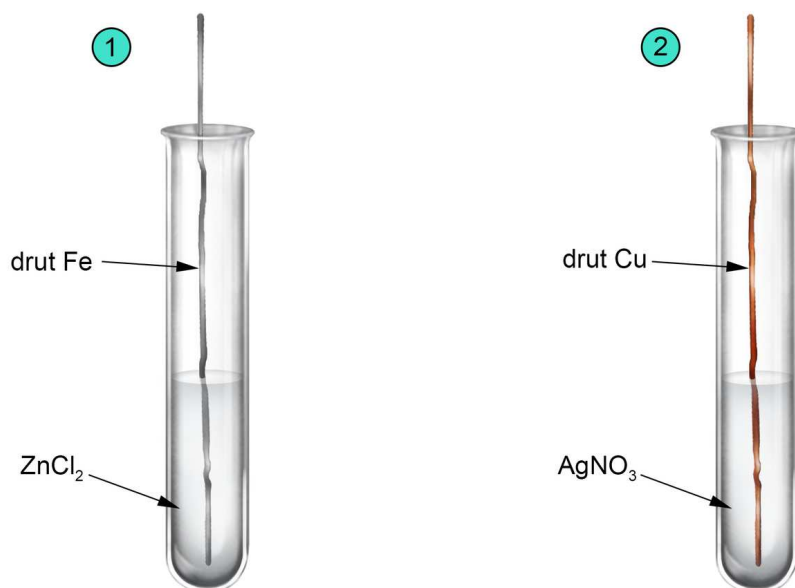
Samorzutność reakcji można przewidzieć na podstawie standardowych potencjałów elektrod. Pierwiastki o ujemnych potencjałach wykazują zdolność do redukcji jonów wodorowych w roztworze kwasu do gazowego wodoru i ulegają utlenieniu. Natomiast pierwiastki o dodatnich wartościach potencjałów standardowych nie mogą zredukować jonów wodorowych i wydzielać gazowego wodoru z roztworu kwasu.

Utleniacze i reduktory są uszeregowane na podstawie potencjałów standardowych elektrod mierzonych względem standardowej elektrody wodorowej. Im większa wartość potencjału standardowego, tym mniejsza jest zdolność utleniająca elektrody. Na podstawie potencjałów standardowych elektrod można przewidzieć czy reakcja jest samorzutna.

Jak przewidzieć przebieg reakcji chemicznej? – wypieranie metali z roztworu jego soli

Polecenie 2

Korzystając z szeregu elektrochemicznego metali określ, w których probówkach zaszły reakcje.



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

Probówka nr 1.

W roztworze wodnym chlorku cynku znajdują się kationy cynku(II) i aniony chlorkowe, w celu określenia czy dana reakcja zajdzie należy porównać aktywności i drutu wykonanego z żelaza. znajduje się powyżej żelaza w szeregu elektrochemicznym metali (ma niższy potencjał standardowy), czyli reakcja , ponieważ żelazo nie wyprze z jego soli.

Zapisz równanie reakcji chemicznej oraz dokonaj bilansu jonowo-elektronowego.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Probówka nr 2.

W roztworze wodnym azotanu(V) srebra znajdują się kationy srebra i aniony azotanowe(V).

W celu określenia czy ta reakcja zajdzie należy porównać aktywności i miedzi.

znajduje się powyżej

w szeregu elektrochemicznym, czyli reakcja .

aniony azotanowe(V)

kationów srebra

kationów srebra

Miedź

zajdzie

nie zajdzie

Zapisz równanie reakcji chemicznej oraz dokonaj bilansu jonowo-elektronowego.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Słownik

reakcje redoks

reakcje chemiczne, w wyniku których atomy lub jony zmieniają swoje stopnie utlenienia poprzez wymianę elektronów

reduktor

donor elektronów w reakcjach redoks

utleniacz

akceptor elektronów w reakcjach redoks

reakcja utlenienia

reakcja chemiczna, w której atomy lub jony tracą elektrony

reakcja redukcji

reakcja chemiczna, w której atomy lub jony pobierają elektrony

potencjały standardowe elektrody

siła elektromotoryczna ogniwa, w którym drugą elektrodą jest elektroda wodorowa, której przypisuje się potencjał równy zeru. Dla anody potencjał standardowy jest ujemny, a dla katody dodatni

szereg elektrochemiczny metali

tablica przedstawiająca względną moc utleniaczy i reduktorów

Bibliografia

Bieleński A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, t. 2, Warszawa 2013.

Film samouczek

Polecenie 1

Zapoznaj się z filmem samuczkiem, a następnie zweryfikuj zdobytą wiedzę poprzez rozwiązanie ćwiczeń.

Trwa wczytywanie danych ..

Potencjały standardowe a reakcje redoks – czy można przewidzieć samorzutny przebieg reakcji?

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D1AlXFSmW>

Film samouczek pt. „Potencjały standardowe a reakcje redoks – czy można przewidzieć samorzutny przebieg reakcji?”

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

Film nawiązujący do treści materiału dotyczącej potencjałów standardowych a reakcji redoks oraz czy można przewidzieć samorzutny przebieg reakcji na ich podstawie.

Ćwiczenie 1

W poniższej tabeli przedstawiono równania reakcji elektrodowych oraz odpowiadające im wartości potencjałów standardowych dwóch półogniw redoks:

Równanie reakcji elektrodowej	Potencjał standardowy, V
$\text{MnO}_4^{2-} + 2 \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{MnO}_2 + 4 \text{OH}^-$	0,60
$\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons \text{NO}_2^- + 2 \text{OH}^-$	0,01

Korzystając z danych zawartych w tabeli, napisz sumaryczne równanie reakcji, która zachodzi w pracującym ogniwie zbudowanym z analizowanych półogniw.

Ćwiczenie 2

W poniższej tabeli zestawiono potencjały standardowe wybranych półogniw metalicznych.

Półogniwo	E°, V
Bi / Bi ³⁺	+0,31
Zn / Zn ²⁺	-0,76
Mg / Mg ²⁺	-2,76
Pb / Pb ²⁺	-0,13

Przeanalizuj dane zawarte w tabeli, a następnie wykonaj punkty 1 i 2.

1. Wskaż te kationy zawarte w tabeli, względem których cynk może pełnić funkcję reduktora.
2. Napisz równania odpowiednich reakcji redoks pomiędzy atomami cynku a kationami wskazanymi przez Ciebie w poprzednim punkcie.

Ćwiczenie 3

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Połącz w pary.

Reduktor	tablica przedstawiająca względną moc utleniaczy i reduktorów.
Utleniacz	jest donorem elektronów w reakcjach redoks
Reakcja redukcji	jest akceptorem elektronów w reakcjach redoks
Reakcja utlenienia	jest to reakcja chemiczna, w której atomy lub jony pobierają elektrony
Szereg elektrochemiczny metali	jest to reakcja chemiczna, w której atomy lub jony tracą elektrony

Do rozwiązania poniższych zadań niezbędny jest szereg elektrochemiczny metali.

Elektroda	E^0 [V]
Li / Li ⁺	-3,04
Ca / Ca ²⁺	-2,86
Mg / Mg ²⁺	-2,36
Al / Al ³⁺	-1,69
Mn / Mn ²⁺	-1,18
Zn / Zn ²⁺	-0,76
Cr / Cr ³⁺	-0,74
Fe / Fe ²⁺	-0,44
Cd / Cd ²⁺	-0,40
Co / Co ²⁺	-0,28
Ni / Ni ²⁺	-0,26

Elektroda	E^0 [V]
Sn / Sn ²⁺	-0,14
Pb / Pb ²⁺	-0,14
Fe / Fe ³⁺	-0,04
H ₂ / 2 H ₃ O ⁺	0,00
Bi / Bi ³⁺	+0,32
Cu / Cu ²⁺	+0,34
Ag / Ag ⁺	+0,80
Hg / Hg ²⁺	+0,85
Au / Au ³⁺	+1,52

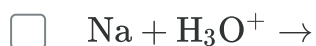
Źródło: D. Witowski, *Chemia-zbiór zadań z odpowiedziami dla kandydatów na uniwersytety medyczne i kierunki przyrodnicze zdających maturę z chemii 2002-2019*, Oficyna Wydawnicza Nowa Matura

Ćwiczenie 2



W reakcjach redoks następuje przekazanie elektronów pomiędzy reagującymi substancjami chemicznymi. Kierunek przekazywania elektronów można ustalić na podstawie szeregu elektrochemicznego metali. Metale znajdujące się w szeregu ponad wodorem, czyli o ujemnym potencjale standardowym, dążą do redukcji jonów wodorowych do gazowego wodoru. Właściwości redukujące metali, rosną wraz ze wzrostem ujemności potencjału standardowego. Natomiast metale znajdujące się poniżej wodoru w szeregu elektrochemicznym metali nie redukują jonów wodorowych oraz nie są utleniane przez jony wodorowe.

Na podstawie zebranych informacji, wybierz reakcje chemiczne, w których można zauważyć zmiany oraz uzupełnij zapis ich przebiegu.



Zapisz odpowiednie równania reakcji.

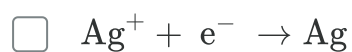
Ćwiczenie 3



Ćwiczenie 4



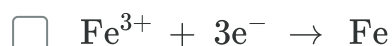
Spośród poniższych reakcji redoks wskaż reakcje utlenienia.



Ćwiczenie 5



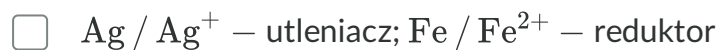
Spośród poniższych reakcji redoks wskaż reakcje redukcji.



Ćwiczenie 6



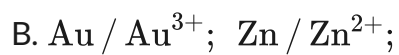
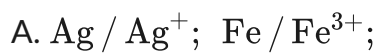
W poniższych układach redoks wskaż utleniacz i reduktor:



Ćwiczenie 7



Zapisz równania półkowe dla poniższych układów redoks.



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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Przygotowano trzy próbówki. W próbówce nr 1. zanurzono żelazny drut w wodnym roztworze chlorku cynku, w próbówce nr 2. zanurzono drut miedziany w roztworze wodnym azotanu(V) żelaza(III), a w próbówce nr 3. blaszkę cynkową zanurzono w roztworze wodnym azotanu(V) srebra(I). Korzystając z szeregu elektrochemicznego metali, określ czy reakcja chemiczna zajdzie w każdej próbówce? Uzupełnij luki w poniższych zdaniach.

Próbówka nr 1.

w szeregu elektrochemicznym znajduje się nad . Po umieszczeniu drutu z żelaza reakcja, ponieważ nie wyprze z roztworu jego soli.

Próbówka nr 2.

w szeregu elektrochemicznym znajduje się nad . Po umieszczeniu drutu z miedzi reakcja, ponieważ nie wyprze z roztworu jego soli.

Próbówka nr 3.

w szeregu elektrochemicznym znajduje się pod . Po umieszczeniu blaszki cynkowej reakcja, ponieważ wyprze z roztworu jego soli.

zajdzie	miedzią	miedź	srebro	żelazem	cynkiem	nie zajdzie	żelazo
cynk	Srebro	zajdzie	zajdzie	nie zajdzie	cynku	nie zajdzie	żelaza
Żelazo	Cynk						

Zapisz równania reakcji chemicznych oraz ich przebieg za pomocą równań jonowych skróconych w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 9



Zapoznaj się z poniższym tekstem źródłowym, a następnie wybierz prawidłowe określenie:

„[...] ze standardowego potencjału glinu (-1,66 V) wynika, że podobnie jak magnez powinien on wydzielać wodór z kwasu. Glin może zostać utleniony w kwasie chlorowodorowym. Natomiast nie reaguje z on z silniej utleniającym kwasem azotowym, ponieważ utworzone jony Al^{3+} natychmiast tworzą warstwę tlenku na powierzchni metalu [...]

L. Jones, P. Akins, „Chemia ogólna, cząsteczki, materia, reakcje”, PWN, 2018

Opisywanym zjawiskiem jest zjawisko glinu, która umożliwia zastosowanie glinu, między innymi do produkcji puszek do napojów, samolotów.

utleniania

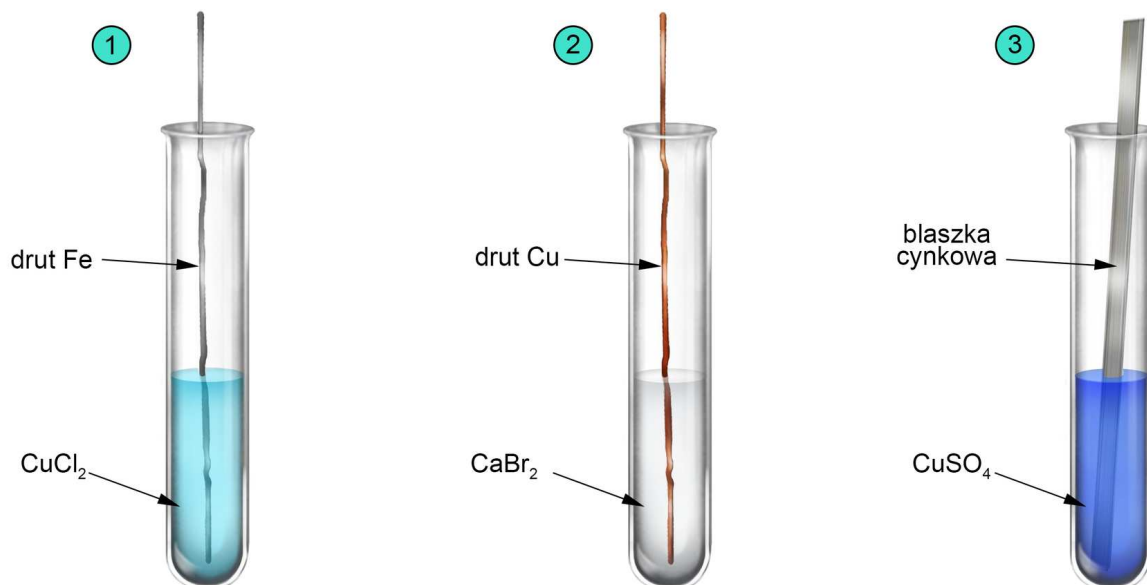
redukowania

pasywacji

Ćwiczenie 10



Określ, czy dana reakcja zajdzie. Jeżeli tak, zapisz równanie reakcji oraz podaj jej zapis jonowy skrócony.



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

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 11



Zaprojektuj doświadczenie, w którym wykażesz właściwości redukujące lub właściwości utleniające dla magnezu oraz miedzi mając do dyspozycji: wiórki magnezu, blaszkę miedzianą, chlorek magnezu, siarczan(VI) miedzi(II).

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: Agnieszka Dreczko, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Potencjały standardowe a reakcje redoks – czy można przewidzieć samorzutny przebieg reakcji?

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

IX. Elektrochemia. Uczeń:

4) oblicza SEM ogniwa galwanicznego na podstawie standardowych potencjałów półogniw, z których jest ono zbudowane.

Zakres rozszerzony

IX. Elektrochemia. Ogniwa i elektroliza. Uczeń:

4) oblicza SEM ogniwa galwanicznego na podstawie standardowych potencjałów półogniw, z których jest ono zbudowane.

Kształowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji;
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii;
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się;
- kompetencje cyfrowe.

Cele operacyjne

Uczeń:

- przewiduje przebieg reakcji redoks na podstawie wartości potencjału standardowego;
- pisze i wykonuje bilans elektronowy reakcji redoks;
- projektuje doświadczenia, w którym przeprowadzi reakcje redoks.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja dydaktyczna;
- burza mózgów;
- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- eksperyment chemiczny;
- film samouczek;
- technika zdań podsumowujących;
- badawcza.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje uczniom pytania: jak przewidzieć przebieg reakcji chemicznej? Dlaczego miedź nie reaguje z kwasem chlorowodorowym? lub szybki test poprzez podniesienie ręki w górę (lewa ręka w górze na TAK, a prawa na NIE). Przykładowe pytania Czy zajdzie reakcja chemiczna między: manganem a kwasem siarkowym(VI); miedzią a chlorkiem cyny(II); srebrem a kwasem chlorowodorowym; glinem a azotanem(V) cynku; żelazem a azotanem(V) ołowiu(II); wapniem a chlorkiem rtęci(II); miedzią a kwasem chlorowodorowym; chromem a kwasem siarkowym(VI); kobaltem a chlorkiem niklu(II); cynku z chlorkiem kadmu.
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie przypominają, na czym polega reakcja redoks.
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 lekcji.

Faza realizacyjna:

1. Nauczyciel wyświetla na tablicy multimedialnej film samouczek „Potencjały standardowe a reakcje redoks – czy można przewidzieć samorzutny przebieg reakcji?”. Uczniowie podczas projekcji filmu notują wnioski, jakie można wyciągnąć w oparciu o szereg elektrochemiczny metali. Nauczyciel zatrzymuje film podczas projekcji (czas 2,51 min.) – zadanie (próbówki metali z różnymi kwasami i solami), uczniowie zastanawiają się, w których próbkach zajdą reakcje i na forum podają je, po czym chętni uczniowie na tablicy zapisują te reakcje w formie równań cząsteczkowych i jonowych skróconych. Następnie nauczyciel dalej wznawia projekcję filmu, by porównać zapisane równania na tablicy.
2. Eksperyment chemiczny – „Badanie reakcji magnezu, cynku, miedzi i wapnia z kwasem chlorowodorowym” – zgodnie z instrukcją zamieszczoną w e-materiale. Prowadzący dzieli uczniów na grupy, rozdaje odpowiedni sprzęt i szkło laboratoryjne, odczynniki chemiczne oraz karty pracy. Uczniowie samodzielnie stawiają pytania badawcze i hipotezy, obserwują zmiany podczas eksperymentu, wyciągają wnioski, wszystko zapisują w kartach pracy. Nauczyciel monitoruje ich przebieg pracy. Liderzy prezentują wyniki na forum klasy. Prowadzący weryfikuje pod względem merytorycznym wypowiedzi uczniów i ewentualnie wyjaśnia niezrozumiałe kwestie.
3. Eksperyment chemiczny – „Badanie reakcji żelaza z chlorkiem cynku oraz miedzi z azotanem(V) miedzi(II)” – zgodnie z instrukcją zamieszczoną w e-materiale. Prowadzący wyznacza uczniów do roli asystentów i zaprezentowania pokazu doświadczenia, wskazuje odpowiedni sprzęt i szkło laboratoryjne, odczynniki chemiczne. Uczniowie samodzielnie stawiają pytania badawcze i hipotezy, obserwują zmiany podczas eksperymentu, wyciągają wnioski, wszystko zapisują w kartach pracy. Nauczyciel monitoruje ich przebieg pracy. Liderzy prezentują wyniki na forum klasy. Prowadzący weryfikuje pod względem merytorycznym wypowiedzi uczniów i ewentualnie wyjaśnia niezrozumiałe kwestie.
4. Uczniowie samodzielnie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia zawarte w e-materiale – „Sprawdź się”.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie na planszy z narysowaną baterią i zaznaczonymi poziomami jej naładowania, np. co 5-10% zaznaczają małymi kolorowymi samoprzylepnymi 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?
2. Jako podsumowanie lekcji nauczyciel może wykorzystać zdania do uzupełnienia, które uczniowie również zamieszczają w swoim portfolio:

- Przypomniałem/łam sobie, że...
- Czego dziś się nauczyłem/łam...
- Co było dla mnie łatwe...
- Co sprawiło mi trudność...

Praca domowa:

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

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Film samouczek może być użyty jako forma utrwalająca w podsumowaniu lekcji lub jako forma wprowadzająca przed przystąpieniem do wykonywanych zadań. Uczniowie nieobecni na lekcji mogą wykorzystać medium jako uzupełnienie luk kompetencyjnych.

Materiały pomocnicze:

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

- Co to jest szereg elektrochemiczny metali?
- Jakie wnioski można wyciągnąć w oparciu o szereg elektrochemiczny metali?
- Do czego można wykorzystać regulę zegara?

2. Nauczyciel przygotowuje planszę z narysowaną baterią i zaznaczonymi poziomami jej naładowania, np. co 5-10% do oceny stopnia opanowania zagadnień oraz małe kolorowe samoprzylepne karteczki dla uczniów.

3. Karty pracy ucznia:

Plik o rozmiarze 72.88 KB w języku polskim