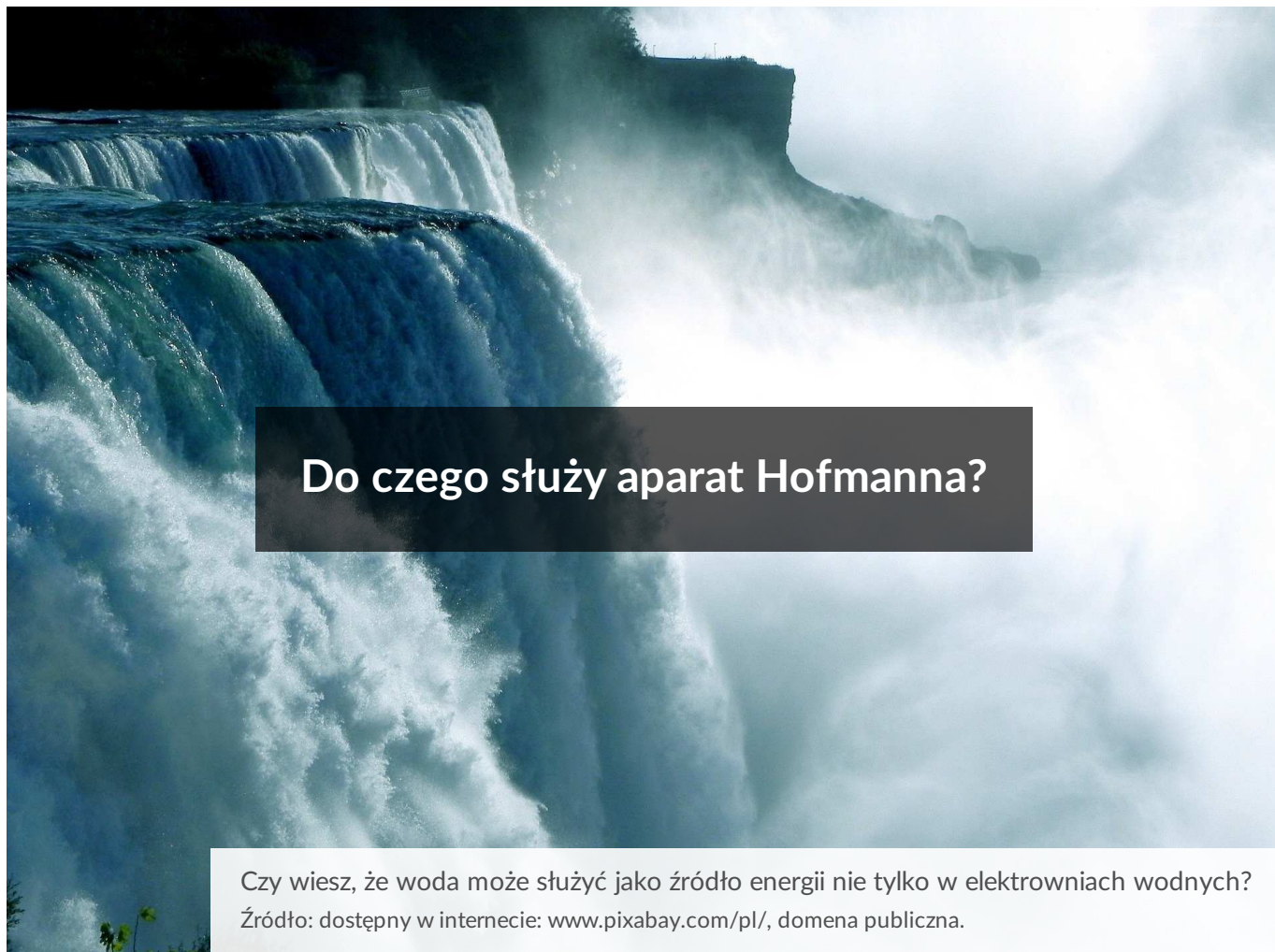




Do czego służy aparat Hofmanna?

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



Do czego służy aparat Hofmanna?

Czy wiesz, że woda może służyć jako źródło energii nie tylko w elektrowniach wodnych?

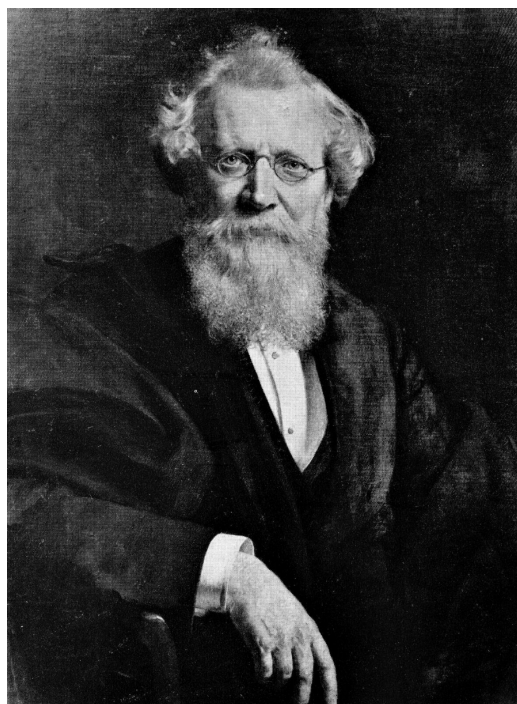
Źródło: dostępny w internecie: www.pixabay.com/pl/, domena publiczna.

Z lekcji chemii możesz pamiętać pokaz, w którym nauczyciel do probówki z wodą dodał kawałek metalicznego sodu. Reakcja wody i sodu zaszła gwałtownie, wydzielił się gaz. Nauczyciel zebrał go do drugiej, suchej probówki, a następnie podpalił jej zawartość. Można było usłyszeć charakterystyczne „pyknięcie”, zaś na ściankach probówki pojawiły się krople cieczi. W wyniku reakcji dwóch cząsteczek wodoru z cząsteczką tlenu, po zapaleniu, powstała woda. Czy można tę reakcję odwrócić? Czy z cząsteczki wody, bez użycia odczynników, można otrzymać cząsteczki wodoru i tlenu?

Twoje cele

- Opiszysz, jak zbudowany jest aparat Hofmanna.
- Wyjaśnisz, do czego służy aparat Hofmanna.
- Przedstawisz procesy zachodzące w aparacie Hofmanna.

Aparat Hofmanna



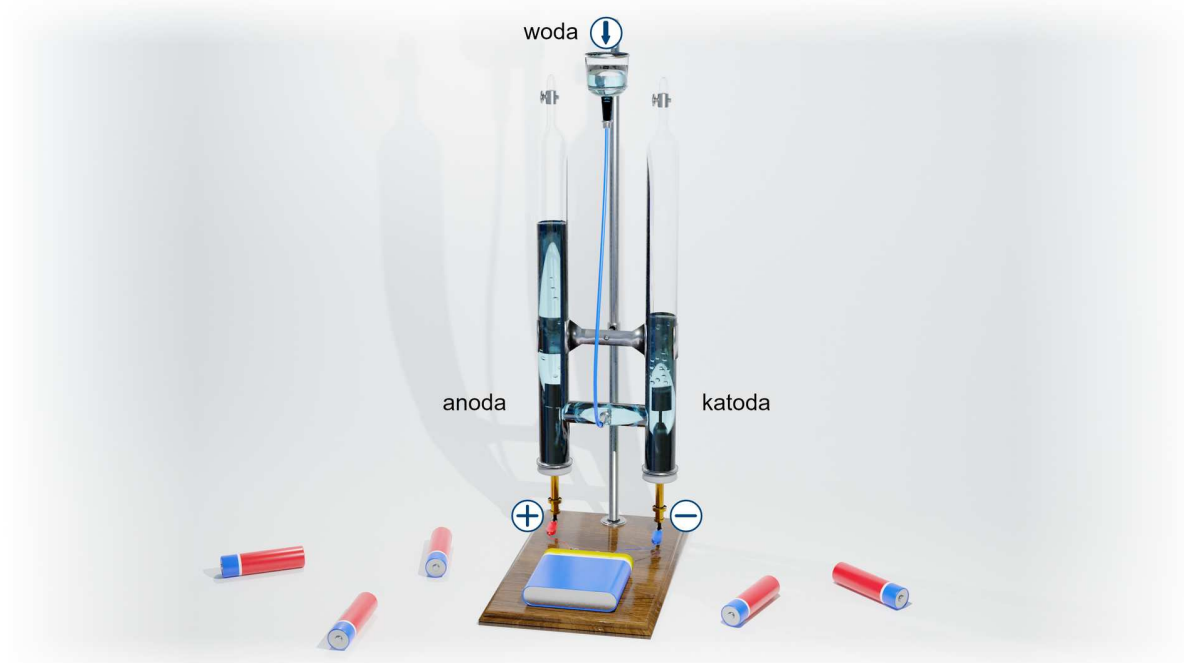
August W. von Hofmann był niemieckim chemikiem (08.04. 1818 r. – 05.05.1892 r.).

Źródło: Heinrich von Angeli, domena publiczna.

Do rozkładu cząsteczek wody na cząsteczki tlenu i wodoru może posłużyć nam **aparat Hofmanna**, nazywany także **eudiometrem Hofmanna**. Został on skonstruowany w 1866 r. przez Augusta Wilhelma von Hofmanna. Proces, który w nim zachodzi, to **elektroliza** wody.

Aparat Hofmanna składa się z dwóch szklanych rurek z podziałką, na szczycie których znajdują się kraniki. Obie rurki są połączone z pojemnikiem na wodę.

Zasada działania jest taka – na katodzie zachodzi **redukcja** i wydzielenie się cząsteczkowego wodoru, a na anodzie **utlenienie** z wydzieleniem cząsteczkowego tlenu.



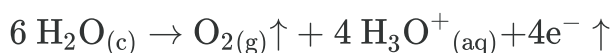
Aparat Hofmanna – na katodzie zachodzi redukcja i wydzielanie się cząsteczkowego wodoru a na anodzie utlenienie z wydzielaniem cząsteczkowego tlenu.

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

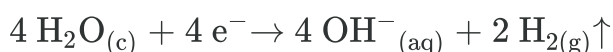
Aparat napełnia się wodą destylowaną z dodatkiem kwasu siarkowego(VI) bądź innego **elektrolitu**. Mieszaninę wprowadza się do aparatu tak, aby poziom cieczy osiągnął maksymalny poziom w obu rurkach. Na ich końcach znajdują się korki z **elektrodami** platynowymi, które podcina się do źródła prądu. **Katodę** podłącza się do ujemnego bieguna baterii, a **anodę** do dodatniego.

Podczas elektrolizy na elektrodach zachodzą następujące reakcje połówkowe:

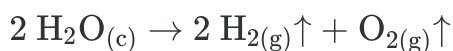
Anoda (+):



Katoda (-):



Równanie sumaryczne:



Podczas procesu można zaobserwować, że woda jest wypierana przez gaz z obu rurek. Po zakończeniu eksperymentu, na skali można odczytać, jaki jest poziom wody w każdej rurce. Tam, gdzie znajdowała się anoda, poziom wody jest znacznie wyższy niż w przypadku rurki z katodą. Stosunek objętości gazów zebranych nad powierzchnią wody powinien wynosić 1:2, czyli tyle, ile moli gazów otrzymujemy podczas rozkładu dwóch moli wody.

Ćwiczenie 1

Zastanów się, w którym kierunku przepływa prąd podczas elektrolizy?

Odpowiedź:

Proces, zachodzący na elektrodach w aparacie Hofmanna, nazywamy **elektrolizą wody**. W celu przeprowadzenia elektrolizy należy do układu podłączyć źródło prądu oraz dodać odrobinę elektrolitu.

Ważne!

- Nie należy mylić ogniwa galwanicznego z elektrolizerem. Różnica w tych dwóch układach polega na tym, że w ogniwach galwanicznych prąd jest wytwarzany przez reakcje chemiczne zachodzące w ogniwie, natomiast w elektrolizerze musi być podłączone zewnętrznie źródło prądu, aby mogła zajść reakcja.
- W elektrolizerze katoda ma ładunek ujemny, a anoda dodatni – na odwrót jest w ogniwach galwanicznych.
- Na katodzie zawsze zachodzi reakcja redukcji, a na anodzie zawsze reakcja utlenienia, niezależnie od tego, czy jest to ogniwo galwaniczne, czy elektrolizer.

Słownik

aparat Hofmanna, eudiometr Hofmanna

laboratoryjne urządzenie do elektrolitycznego rozkładu wody

elektroda

(gr. *ἔλεκτρον* „bursztyn”, *hodós* „droga”) układ złożony z przewodnika elektronowego (metal, półprzewodnik), stykającego się z przewodnikiem jonowym (najczęściej ciekły elektrolit), w którym może przebiegać reakcja elektrodowa utleniania albo redukcji

elektroliza

(gr. *ἔλεκτρον* „bursztyn”, *lýsis* „rozłożenie”) podstawowy proces elektrochemiczny, polegający na chemicznej przemianie składników elektrolitu, a często i materiału elektrod, przebiegającej na elektrodach pod wpływem przepływu prądu elektrycznego

elektrolit

(gr. *ἔλεκτρον* „bursztyn”, *lytós* „rozpuszczalny”) przewodnik elektryczny jonowy, w którym poruszające się jony przenoszą ładunki elektryczne, a przewodzenie prądu zawsze jest związane z transportem masy

utlenienie

(łac. *oxidatio* „utlenianie”) oksydacja; proces, polegający na oddaniu elektronu (elektronów) przez jon, atom lub grupę atomów, w wyniku czego podwyższa się stopień utlenienia pierwiastka, którego drobiny oddają elektrony

redukcja

(łac. *reduco* „zmniejszenie, ograniczenie, zniżenie”) proces polegający na pobraniu elektronu (elektronów) przez jon lub atom, w wyniku czego maleje stopień utlenienia pierwiastka

katoda

(gr. *kata* „w dół”, *hodós* „ścieżka”) w elektrochemii – w ogniwie galwanicznym i elektrolizerze to elektroda, na której zachodzi reakcja redukcji

anoda

(gr. *ana* „w górę”, *hodós* „ścieżka”) w elektrochemii – w ogniwie elektrochemicznym (ogniwo galwaniczne) i elektrolizerze to elektroda, na której zachodzi reakcja utlenienia

Bibliografia

Atkins P., Jones L., *Chemia ogólna. Częstki, materia, reakcje*, Warszawa 2018.

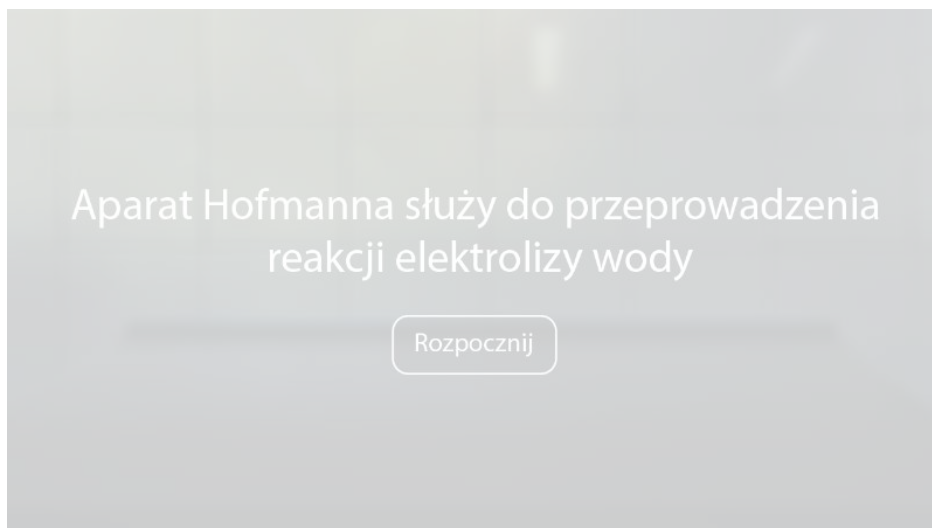
Von Hofmann A. W., *Introduction to Modern Chemistry: Experimental and Theoretic; Embodying Twelve Lectures Delivered in the Royal College of Chemistry*, London - Primary Source Edition, London 2013.

Sobczak J., Pazdro K., Dobkowska Z., *Chemia. Słownik szkolny*, Warszawa 1993.

Symulacja interaktywna

Symulacja 1

Czy wiesz czym jest i do czego służy aparat Hofmanna? By zapoznać się ze sposobem jego działania przeprowadź poniższą symulację.



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DE5zjyxWZ>

Symulacja interaktywna pt. „*Do czego służy aparat Hofmanna?*”

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

1. W pierwszym kroku włącz aparat Hofmanna przekręcając pokrętło w prawą stronę. Zapisz co obserwujesz w bocznych rurkach na elektrodach aparatu?

2. W następnym kroku pobierz gaz z lewej rurki, nakładając probówkę na wylot w jej górnej części. Następnie za pomocą zapalniczki odpal łuczywko i zbliż je do wylotu probówki, w której znajduje się zebrany gaz. Opisz co się stało?

3. Do drugiej probówki zbierz gaz z lewej rurki. Zbliż żarzące się łuczywko do wylotu probówki zawierającej ten gaz. Co obserwujesz?

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Zaznacz prawidłowe zdanie.

☐

W zależności czy jest to ogniwo galwaniczne czy elektrolizer na katodzie i anodzie mogą zachodzić różne reakcje tj. utlenianie czy redukcja.

☐

Ogniwa galwaniczne to inaczej elektrolizer.

☐

W ogniwach galwanicznych prąd jest wytwarzany przez reakcje chemiczne, natomiast w elektrolizerze jest konieczność podłączenia zewnętrznego źródła prądu.

☐

W elektrolizerze anoda ma ładunek ujemny, natomiast katoda ma ładunek dodatni. Natomiast w ogniwie galwanicznym jest to na odwrót.

Ćwiczenie 2



Połącz pojęcia z ich definicjami.

Elektrolit

układ złożony z przewodnika elektronowego (metal, półprzewodnik), stykającego się z przewodnikiem jonowym (najczęściej ciekły elektrolit), w którym może przebiegać reakcja elektrodowa utleniania albo redukcji.

Katoda

elektroda, na której zachodzi reakcja redukcji.

Redukcja

przewodnik elektryczny jonowy, w którym poruszające się jony przenoszą ładunki elektryczne, a przewodzenie prądu zawsze jest związane z transportem masy.

Elektroda

to proces, polegający na pobraniu elektronu (elektronów) przez jon lub atom, w wyniku czego maleje stopień utlenienia pierwiastka.

Ćwiczenie 3



Wyjaśnij, do czego służy aparat Hofmanna.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 4



Dlaczego do wody destylowanej przed elektrolizą należy dodać niewielką ilość H_2SO_4 ?

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 5



Zgodnie z prawem Faradaya, masa substancji wydzielonej podczas elektrolizy jest proporcjonalna do natężenia prądu elektrycznego, płynącego przez układ wyrażanego w amperach. Baterie podłączone do elektrolizera mogą mieć jednak różne napięcia wyrażone w voltach. U szereguj napięcie baterii wg wzrastającej szybkości elektrolizy wody.



Rysunek pomocniczy do zadania 5.

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

Bateria 12 V



Bateria 9 V



Bateria 1,5 V



Ćwiczenie 6



Po dodaniu do roztworu w aparacie Hofmanna odrobiny alkoholowego roztworu fenoloftaleiny, wyjaśnij, przy której elektrodzie zaobserwujesz malinowe zabarwienie? Odpowiedź uzasadnij pisząc równanie odpowiedniej reakcji elektrodowej.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



W aparacie Hofmanna przeprowadzono elektrolizę wodnego roztworu HCl. Jakie reakcje elektrodowe zaszły na elektrodach? Jakie obserwacje można zanotować?

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Odpowiedz na pytanie, czy podczas elektrolitycznego rozkładu kwasu chlorowodorowego objętości gazów zebrane w rurkach aparatu Hofmanna są identyczne?

Odpowiedź:

Ćwiczenie 9



Oblicz, ile dm^3 tlenu (odmierzonego w warunkach normalnych) można uzyskać podczas elektrolizy 200 g wody. Wynik zaokrąglaj do jedności. $M_{\text{H}} = 1 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$, $M_{\text{O}} = 16 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$.

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: Robert Wróbel, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Do czego służy aparat Hofmanna?

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

Podstawa programowa:

Zakres rozszerzony

IX. Elektrochemia. Ogniwa i elektroliza. Uczeń:

9) projektuje i przeprowadza doświadczenia, w których drogą elektrolizy otrzyma np. wodór, tlen, chlor, miedź.

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:

- opisuje, jak zbudowany jest aparat Hofmanna;
- wyjaśnia, do czego służy aparat Hofmanna;
- przedstawia procesy zachodzące w aparacie Hofmanna.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

- burza mózgów;

- analiza materiału źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- róža wiatrów;
- eksperyment chemiczny;
- symulacja interaktywna.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wykorzystuje informacje zawarte we wprowadzeniu do e-materiału.
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Uczniowie starają się odpowiedzieć na pytanie „Jak z wody można otrzymać wodór i tlen?”. Wyznaczony moderator zapisuje pomysły na tablicy. Uczniowie podają swoje propozycje. Po zakończeniu fazy twórczej następuje wspólna weryfikacja pomysłów.
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 zadaje uczniom pytanie: Do czego służy aparat Hofmanna? Jeżeli uczniowie będą mieli problem z udzieleniem odpowiedzi, nauczyciel odsyła uczniów do e-materiału do sekcji „przeczytaj”. Po wyznaczonym czasie chętny uczeń udziela odpowiedzi. Uczniowie sprawdzają czy w fazie wstępnej wskazali również na elektrolizę jako sposób otrzymywania wodoru i tlenu z wody.
2. Eksperyment chemiczny – „Badanie przebiegu procesu elektrolizy wody”. Nauczyciel wyznacza ucznia do roli asystenta celem przeprowadzenia pokazu w obecności nauczyciela, rozdaje karty pracy. Nauczyciel przygotowuje aparat Hofmanna. Uczniowie w parach układają instrukcję wykonania, po czym chętny uczeń podaje swoją propozycję – nauczyciel weryfikuje poprawność. Uczniowie samodzielnie

formułują pytanie badawcze i hipotezę, rysują schemat doświadczenia. Uczeń asystent pod nadzorem nauczyciela przeprowadza eksperyment wg instrukcji opisanej w e-materiale w sekcji „przeczytaj”. Uczniowie obserwują zmiany podczas eksperymentu, zapisują równania reakcji chemicznych, wyciągają wnioski (wszystko zapisują w kartach pracy). Następnie na forum całej klasy następuje weryfikacja pod względem merytorycznym zaprezentowanych przez liderów grup efektów pracy. Uczniowie zapisują równania połówkowe procesów elektrodowych zachodzących podczas elektrolizy i na ich podstawie wyjaśniają, w której rurce w aparacie Hofmanna wydziela się wodór, a w której tlen. Nauczyciel wyjaśnia ewentualnie zaistniałe niezrozumiałe kwestie.

3. Nauczyciel poleca uczniom pracę w parach z medium bazowym – symulacją interaktywną przedstawiającą elektrolityczny rozkład wody na pierwiastki. Po zapoznaniu się z poleceniem uczniowie wykonują zawarte w medium ćwiczenia.
4. Uczniowie pracują w parach z częścią „Sprawdź się”. Uczniowie wykonują zadania. 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. Ćwiczenia, których uczniowie nie zdążą wykonać podczas lekcji mogą być zlecone do wykonania w ramach pracy domowej.

Faza podsumowująca:

1. Nauczyciel dzieli losowo uczniów na grupy. Uczniowie w generatorze krzyżówek z wykorzystaniem np. aplikacji Quizizz, tworzą krzyżówkę do treści z lekcji z hasłem (hasło mogą uczniowie ustalić). Po wyznaczonym czasie wyznaczona grupa podaje hasła na forum klasy, a pozostali uczniowie odgadują hasła.
2. Róża wiatrów (patrz materiały pomocnicze). Nauczyciel poprzez zastosowanie tego narzędzia może dokonać ewaluacji zajęć, umieszczając nazwy elementu podlegającego ocenie, np. atmosfera zajęć, przydatność materiałów, stopień zaangażowania uczniów, zainteresowanie tematem, stopień opanowania zagadnienia wynikający z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji, stopień trudności materiału, atrakcyjność lekcji i etc. Przygotowaną „różę” nauczyciel rozdaje uczniom i prosi o zaznaczenie na każdej osi punktu odpowiadającego ocenie. Następnie punkty na sąsiednich osiach uczniowie łączą ze sobą i w ten sposób każdy z uczniów otrzymuje swoją „różę”, którą wręcza prowadzącemu. Nauczyciel może odnieść się do tego ogólnie na podsumowanie, po wcześniejszej analizie.

Praca domowa:

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

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Symulacja interaktywna może być wykorzystana w celu zobrazowania przebiegu elektrolizy w aparacie Hofmanna. Uczniowie nieobecni na lekcji mogą wykorzystać narzędzie jako uzupełnienie luk kompetencyjnych.

Materiały pomocnicze:

1. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):
 - Co to jest elektroliza?
 - Do czego służy aparat Hofmanna?
2. Nauczyciel przygotowuje do ewaluacji lekcji różę wiatrów. Róża wiatrów jest jedną z graficznych metod pozwalających ocenić jednocześnie wiele elementów zajęć. W przypadku ewaluacji zajęć, na osiach w miejsce kierunku umieść się nazwę elementu podlegającego ocenie (atmosfera zajęć, przydatność materiałów, stopień zaangażowania uczniów, zainteresowanie tematem, stopień opanowania zagadnienia wynikający z zamierzonych do osiągnięcia celów lekcji, stopień trudności materiału, atrakcyjność lekcji). Liczba osi jest dowolna i może być rozbudowywana w zależności od potrzeb. Linie osi podziel na odcinki i przypisz im odpowiednie wartości – od 1 do 10 lub skalę ocen 1-6. Tak przygotowaną „różę” rozdaj uczestnikom i poproś o zaznaczenie na każdej osi punktu odpowiadającego ocenie. Następnie punkty na sąsiednich osiach uczniowie łączą ze sobą i w ten sposób każdy z uczniów otrzymuje swoją „różę”, którą wręcza prowadzącemu.
3. Doświadczenie chemiczne: „Badanie przebiegu procesu elektrolizy wody”

Sprzęt i szkło laboratoryjne: aparat Hofmana.

Odczynniki chemiczne: woda destylowana, kwas siarkowy(VI).

Instrukcja wykonania opisana w e-materiale w sekcji „Przeczytaj”.

4. Karta charakterystyki kwasu siarkowego(VI).
5. Karta pracy ucznia:

Plik o rozmiarze 61.55 KB w języku polskim