



Jak wykonywać obliczenia na podstawie równań reakcji chemicznych

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



Jak wykonywać obliczenia na podstawie równań reakcji chemicznych

Chemia jest bardzo precyzyjną nauką, wymagającą umiejętności liczenia.

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

W dziedzinie chemii nic nie można zostawiać przypadkowi. To bardzo precyzyjna nauka, która wymaga koncentracji i umiejętności liczenia. Dlaczego? Odpowiedź jest trywialna – otóż losowo dobrane ilości reagentów do reakcji naznaczonych ryzykiem eksplozji bądź uwolnienia toksyn, mogą zagrozić bezpieczeństwu naukowca oraz innych osób w bezpośrednim otoczeniu, budynku, a nawet na świecie. To nie jedyny argument – nawet w przypadku reakcji o niskim przedziale ryzyka, należy zachować skupienie. Tylko bowiem poprawnie wyliczone ilości reagentów chemicznych pozwalają na otrzymanie zamierzonego produktu. Precyzja i koncentracja oszczędzają czas, fundusze i nerwy naukowca. Argumentów można znaleźć jeszcze więcej, jednak ważne jest to, co pozwala na właściwe ilościowo przeprowadzenie reakcji. O jakiej dziedzinie chemii mowa? W jaki sposób wykonywać obliczenia chemiczne i na jakiej podstawie? Tego wszystkiego dowiesz się już za chwilę.

Twoje cele

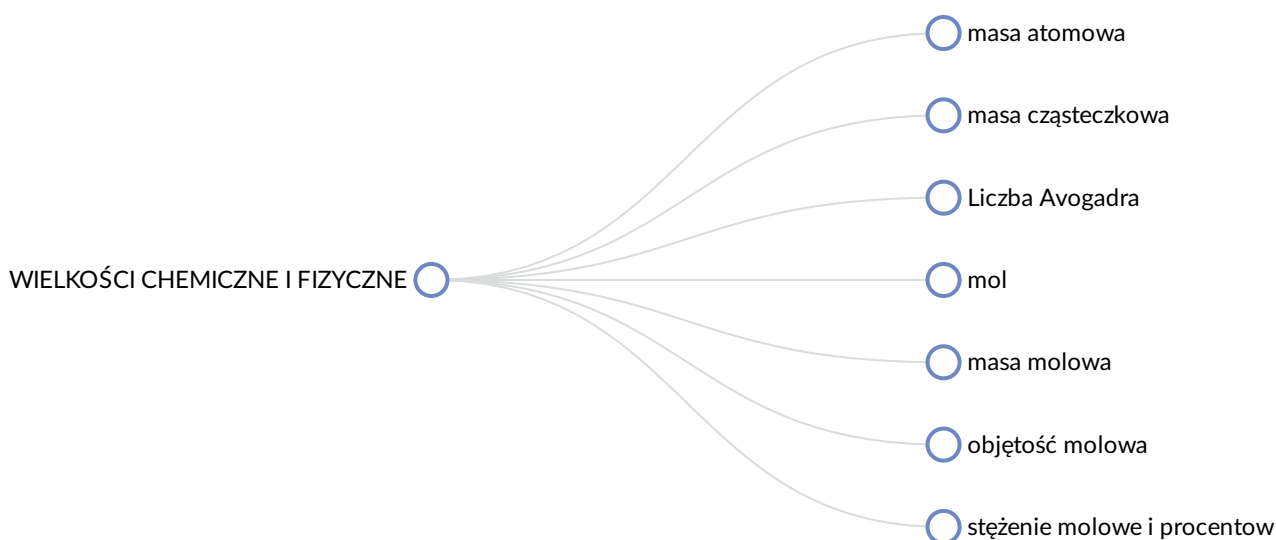
- Poznasz pojęcia związane z działem stechiometrii.
- Przeanalizujesz równania reakcji chemicznej i obliczysz współczynniki stechiometryczne w równaniach reakcji chemicznych.
- Na podstawie uzgodnionych równań reakcji chemicznych, obliczysz liczbę moli, indywiduów chemicznych, masę oraz objętość reagentów, które biorą udział w reakcji chemicznej.

- Sporządzisz obliczenia chemiczne oparte na równaniach reakcji chemicznej.

Przeczytaj

Stechiometria chemiczna

Dziedzina chemii, która zajmuje się ilościowym opisem reakcji chemicznych, to **stechiometria chemiczna**. Dzięki niej można obliczyć liczbę cząsteczek (atomów, jonów, etc.), które biorą udział w reakcji, ilość produktu powstałego w czasie reakcji, ilość reagentów potrzebnych do przeprowadzenia reakcji i wiele innych zależności. Do tych obliczeń niezbędne są uzgodnione [równania reakcji chemicznych](#) i liczne wzory, ale również prawa (chemiczne i fizyczne) oraz znajomość pojęć.



Mapa pojęć pt. „Wielkości chemiczne i fizyczne”

Kolejność wykonywania obliczeń

Znając szereg pojęć i wzorów ściśle związanych ze stechiometrią, można wykonywać obliczenia na podstawie równań reakcji chemicznych.

Równania reakcji chemicznych są podobne do równań matematycznych – tutaj jednak znakiem równości jest strzałka prowadząca od substratów do produktów (często także znak równości). Dzięki dobrze dobranym współczynnikom stechiometrycznym (gdy liczba

atomów/jonów danego pierwiastka przed strzałką równa się liczbie atomów/jonów tego samego pierwiastka za strzałką), równanie reakcji podaje stosunki ilościowe między reagentami i produktami, pozwalając na wiele praktycznych obliczeń.

Korzystne w tym celu będzie poniższe postępowanie:

Krok I.
Napisanie równania reakcji chemicznej (zapisanie jakościowe, czyli substratów i produktów).
Krok II.
Dobranie współczynników stechiometrycznych.
Krok III.
Oznaczenie danych i szukanych wielkości w równaniu reakcji chemicznej.
Krok IV.
Ułożenie proporcji.
Krok V.
Obliczenie szukanych wielkości.
Krok VI.
Sformułowanie odpowiedzi.

Polecenie 1

Napisz równanie reakcji termicznego rozkładu tlenku rtęci(II). Dobierz współczynniki stechiometryczne. Oblicz, ile moli rtęci powstanie z rozkładu 12 moli tlenku rtęci(II).

Rozwiązanie zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je we wskazanym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Polecenie 2

Oblicz, jaka objętość CO_2 wydzieli się w reakcji 25 g CaCO_3 z kwasem solnym, przy założeniu, że reakcja została przeprowadzona w warunkach normalnych. Wynik podaj z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku.

Rozwiązanie zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je we wskazanym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Polecenie 3

Do przeprowadzenia reakcji, której celem było otrzymanie tlenku glinu, użyto 4 mole tlenu oraz 5 moli glinu. Oblicz, jaką masę tlenku glinu otrzymano w wyniku tej reakcji. Wynik podaj z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku.

Rozwiązanie zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je we wskazanym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Słownik

równanie reakcji chemicznej

umowny zapis reakcji chemicznej w postaci równania, którego lewą stronę stanowią wzory związków chemicznych i/lub symbole atomów substratów, a prawą chemiczne wzory i/lub symbole produktów reakcji z właściwymi współczynnikami stechiometrycznymi

masa atomowa (M_A)

średnia masa pojedynczego atomu wyrażona w unitach (u):

$$1 \text{ u} = \frac{1}{12} \text{ masy atomu węgla } ^{12}\text{C}$$

$$1 \text{ u} \approx 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

masa cząsteczkowa

masa pojedynczej cząsteczki wyrażona w unitach (u); dla danego związku wylicza się poprzez zsumowanie mas atomowych pierwiastków, będących częścią tego związku chemicznego

liczba Avogadra (N_A)

określa liczbę drobin (cząsteczek, jonów, atomów) zawartych w 1 molu:

$$N_A = 6,02214076 \cdot 10^{23}$$

mol

jednostka liczności (ilości) materii, podstawowa w układzie SI; jeden mol zawiera dokładnie $6,02214076 \cdot 10^{23}$ indywiduów chemicznych; z pojęciem mola związane są dwa poniższe wzory:

$$n = \frac{N}{N_A} \text{ oraz } n = \frac{m}{M}$$

gdzie N – liczba drobin (cząsteczek, jonów, atomów), m – masa substancji wyrażona w gramach, M – masa molowa wyrażona w $\frac{\text{g}}{\text{mol}}$

masa molowa (M)

masa 1 mola indywiduów chemicznych substancji wyrażona w gramach. Przykład: masa atomowa sodu wynosi 23 u, a jego masa molowa $23 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$

objętość molowa (V_{mol})

objętość gazu odmierzonego w warunkach normalnych (dla $T = 273 \text{ K}$ (0°C) oraz $p = 1013 \text{ hPa}$). Dla gazów rzeczywistych, w warunkach normalnych, wynosi $22,41 \text{ dm}^3$

$$n = \frac{V}{V_{\text{mol}}}$$

gdzie V – objętość gazu oraz V_{mol} – objętość molowa gazu.

równania Clapeyrona

obliczanie objętości gazów występujących w innych, niż wskazują **warunki normalne**, relacjach ciśnienia i temperatury; objętość 1 mola tych gazów ulega zmianie

$$pV = nRT$$

gdzie p – ciśnienie gazu (w paskalach Pa); V – objętość gazu (w m^3); n – liczba moli gazu; T – temperatura gazu (w K); R – stała gazowa wynosząca $8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$.

stężenie procentowe ($C_{\%}$)

masa substancji rozpuszczonej w 100 g roztworu.

$$C_{\%} = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100\%$$

gdzie m_s – masa substancji; m_r – masa roztworu.

stężenie molowe (C_m)

liczba moli substancji rozpuszczonej w 1 dm^3 roztworu

$$C_m = \frac{n}{V_r} \left[\frac{\text{mol}}{\text{dm}^3} \right]$$

gdzie n – liczba moli; V_r – objętość roztworu.

Bibliografia

Bielański A., *Podstawy chemii nieorganicznej*, Warszawa 1994.

Encyklopedia PWN

Hejwowska S., Marcinkowski R., *Chemia ogólna i nieorganiczna*, Gdynia 2005.

Gra edukacyjna

Polecenie 1

Jak sprawnie wykonujesz obliczenia na podstawie równań reakcji chemicznych? Zagraj w poniższą grę planszową, a następnie rozwiąż ćwiczenia. Aby wylosować pytanie, kliknij na ikonę kostki do gry. Do dyspozycji masz układ okresowy pierwiastków, a na polach oznaczonych gwiazdkami czekają niespodzianki w postaci ciekawostek i wskazówek. W trybie jednoosobowym Twoim celem jest dotarcie do mety z jak największą ilością punktów. W każdym zadaniu, za prawidłową odpowiedź otrzymasz jeden punkt, zaś za nieprawidłową go utracisz. Nie martw się jednak! W niektórych przypadkach, po udzieleniu złej odpowiedzi otrzymasz podpowiedź oraz możliwość poprawy. Grając z kolei w trybie dwuosobowym, wygrywa osoba, która, osiągając metę, zdobędzie największą ilość punktów. Rzucacie kostką na zmianę. W tym wypadku również albo otrzymujesz jeden punkt za każdą prawidłową odpowiedź, albo go tracisz, jeśli odpowiedź będzie zła. W tym trybie gry nie otrzymujecie podpowiedzi. Powodzenia!



Zasób interaktywny dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D15jRr1Z7>

Gra edukacyjna pt. *Obliczenia na podstawie równań reakcji chemicznych*

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

Ćwiczenie 1

Uporządkuj kolejność postępowania w celu wykonania obliczeń.

napisanie równania reakcji chemicznej (zapisanie jakościowe, czyli substratów i produktów) 

oznaczenie danych i szukanych wielkości w równaniu reakcji chemicznej 

obliczenie szukanych wielkości 

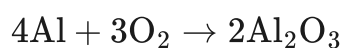
dobranie współczynników stechiometrycznych 

sformułowanie odpowiedzi 

ułożenie proporcji 

Ćwiczenie 2

Oblicz, ile moli tlenku glinu powstanie w reakcji 6 moli glinu z 3,75 molami tlenu.



Rozwiązanie oraz 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



Zaznacz prawidłową definicję. Stechiometria chemiczna to:

- ☐ dziedzina chemii, która analizuje szybkość reakcji chemicznych.
- ☐ dziedzina chemii, która zajmuje się jakościowym opisem reakcji chemicznych.
- ☐ dziedzina chemii, która zajmuje się ilościowym opisem reakcji chemicznych.

Ćwiczenie 2



Do podanych wielkości dopasuj odpowiednie wzory i oznaczenia.

objętość molowa

$pV = nRT$, gdzie p - ciśnienie gazu [Pa], V - objętość gazu [m^3], n - liczba moli gazu, T - temperatura gazu [K], R - stała gazowa wynosząca $8,31 \frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$

stężenie procentowe

$n = \frac{N}{N_A}$ oraz $n = \frac{m}{M}$, gdzie N - liczba drobin (cząsteczek, jonów, atomów), m - masa substancji wyrażona w gramach oraz M - masa molowa [$\frac{\text{g}}{\text{mol}}$]

stężenie molowe

$Cp = \frac{m_s}{m_r} \cdot 100\%$, gdzie m_s - masa substancji oraz m_r - masa roztworu

liczba moli

$V_{mol} = \frac{V}{n}$, gdzie V - objętość gazu oraz V_{mol} - objętość molowa gazu

równanie Clapeyrona

$C_m = \frac{n}{V_r}$, gdzie n - liczba moli oraz V_r - objętość roztworu

Ćwiczenie 3



Oblicz masę powstałego tlenku azotu(IV), wiedząc, że powstał on w wyniku rozkładu 5,3 mola tlenku azotu(V). Wynik podaj z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 4



Oblicz, jaka liczba:

- atomów węgla;
- atomów tlenu;
- atomów wapnia

znajduje się w czterech molach CaCO_3 .

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 5



Napisz równanie reakcji otrzymywania jodowodoru.

Następnie, posługując się pojęciami atomu, cząsteczki, mola i masy molowej, opisz reagenty oraz masowy skład procentowy pierwiastków w jodowodorze.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 6



Przeprowadzono reakcję pomiędzy wodorotlenkiem glinu a kwasem azotowym(V). W tym celu użyto 12 g wodorotlenku glinu i 15 g kwasu azotowego(V). Oblicz masę powstałej soli. Wynik podaj z dokładnością do pierwszego miejsca po przecinku.

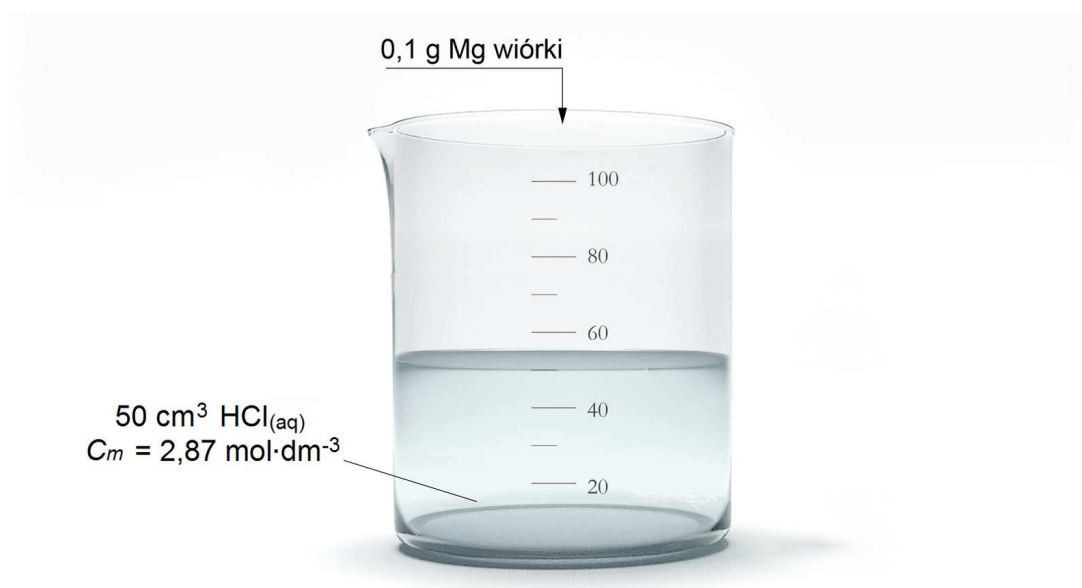
Rozwiązanie oraz odpowiedź zapisz w zeszycie do lekcji chemii, zrób zdjęcie, a następnie umieść je w wyznaczonym polu.

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 7



Przeprowadzono reakcję zgodnie z poniższym schematem.



Schemat doświadczenia

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

Oblicz, jaka objętość wodoru, w przeliczeniu na warunki normalne, powstanie w reakcji magnezu z kwasem chlorowodorowym. Wynik podaj w dm^3 , z dokładnością do trzeciego miejsca po przecinku.

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

Zaloguj się, aby dodać ilustrację.

Ćwiczenie 8



Sprawdź, czy 12 cm^3 stężonego kwasu siarkowego(VI) będzie wystarczające do rozтворzenia 11 g cynku. Gęstość kwasu to $1,8312 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$.

Cp [%]	d [$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$]
91	1,8195
92	1,8240
93	1,8279
94	1,8312
95	1,8337

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: Aleksandra Marszałek-Harych, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Jak wykonywać obliczenia na podstawie równań reakcji chemicznych?

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

I. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Uczeń:

5) wykonuje obliczenia dotyczące: liczby moli oraz mas substratów i produktów (stechiometria wzorów i równań chemicznych), objętości gazów w warunkach normalnych, po zmieszaniu substratów w stosunku stechiometrycznym.

Zakres rozszerzony

I. Atomy, cząsteczki i stechiometria chemiczna. Uczeń:

7) wykonuje obliczenia, z uwzględnieniem wydajności reakcji, dotyczące: liczby moli oraz mas substratów i produktów (stechiometria wzorów i równań chemicznych), objętości gazów w warunkach normalnych, po zmieszaniu substratów w stosunku stechiometrycznym i niestechiometrycznym;

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:

- definiuje pojęcia związane z działem stechiometrii: masa atomowa, masa cząsteczkowa, liczba Avogadra, mol, masa molowa, objętość molowa, stężenie molowe i procentowe
- analizuje równania reakcji chemicznych i oblicza współczynniki stechiometryczne;

- oblicza liczbę moli, masę, objętość produktu powstałego w reakcji chemicznej;
- analizuje obliczenia chemiczne wynikające z równań reakcji chemicznych.

Strategie:

- asocjacyjna;
- problemowa.

Metody i techniki nauczania:

- krzyżówka;
- burza mózgów;
- mapa pojęć;
- dyskusja dydaktyczna;
- gra edukacyjna;
- analiza tekstu źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- technika zdań podsumowujących.

Forma pracy:

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

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć

Faza wstępna

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel zadaje uczniom pytanie: z jakimi pojęciami kojarzą wam się obliczenia chemiczne w oparciu o równania chemiczne?
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów wokół pytania nauczyciela: jakie wielkości, stałe, pojęcia przydają się podczas obliczeń chemicznych? – stworzenie mapy pojęć na tablicy.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z uczniami ustala cele.

Faza realizacyjna

1. Tworzenie krzyżówki z hasłem tematycznym przy wykorzystaniu aplikacji, np. LearningApps.org. Nauczyciel dzieli uczniów w grupy czteroosobowe. Podopieczni analizują materiały w różnych źródłach informacji, w tym e-materiał w kontekście pojęć stechiometrycznych, po czym z wykorzystaniem sprzętu komputerowego/tabletów z dostępem do internetu układają krzyżówkę. Nauczyciel monitoruje przebieg pracy uczniów, wspiera ich. Po zakończeniu pracy chętni uczniowie prezentują na forum efekty pracy grup. Powrót do mapy pojęć (faza wstępna) i skonfrontowanie pojęć.
2. Procedury związane z obliczeniami na podstawie równań reakcji chemicznych – dyskusja zainicjowana przez nauczyciela i zapisanie na tablicy, zaproponowanych przez uczniów, kolejno następujących po sobie czynności. Nauczyciel odwołuje uczniów do e-materiału, uczniowie konfrontują treści na tablicy z treściami z e-materiału – w przypadku niezgodności chętny uczeń nanosi poprawki na tablicy. Nauczyciel może rozdać uczniom na karteczkach spisane procedury związane z obliczeniami na podstawie równań reakcji chemicznych, żeby uczniowie mogli wkleić do zeszytu.
3. Problem do rozwiązania wspólnie na zajęciach: przeprowadzono reakcję 25g glinu z taką samą ilością siarki.
 - Który z substratów przereagował w całości?
 - Jaki był nadmiar jednego z substratów?
 - Ile gramów produktu otrzymano w wyniku tej reakcji?

Należy zapisać równanie otrzymywania siarczku glinu.

Odp. pyt. 1. Należy obliczyć, ile siarki potrzeba do przereagowania 25g glinu – otrzymuje się wówczas 44,44g, zatem ilość siarki jest w niedomiarze, czyli cała siarka przereaguje w tej reakcji. Odp. pyt. 2. Należy obliczyć na podstawie równania, ile glinu przereaguje z 25g siarki i dojąc od 25g glinu tę wartość, otrzymamy wynik 10,94g. Odp. pyt. 3. 37,5g.

4. Gra edukacyjna przedstawiająca jak wykonywać obliczenia stechiometryczne – w ujęciu, molowym, masowym i objętościowym (substancje gazowe) – praca w parach.
5. Nauczyciel podaje uczniom przykładowe zadania do wykonania – chętni uczniowie rozwiązują zadania na tablicy. Nauczyciel monitoruje przebieg rozwiązywania i ewentualnie koryguje ucznia w jego postępowaniu.

Faza podsumowująca

1. Na zakończenie zajęć nauczyciel zadaje uczniom pytania, sprawdzając ich wiedzę:
 - Co to jest stechiometria?
 - Jakie należy wykonać po kolei czynności związane z wykonywaniem obliczeń na podstawie równań reakcji chemicznych?

2. Jako podsumowanie nauczyciel zadaje uczniom pytania, które gromadzą w swoim portfolio:

- Przypomniałem/łam sobie, że...
- Co było dla mnie łatwe...
- Czego się nauczyłam/łem...
- Co sprawiało mi trudności...

Praca domowa:

Uczniowie sprawdzają swoją wiedzę, wykonując ćwiczenia w e-materiale „Sprawdź się”.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Gra edukacyjna może być wykorzystana przez uczniów podczas przygotowania się do kartkówki.

Materiały pomocnicze:

1. Nauczyciel może przygotować uczniom na karteczkach spisane procedury, związane z obliczeniami na podstawie równań reakcji chemicznych, żeby uczniowie mogli wkleić do zeszytu.
2. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach):
 - Co to jest stechiometria?
 - Jakie należy wykonać po kolei czynności związane z wykonywaniem obliczeń na podstawie równań reakcji chemicznych?