



Co to jest grawimetria?

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



Co to jest grawimetria?

Dawniej do określania masy substancji stosowano wyłącznie wagi szalkowe.

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

Spośród wszystkich pomiarów analitycznych to właśnie masa jest najbardziej podstawowym parametrem, określanym w laboratoriach analitycznych. Grawimetryczne wyznaczanie masy towarzyszy nam za każdym razem, gdy wchodzimy na wagę po ciężkim treningu lub gdy ważymy składniki podczas przygotowywania potraw i ciast w kuchni.

Czy wiesz, czym jest grawimetria i jakie informacje można dzięki niej uzyskać?

Twoje cele

- Zdefiniujesz pojęcia: „grawimetria”, „mnożnik analityczny”, „analit”.
- Omówisz i porównasz rodzaje analizy grawimetrycznej.
- Obliczysz masę oznaczanego składnika przy wykorzystaniu pojęcia mnożnika analitycznego.

Przeczytaj

Film przedstawiający tusz rozpuszczający się w cieczy.

Metody
grawimetryczne były
pierwszymi technikami
stosowanymi do
ilościowej analizy
chemicznej i pozostają
ważnymi narzędziami
w nowoczesnym
laboratorium
chemicznym.

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

Czym jest grawimetria?

Grawimetria (analiza wagowa) jest metodą analityczną, polegającą na przekształceniu oznaczanej substancji (**analitu**) w postać o ściśle określonym składzie chemicznym.

Metoda ta pozwala odpowiedzieć na pytania:

- Jakie jest stężenie lub masa oznaczanego składnika (analitu) w próbce?
- Jaka jest czystość próbki?

Podział metod grawimetrycznych

Z uwagi na sposób postępowania z badaną próbką, wyróżnia się dwa rodzaje analizy grawimetrycznej:

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

Ciekawostka

Jons Jacob Berzelius (1779-1848), uważany za wiodącego chemika swoich czasów, opracował wiele aparatów i wiele technik XIX-wiecznej chemii analitycznej. Przykłady obejmują m.in. zastosowanie bezpopiołowej bibuły filtracyjnej w grawimetrii.



Ilustracja przedstawiająca postać Jönsa Jacoba Berzeliusa

Źródło: dostępny w internecie: pl.wikipedia.org, domena publiczna.

Mnożnik analityczny

Istotnym pojęciem w analizie wagowej jest **mnożnik analityczny** (oznaczany symbolem F , co z niemieckiego oznacza „**faktor**”).

Definicja: mnożnik analityczny

Mnożnik analityczny wyraża się stosunkiem wagowym masy molowej oznaczanego składnika do masy molowej związku, w postaci którego składnik został wagowo oznaczony.

Ważne!

Aby obliczyć masę oznaczanego składnika x , należy pomnożyć masę otrzymanego osadu przez mnożnik analityczny F .

$$x = m \cdot F$$

m – masa osadu

F – mnożnik analityczny

Często zawartość oznaczanego składnika wyraża się w procentach:

$$x\% = m_2 \cdot F \cdot \frac{100}{m_1}$$

m_1 – masa oznaczanego osadu w gramach

m_2 – masa odważki analizowanej substancji w gramach

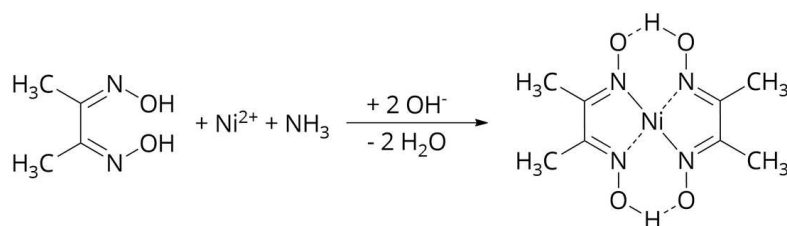
Na przykład, chcąc obliczyć masę siarczanu(VI) wapnia CaSO_4 w próbce dihydratu siarczanu(VI) wapnia $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, obliczamy mnożnik analityczny w następujący sposób:

$$F = \frac{M_{\text{CaSO}_4}}{M_{\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}} = \frac{136,14 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{172,18 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,79$$

Mnożniki analityczne dla konkretnych substancji są zgromadzone w tabelach i pozwalają na szybkie obliczenie masy składnika w zważonym osadzie.

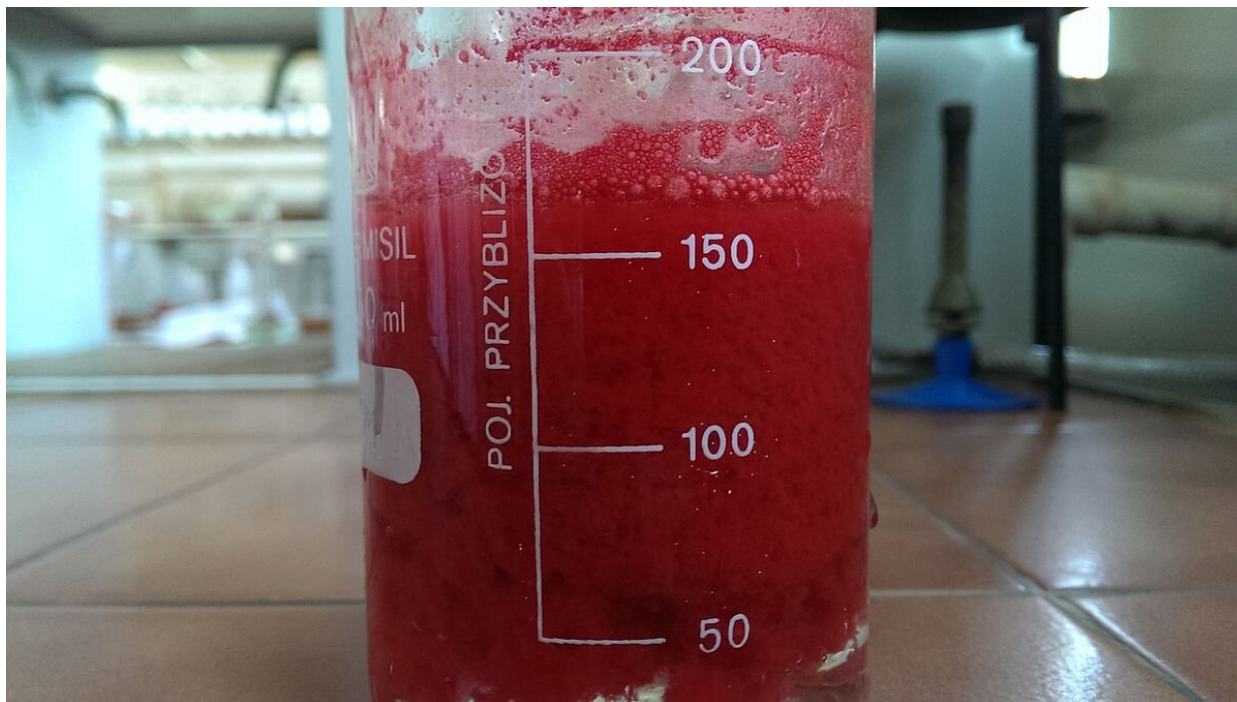
Grawimetria strąceniowa

Aby wyznaczyć zawartość jonów niklu(II) w roztworze, można wykorzystać metodą grawimetrii strąceniowej. Nikiel(II) tworzy czerwony osad kompleksu chelatowego z dimetyloglioksymem (zwanym też odczynnikiem Czugaiewa o wzorze sumarycznym $\text{C}_4\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_2$) w pH ustalonym w granicach 5 do 9 za pomocą buforu amonowego. Reakcja ta jest zilustrowana poniżej:



Reakcja otrzymywania dimetyloglioksymu niklu(II)

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



Czerwonoróżowy osad dimetylogliksymu niklu(II)

Źródło: Asphalt91 (<https://commons.wikimedia.org/>).

Procedura oznaczania jonów niklu(II) w roztworze w postaci dimetylogliksymu niklu(II) $\text{Ni}(\text{dmg})_2$:

1. Należy dokładnie wysuszyć w eksykatorze sączek ze spiekem, a następnie go zważyć.
2. Do zlewki dodaje się rozcieńczoną próbkę, która zawiera nikiel(II) z dodatkiem niewielkiej ilości kwasu chlorowodorowego HCl .
3. Następnie dodaje się alkoholowy roztwór dimetylogliksymu.
4. W kolejnym etapie dolewa się wodę amoniakalną aż do tego momentu, gdy zapach amoniaku będzie wyczuwalny. Wytrąca się czerwonoróżowy osad dimetylogliksymu niklu(II) $\text{Ni}(\text{dmg})_2$.
5. Osad $\text{Ni}(\text{dmg})_2$ odsącza się na wcześniej wysuszonym sączku ze spiekem, następnie suszy się go i waży, a następnie oblicza się masę powstałego osadu.
6. Oblicza się mnożnik analityczny, a następnie masę jonów niklu(II) w otrzymanym osadzie.

Mnożnik analityczny w tym wypadku wynosi:

$$F = \frac{M_{\text{Ni}}}{M_{\text{Ni}(\text{dmg})_2}} = \frac{58,693 \frac{\text{g}}{\text{mol}}}{288,914 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,203$$

Zatem, aby obliczyć masę niklu(II) obecnego w roztworze pierwotnym, należy pomnożyć masę otrzymanego osadu dimetylogliksymu niklu(II) $\text{Ni}(\text{dmg})_2$ przez 0,203.

Grawimetrię grawitacyjną można wykorzystać do określenia czystości związku. Jeśli próbka węglanu wapnia CaCO_3 została zanieczyszczona nieznaną ilością siarczanu(VI) magnezu MgSO_4 , możemy obliczyć pierwotną masę węglanu wapnia.

Założmy, że zanieczyszczona próbka ma masę 10 g. Próbkę podgrzewamy w piecu, aby węglan wapnia uległ rozkładowi zgodnie z równaniem:



Tlenek węgla(IV) ulatuje z próbki. Po ogrzaniu próbka ma masę 9,32 g.

W pierwszym kroku obliczmy ubytek masy:

$$10 \text{ g} - 9,32 \text{ g} = 0,68 \text{ g}$$

Z tego równania wynika, że masa usuniętego tlenku węgla(IV) wynosi 0,68 g. Obliczmy zatem liczbę moli CO_2 :

$$n_{\text{CO}_2} = \frac{0,68 \text{ g}}{44,01 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,015 \text{ mol}$$

Liczba moli tlenku węgla(IV) wynosi 0,015 mola. Na podstawie zapisanego powyżej równania reakcji można wywnioskować, że z jednego mola węglanu wapnia powstaje jeden mol tlenku węgla(IV), zatem liczba moli węglanu wapnia w pierwotnej próbce wynosiła również 0,015 mola.

Obliczmy zatem masę węglanu wapnia w próbce przed ogrzaniem.

$$M_{\text{CaCO}_3} = 100,09 \frac{\text{g}}{\text{mol}}$$

$$m_{\text{CaCO}_3} = 100,09 \frac{\text{g}}{\text{mol}} \cdot 0,015 \text{ mol} = 1,50 \text{ g}$$

Z obliczeń wynika, że masa węglanu wapnia w zanieczyszczonej próbce wynosiła 1,50 g. Tę wartość można przedstawić również w procentach:

$$x\% = \frac{1,50 \text{ g}}{10 \text{ g}} \cdot 100\% = 15\%$$

Zatem węglan wapnia stanowił 15% pierwotnej próbki.

Słownik

grawimetria

(łac. *gravis* „ciężki” gr. *metréō* „mierzę”) analiza wagowa, jedna z metod ilościowej analizy chemicznej, która polega na wyznaczeniu masy analitu w materiale po przeprowadzeniu go w związek o ściśle określonym składzie chemicznym

reakcja strąceniowa

reakcja zachodząca pomiędzy określonymi jonami, w wyniku której wytrąca się osad

analit

substancja, składnik oznaczany w próbce analitycznej

mnożnik analityczny

faktor, wyraża stosunek wagowy masy molowej oznaczanego składnika do masy molowej związku, w postaci którego składnik został wagowo oznaczony

Bibliografia

Lipiec T., Szmaj Z., *Chemia analityczna z elementami analizy instrumentalnej*, Warszawa 1980.

Minczewski J., Marczenko Z., *Chemia analityczna. T.2. Chemiczne metody analizy ilościowej*, Warszawa 2011, wyd. 10.

Rubel S., *Pracownia Chemiczna. Analiza ilościowa*, Warszawa 1999.

Film edukacyjny

Polecenie 1

Na czym polega grawimetria? Jakie substancje można oznaczyć grawimetrycznie? Zapoznaj się z filmem edukacyjnym, a następnie rozwiąż ćwiczenia sprawdzające.

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/D19py3fDt>

Film edukacyjny pt. *Co to jest grawimetria?*

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

Film nawiązujący do treści materiału dotyczącej grawimetrii.

Ćwiczenie 1

Wyjasnij, czym jest grawimetria.

Odpowiedź:

Ćwiczenie 2

Wyróżnia się dwa rodzaje grawimetrii. Jakie to rodzaje i na czym polegają?

Odpowiedź:

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Próbkę soli uwodnionej ($\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) zanieczyszczono nieznaną substancją. W celu określenia masy zanieczyszczeń, próbkę zważono, a potem ogrzano, by pozbyć się wody. Osad ponownie zważono, a z ubytku masy obliczono masę soli bezwodnej i ilość zanieczyszczeń.

Podana powyżej procedura dotyczy grawimetrii:

☐ strąceniowej.

☐ grawitacyjnej.

Ćwiczenie 2



Uzereguj poniższe punkty w taki sposób, by przedstawiały poprawną technikę analizy wagowej (strąceniowej).

Przeniesienie tygla z osadem do eksykatora.



Wytrącenie osadu przy użyciu nadmiaru odczynnika strącającego (20-30%).



Odsączanie i przemywanie osadu na sączku ilościowym.



Obliczanie masy analitu w próbce.



Prażenie osadu do stałej masy.



Zwęglanie sączka w tyglu.



Ważenie osadu w tyglu.



Pozostawienie osadu w roztworze na jakiś czas, celem zmiany jego struktury i ułatwienia sączenia.



Ćwiczenie 3



Źródło: Hannes Grobe, Alljal, Gmhofmann, HaJo88, dostępny w internecie: wikipedia.org, licencja: CC BY-SA 4.0.

Ćwiczenie 4



Próbka o masie kilku gramów zawierała 96% wagowych chlorku żelaza(III). Po rozpuszczeniu próbki, strącono osady chlorku srebra(I) oraz wodorotlenku żelaza(III). Osad chlorku srebra(I) został wysuszony (120°C), natomiast osad wodorotlenku żelaza(III) o masie 0,243 g został poddany prażeniu w tyglu (950°C) do stałej masy, w wyniku czego otrzymano pewien tlenek żelaza.

Termin „prażenie do stałej masy” oznacza, że:

- ☐ tygiel jest przechowywany w eksykatorze.
- ☐ osad ważymy na sączku.
- ☐ tygiel z osadem ważymy po każdym prażeniu i przestajemy prażyć, gdy nie będzie różnicy masy.
- ☐ ważymy tygiel z osadem na wadze analitycznej zawsze do wartości 0,1 g.

Ćwiczenie 5



Próbka o masie kilku gramów zawierała 96% wagowych chlorku żelaza(III). Po rozpuszczeniu próbki, strącono osady chlorku srebra(I) oraz wodorotlenku żelaza(III). Osad chlorku srebra(I) został wysuszony (120°C), natomiast osad wodorotlenku żelaza(III) o masie 0,243 g został poddany prażeniu w tyglu (950°C) do stałej masy, w wyniku czego otrzymano pewien tlenek żelaza.

Zapisz w formie cząsteczkowej równania obu reakcji, prowadzących do powstania osadów chlorku srebra(I) oraz wodorotlenku żelaza(III). Skorzystaj z poniższej tabeli rozpuszczalności soli i wodorotlenków.

aniony	NH_4^+	Na^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	Ba^{2+}	Pb^{2+}	Ag^+	Cu^{2+}	Sn^{2+}	Al^{3+}	Zn^{2+}	Fe^{2+}	Fe^{3+}	Mn^{2+}	Ni^{2+}	Hg^{2+}
OH^-				N	T		N	—	N	N	N	N	N	N	N	N	—
Cl^-							T	N									
Br^-							T	N									N
I^-							N	N	—					—			N
S^{2-}					T		N	N	N	N	—	N	N	N	N	N	N
NO_3^-																	
SO_3^{2-}					N	N	N	N	—	—	—	T	N	—	N	T	N
SO_4^{2-}					T	N	N	T									N
CO_3^{2-}					N	N	N	N	—	—	—	N	N	—	N	N	N
SiO_3^{2-}	—				N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
PO_4^{3-}					N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
CrO_4^{2-}					T	N	N	N	N	N	N	T	—	N	N	N	N
CH_3COO^-																	

	- substancja dobrze rozpuszczalna w wodzie		- substancja praktycznie nierozpuszczalna w wodzie
	- substancja trudno rozpuszczalna w wodzie; wytrąca się przy odpowiednim stężeniu roztworu		- substancja rozkłada się w wodzie lub nie została otrzymana

	- jasnoczerwony		- jasnozielony
	- czerwony		- zielony
	- brunatnoczerwony		- szaroniebieski
	- brązowy		- błękitny
	- jasnobrązowy		- niebieski
	- jasnożółty		- jasnorożowy
	- żółty		- biały
	- pomarańczowy		- czarny

Tabela rozpuszczalności soli i wodorotlenków w wodzie

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 6



Informacja do ćwiczenia:

Próbka o masie kilku gramów zawierała 96% wagowych chlorku żelaza(III). Po rozpuszczeniu próbki, strącono osady chlorku srebra(I) oraz wodorotlenku żelaza(III). Osad chlorku srebra(I) został wysuszony (120°C), natomiast wstępnie wysuszony, z kolei osad wodorotlenku żelaza(III) o masie 0,243 g został poddany prażeniu w tyglu (950°C) do stałej masy, w wyniku czego otrzymano pewien tlenek żelaza.

Na podstawie podanych informacji wstępnych, oblicz masę osadu, która powinna pozostać w tyglu po prażeniu do stałej masy. Wynik podaj w gramach z dokładnością do czterech miejsc 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 7



Metodą analizy wagowej otrzymano 200 mg $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$. Oblicz, jaki jest mnożnik analityczny, a następnie oblicz zawartość jonów magnezu (w miligramach) w analizowanej próbce. Wynik podaj z dokładnością do czterech miejsc 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



Jony wapnia strącono w postaci szczawianu wapnia. Następnie uzyskany osad wyprażono trzykrotnie, uzyskując określoną ilość CaO . Prażenie wykonano w tyglu szklanym o masie z porowatym dnem, którego masa przed prażeniem wynosiła 28,5940 g. Przyjęto, że różnice w granicach 0,2 mg masy tygla z osadem można uznać za dopuszczalne.

W tabeli przedstawiono wyniki ważenia:

Numer ważenia	Masa tygla z osadem [g]
1	28,9320
2	28,9319
3	28,9319

Na podstawie powyższych informacji, oblicz procentową zawartość wapnia w otrzymanej ilości tlenku wapnia.

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: Agata Jarszak-Tyl, Krzysztof Błaszczak

Przedmiot: chemia

Temat: Co to jest grawimetria?

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

Podstawa programowa:

Poziom podstawowy i rozszerzony

Wymagania ogólne

II. Rozumowanie i zastosowanie nabytej wiedzy do rozwiązywania problemów. Uczeń:

6) stosuje poprawną terminologię;

7) wykonuje obliczenia dotyczące praw chemicznych.

Wymagania szczegółowe

Poziom podstawowy

VII. Systematyka związków nieorganicznych. Uczeń:

7) projektuje i przeprowadza doświadczenia pozwalające otrzymać różnymi metodami: wodorotlenki, kwasy i sole; pisze odpowiednie równania reakcji.

Poziom rozszerzony

VII. Systematyka związków nieorganicznych. Uczeń:

7) projektuje i przeprowadza doświadczenia pozwalające otrzymać różnymi metodami: wodorotlenki, kwasy i sole; pisze odpowiednie równania reakcji.

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: grawimetria, mnożnik analityczny, analit;
- omawia i porównuje rodzaje analizy grawimetrycznej;
- oblicza masę oznaczanego składnika przy wykorzystaniu pojęcia mnożnika analitycznego.

Strategie nauczania:

- asocjacyjna.

Metody i techniki nauczania:

- dyskusja dydaktyczna;
- burza mózgów;
- analiza tekstu źródłowego;
- ćwiczenia uczniowskie;
- film edukacyjny;
- technika zdań podsumowujących;
- mapa pojęć.

Formy pracy:

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

Środki dydaktyczne:

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

Przebieg zajęć

Faza wstępna:

1. Zaciekawienie i dyskusja. Nauczyciel wykorzystuje informacje, zawarte we wprowadzeniu do e-materiału.
2. Rozpoznawanie wiedzy wyjściowej uczniów. Burza mózgów wokół pytania „Czym jest grawimetria i jakie informacje można dzięki niej uzyskać?”. Nauczyciel może wykorzystać aplikację Mentimeter z zastosowaniem smartfonów/tabletów.
3. Ustalenie celów lekcji. Nauczyciel podaje temat zajęć i wspólnie z całą klasą ustala cele lekcji, które uczniowie zapisują w portfolio.

Faza realizacyjna:

1. Uczniowie zapoznają się z fragmentem „Co to jest grawimetria” w części „Przeczytaj” e-materiału, po czym wspólnie z nauczycielem powracają do fazy wstępnej lekcji – burzy mózgów. Efektem tej części ma być ustalenie definicji słowa „grawimetria”.
2. Uczniowie zapoznają się samodzielnie z kolejnymi fragmentami tekstu części „Przeczytaj” e-materiału, dotyczącymi podziału metod grawimetrycznych i mnożnika analitycznego. Na zakończenie pracy z tekstem, uczniowie wykonują polecenie nr 1 w sekcji „Przeczytaj”. Ich zadaniem jest wykonanie w parach mapy pojęciowej i dokonanie podziału metod grawimetrycznych. Efektem sporządzonej mapy ma być poznanie typów grawimetrii oraz podanie najważniejszych cech każdej z metod. Po wyznaczonym czasie chętna osoba przedstawia proponowaną mapę pojęciową na tablicy multimedialnej, a nauczyciel udziela jej informacji zwrotnej.
3. Kolejny chętny uczeń interpretuje na forum klasy pojęcie mnożnika analitycznego, wyjaśnia, do czego służy, a także omawia pojęcie analitu. Pozostała część klasy weryfikuje poprawność merytoryczną wypowiedzi kolegi lub koleżanki, ewentualnie dopowiadają istotne kwestie.
4. Nauczyciel odsyła uczniów do kolejnej części e-materiału – filmu edukacyjnego – w którym przedstawione są kolejne etapy analizy wagowej. Nauczyciel zwraca uwagę, żeby podczas oglądania filmu w szczególności przyjrzeć się rodzajowi używanego sprzętu. Po tym uczniowie zapoznają się z ćwiczeniami zamieszczonymi pod multimedialnym. Samodzielnie je rozwiązują. W razie pytań, nauczyciel podaje potrzebne wskazówki. Po wyznaczonym czasie chętna osoba przedstawia swoje odpowiedzi, a nauczyciel udziela jej informacji zwrotnej.
5. Nauczyciel wykorzystuje materiał źródłowy, zawarty w materiałach pomocniczych, dotyczący analizy wagowej. Dzieli klasę losowo na grupy. Uczniowie przygotowują odpowiedź na pytanie „Na czym polega strącanie osadu, sączenie osadu, przemywanie osadu, suszenie lub prażenie osadu, ważenie osadu?”. Po wyznaczonym czasie chętne osoby udzielają odpowiedzi na forum klasy. Nauczyciel weryfikuje poprawność merytoryczną wypowiedzi i ewentualnie wyjaśnia niezrozumiałe kwestie.
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 chętna osoba z danej pary udziela odpowiedzi/prezentuje rozwiązanie na tablicy. Pozostali ustosunkowują się do niej, proponując ewentualnie swoje pomysły. Nauczyciel, w razie potrzeby, koryguje odpowiedzi, dopowiada istotne kwestie, udziela uczniom informacji zwrotnej.

Faza podsumowująca:

1. Uczniowie na planszy z narysowaną baterią i zaznaczonymi poziomami jej naładowania, np. co 5-10%, zaznaczają cenkami, w jakim stopniu opanowali zagadnienia, które wynikają 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:
 - Dziś nauczyłem/łam się...
 - Zrozumiałem/łam, że...
 - Zaskoczyło mnie...
 - Dowiedziałem/łam się...
 - Łatwe było dla mnie...
 - Trudność sprawiło mi...

Praca domowa:

1. Uczniowie wykonują pozostałe ćwiczenia w sekcji „Sprawdź się”.
2. Nauczyciel prosi uczniów, aby opisali praktyczne zastosowania analizy wagowej w różnych gałęziach nauki i przemysłu.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania multimedium:

Nauczyciel może wykorzystać medium z sekcji „Film edukacyjny” do pracy przed lekcją. Uczniowie zapoznają się z jego treścią i przygotowują do pracy na zajęciach tak, by móc samodzielnie rozwiązać zadania związane z tematem.

Materiały pomocnicze:

1. Polecenia podsumowujące (nauczyciel przed lekcją zapisuje je na niewielkich kartkach): Czym jest grawimetria? Co to jest analit? Jak można podzielić metody grawimetryczne? Co to jest i do czego służy mnożnik analityczny?
2. Podręczniki do dyspozycji na lekcji:
 - T. Lipiec, Z. Szmaj, *Chemia analityczna z elementami analizy instrumentalnej*, PZWL, Warszawa 1980.
 - J. Minczewski, Z. Marczenko, *Chemia analityczna. Chemiczne metody analizy ilościowej*, PWN, Warszawa 2011, t. 2, wyd. 10.
 - [https://www.umb.edu.pl/photo/pliki/WF_jednostki/zaklad-chemii-nieorganicznej/kosmetologia_\(analiza_chemiczna_kosmetyk_dostep_z_dn.21.03.2022\)](https://www.umb.edu.pl/photo/pliki/WF_jednostki/zaklad-chemii-nieorganicznej/kosmetologia_(analiza_chemiczna_kosmetyk_dostep_z_dn.21.03.2022)).