# ELEMENTY ANALIZY KLASYCZNEJ

## Ćwiczenie 1

## Temat: Wprowadzenie do analizy wagowej oraz klasyczna analiza miareczkowa

## Wprowadzenie do ANALIZY WAGOWEJ

## Uwagi ogólne

**1.** W pokoju, w którym znajdują się wagi i w którym się waży nie wolno otwierać okien ani zostawiać otwartych drzwi, tak aby zachować stałą temperaturę.

**2.** Na konsoli (obok wag analitycznych) nie wolno stawiać rzeczy, które nie są potrzebne do ważenia: zlewek, słoików z odczynnikami oraz żadnych innych naczyń z wyjątkiem naczyniek wagowych, które powinny być postawione na szalce Petriego.

**3.** Wszystkie wymienione naczynia oraz odczynniki zostawiamy na stole. Odczynniki pobiera się i wsypuje do naczyniek również na tym stole. Nie wolno wsypywać odczynników do naczyniek obok wagi ani tym bardziej na wadze! Odczynniki wsypujemy odpowiednimi łyżeczkami (każdy odczynnik indywidualną łyżeczką), nie zamieniamy łyżeczek i chronimy je przed zanieczyszczeniem.

**4.** Odczynniki należy chronić przed zanieczyszczeniem. W tym celu nie wolno wsypywać z powrotem nadmiaru pobranego odczynnika do oryginalnego słoika. Do czasowego przechowania nadmiarowych porcji odczynników służą dodatkowe pojemniki.

### WAŻENIE NA WADZE ANALITYCZNEJ (elektronicznej)

***Waga analityczna***: *granica obciążalności* – 200 g;

*dokładność ważenia* – 0,0001 g

Na wagach analitycznych rzadko odważamy masy powyżej 100 g, gdyż ważenie zbyt dużych mas może spowodować uszkodzenie wagi i zmniejszenie jej czułości. Dlatego naczyńka wagowe, w których odważamy substancję powinny być jak najlżejsze (ponadto, z małego naczyńka wagowego łatwiej jest przenieść ilościowo odważaną substancję do docelowego naczynia laboratoryjnego).

**1.** Drzwiczki wagi otwieramy tylko w celu włożenia na szalkę przedmiotu ważonego oraz jego zdjęcia z szalki. W czasie ważenia powinny być zamknięte.

**2.** Nie wolno odważać żadnych substancji bezpośrednio na szalce lub na papierku. Wszystko odważamy w zamkniętych naczyńkach wagowych. Naczynia stawiane na szalce muszą być bezwarunkowo czyste i suche o temperaturze pokoju wagowego. Naczyńka, w których odważamy substancje powinny być możliwie lekkie (o czym była mowa wyżej). Naczyńka wagowe, kładziemy na szalce chwytając je szczypcami, lub przez pasek z papieru nigdy palcami.

**3.** Przed przystąpieniem do ważenia sprawdzamy „położenie zerowe wagi” oraz sprawdzamy czy szalka jest czysta.

**4.** Przed ważeniem na wadze analitycznej najlepiej ustalić przybliżoną masę ciała ważonego, ważąc je na wadze technicznej. Dotyczy to szczególnie ważenia określonych próbek, których wielkość ustalamy dosypując lub odsypując substancji.

**5.** Po skończonym ważeniu i zapisaniu masy ważonego ciała zdejmujemy ciało ważone i sprawdzamy „zero”. „Zero wagi” przed ważeniem i po ważeniu powinno być zachowane.

# Wprowadzenie do ANALIZY MIARECZKOWEJ

## NACZYNIA MIAROWE

W analizie miareczkowej bardzo istotne znaczenie ma dokładne odmierzanie objętości cieczy, które przeprowadza się za pomocą naczyń miarowych.

*Objętość roztworu może być wyrażana w $dm^3$ lub litrach. XII Konferencja Miar w 1964 r. określiła litr jako jednostkę objętości równą 1 $dm^3$. Litr znalazł się w wykazie legalnych jednostek miar nie należących do układu SI, które mogą być stosowane bez ograniczeń terminowych. A zatem, litr może być używany pełnoprawnie z $dm^3$. Obecnie obowiązuje zależność:*

$$1L = 1\ dm^3 = 10^{-3}\ m^3.$$

***W chemii analitycznej dużo wygodniejsze jest wyrażanie objętości w litrach i tak jest ona wyrażana w Polskich Normach. 1L = 1000 mL.***

*Poprzednio występowała zależność: 1L = 1,000028 $dm^3$. Różnica, jaka wynika z tych dwóch zależności wynosi 28 mg/kg, jest więc bardzo mała i poprzednio miała znaczenie tylko przy bardzo dokładnych pomiarach. Podczas pomiarów, w których ta różnica odgrywałaby rolę, należy stosować $dm^3$.*

Przed użyciem naczyń miarowych należy sprawdzić ich pojemność, gdyż często nie są one dokładnie cechowane i deklarowana pojemność różni się od rzeczywistej. A zatem, sprawdzenie pojemności naczyń miarowych polega na wyznaczeniu rzeczywistej ich pojemności, natomiast kalibrowanie na wyznaczeniu i cechowaniu objętości odpowiadającej deklarowanej pojemności naczynia. Z kalibracją związane jest wyznaczenie poprawek kalibracyjnych, tj. różnicy między deklarowaną a rzeczywistą pojemnością naczynia miarowego. Różnicę tę wyraża się najczęściej w procentach i nazywa się błędem kalibracji.

Sprawdzenie pojemności naczyń miarowych dokonuje się przez zważenie wody destylowanej, wypełniającej naczynie do kreski (dolny menisk wody powinien stykać się z kreską), przy czym woda powinna mieć temperaturę pokoju, w którym wykonujemy ważenie w celu sprawdzenia pojemności naczynia. Należy odróżnić sprawdzanie pojemności na wlew i na wylew. Pojemność kolb miarowych sprawdza się na wlew, a pipet i biuret na wylew. Różnica między pojemnością ustaloną na wlew i na wylew wynika z objętości cieczy, która pozostaje na ściankach naczynia po wylaniu z niej roztworu.

Przy sprawdzaniu pojemności i kalibrowaniu naczyń miarowych należy uwzględnić następujące poprawki:

1. **Poprawka na zmianę gęstości wody ze zmianą temperatury.**
2. **Poprawka na stratę masy ciała ważonego w powietrzu.** Poprawka ta wynika z faktu, że ważenie wykonujemy w powietrzu a nie w próżni.
3. **Poprawka na zmianę objętości naczynia ze zmianą temperatury powietrza.**

Z wymienionych poprawek największe znaczenie ma poprawka związana ze zmianą gęstości wody wraz z temperaturą.

**Często w analizie stosuje się określoną kolbę wraz z określoną pipetą.** Na przykład otrzymany roztwór do oznaczenia przenosi się ilościowo do kolby miarowej na 100 mL i po rozcieńczeniu wodą destylowaną (lub innym rozpuszczalnikiem) do kreski oraz dokładnym wymieszaniu roztworu, pobiera się pipetą do poszczególnych oznaczeń po 25 mL roztworu. W takiej sytuacji należy określić **współmierność kolby z pipetą**. **W tym celu objętość (lub masę) wody w kolbie (na wlew) dzieli się przez objętość (lub masę) wody zawartej w pipecie (na wylew).** Wyznaczenie współmierności jest bardzo ważne. Dokładny wynik oznaczenia danego składnika pomnożony przez źle wyznaczoną współmierność prowadzi do złego wyniku analizy.

## Użytkowanie kolb miarowych i pipet

Istnieją pewne ustalone zasady posługiwania się naczyniami miarowymi. Ścisłe ich przestrzeganie zmniejsza możliwości błędów, jakie są związane z użytkowaniem tych naczyń.

**Kolba miarowa** służy do sporządzania roztworów o określonym stężeniu oraz do rozcieńczania roztworów. Sporządzając roztwór przenosi się ilościowo odważoną substancję, z naczynia wagowego do kolby przez lejek z długą nóżką, spłukując dokładnie naczyńko i lejek. Po przeniesieniu ilościowym substancji do kolby, miesza się zawartość ruchem okrężnym do całkowitego rozpuszczenia substancji. Następnie dolewa się wody mieszając cały czas ruchem okrężnym. Dopełniając kolbę miarową do kreski nie należy zwilżać szyjki kolby powyżej kreski. Dopełnianie kolby kończy się dodając ciecz wkraplaczem lub pipetą.

Po dopełnieniu zawartości do kreski tak aby najniższy punkt menisku zetknął się z kreską na szyjce kolby, zamyka się kolbę szczelnym, suchym korkiem i miesza się roztwór odwracając kilkanaście razy kolbę z zawartością dnem do góry. Należy przy tym zwracać uwagę, aby za każdym odwróceniem powietrze przechodziło od korka do dna kolby i odwrotnie.

*UWAGA: Każda kolba powinna być zamknięta dokładnie dopasowanym korkiem niezależnie od tego czy w niej jest jakiś roztwór, czy jest pusta.*

**Prawidłowy sposób pipetowania.** Dokładnie oczyszczoną, przemytą wodą destylowaną i suchą z zewnątrz pipetę zanurza się dolnym końcem w cieczy pipetowanej, zasysa ciecz do ok. 1/5 pojemności pipety, zatyka pipetę palcem wskazującym, zmienia się położenie pipety na poziome i dokładnie przemywa wewnątrz pipetę cieczą pipetowaną. Następnie ciecz tę się wylewa (spuszcza). Czynność tę powtarza się jeszcze jeden lub dwa razy, po czym przystępuje się do właściwego pipetowania.

Suchą z zewnątrz pipetę zanurza się w roztworze na taką głębokość, aby podczas wciągania roztworu nie zassać powietrza w wyniku obniżenia się poziomu cieczy w naczyniu, z którego pipetuje się. Następnie zasysa się roztwór do pipety, napełniając ją nieco powyżej kreski i zatyka się pipetę palcem wskazującym. Wyjmuje się pipetę z kolby (lub innego naczynia zawierającego pipetowany roztwór), osusza z zewnątrz kawałkiem bibuły i ustawia się pipetę w pozycji pionowej dotykając jej dolnym końcem suchego pomocniczego naczynia szklanego. Zwalniając nieco palec zamykający pipetę spuszcza się powoli nadmiar roztworu z pipety aż do ustalenia dolnego menisku cieczy na wysokości kreski na szyjce pipety (oko musi być na poziomie obserwowanej kreski) po czym zamyka się szczelnie dociskając palec wskazujący. Tak napełnioną pipetę roztworem przenosi się nad przygotowane naczynie (np. kolbę stożkową w przypadku miareczkowania), dotyka się jej końcem ścianki tego naczynia (przechylonego tak aby pipeta była w pozycji pionowej) i usuwając palec wskazujący spuszcza się zawartość. Po swobodnym spłynięciu roztworu z pipety trzyma się jeszcze pipetę w tej samej pozycji pionowej przez 20 s aż spłynie cały roztwór zawarty w pipecie. Odrywa się pipetę od ścianki naczynia z pozostałą niewielką ilością roztworu w końcówce pipety. Nie wolno wydmuchiwać ani strząsać resztek cieczy z pipety, nie należy również dotykać końcem pipety powierzchni cieczy.

# ANALIZA MIARECZKOWA – podstawy teoretyczne

**ANALIZA MIARECZKOWA** jest działem analizy ilościowej, której podstawą jest miareczkowanie. Metody analizy miareczkowej (objętościowej) polegają na oznaczaniu składnika w roztworze badanym za pomocą roztworu odczynnika (titranta) o znanym stężeniu, reagującego ilościowo i stechiometrycznie z oznaczaną substancją.

**Miareczkowanie** to czynność polegająca na dodawaniu titranta tj. roztworu zawierającego reagent o znanym stężeniu (roztworu wzorcowego), do roztworu zawierającego jeden lub więcej oznaczanych składników. Roztwór titranta dodaje się z biurety stopniowo, małymi porcjami (miarami), stąd nazwa – analiza miareczkowa.

Aby móc oznaczyć daną substancję w roztworze trzeba znaleźć sposób, który pozwoli łatwo wyznaczyć moment (punkt) miareczkowania, w którym cały oznaczany składnik przereagował z titrantem. W tym punkcie należy zakończyć miareczkowanie i zmierzyć (odczytać na biurecie) objętość titranta.

**Punktem równoważności miareczkowania (PR)** nazywamy punkt miareczkowania, który odpowiada (teoretycznie) stechiometrycznemu przereagowaniu oznaczanego składnika z dodawanym titrantem.

**Punktem końcowym miareczkowania (PK)** nazywamy punkt miareczkowania w którym wystąpi odpowiednia zmiana, świadcząca o osiągnięciu lub nieznacznym przekroczeniu punktu równoważności nazywa się W idealnym przypadku, do którego dążymy, punkt równoważności pokrywa się z punktem końcowym.

Reakcje chemiczna zachodzące w trakcie miareczkowania muszą:

- przebiegać stechiometrycznie
- przebiegać dostatecznie szybko
- punkt równoważnikowy można wyznaczyć z dostateczna dokładnością
- związki chemiczne biorące w nich udział muszą być dostatecznie trwałe w warunkach oznaczenia

Ze względu na typ reakcji zachodzącej podczas miareczkowania, pomiędzy oznaczaną substancją a roztworem titranta, metody miareczkowe dzielimy na:

- **alkacymetrię**, która opiera się na reakcjach zobojętniania (kwas-zasada) i obejmuje dwa działy: *alkalimetrię* (oznaczanie substancji przez miareczkowanie mianowanym roztworem zasady) oraz *acydymetrię* (oznaczanie substancji przez miareczkowanie mianowanym roztworem kwasu);.
- **redoksometrię**, która opiera się na reakcjach utlenienia i redukcji,
- **kompleksometrię**, która opiera się na tworzeniu rozpuszczalnych, słabo- zdysocjowanych (trwałych) związków kompleksowych;
- **miareczkowanie strąceniowe**, które opiera się na reakcji wytrącania trudno-rozpuszczalnych osadów

Ze względu na sposób prowadzenia miareczkowania wyróżnia się:

**Miareczkowanie bezpośrednie** - oznaczana substancja reaguje bezpośrednio stechiometrycznie i szybko z dodawanym titrantem. W miareczkowaniu tym używa się jednego roztworu mianowanego – titranta.

**Miareczkowanie pośrednie:**

- miareczkowanie odwrotne – do badanego roztworu dodaje się znaną ilość titranta w nadmiarze, a następnie po całkowitym (ilościowym) przereagowaniu go z analitem, nadmiar tego titranta odmiareczkowywuje się drugim titrantem
- miareczkowanie podstawieniowe - dobiera się taką substancję trzecią, która reagując stechiometrycznie i ilościowo z oznaczanym składnikiem tworzy nowy związek, reagujący następnie stechiometrycznie z titrantem.

Ze względu na sposób detekcji PK miareczkowania wyróżnia się:

- **miareczkowania z detekcją wizualną (**wskaźniki chemiczne)
- **miareczkowania z detekcją instrumentalną** (np. potencjometryczną)

**SUBSTANCJE WZORCOWE** to substancje o odpowiednich właściwościach służące do sporządzenia roztworów wzorcowych.

Substancje wzorcowe powinny spełniać następujące wymagania:

- wystarczająco czyste (łatwo otrzymywane w stanie wysokiej czystości)
- trwałe w warunkach laboratoryjnych – nie powinny być higroskopijne i nie powinny ulęgać wietrzeniu
- ilościowy przebieg właściwej dla danej substancji wzorcowej reakcji chemicznej
- charakteryzujące się dobrą rozpuszczalnością w wodzie
- posiadające dużą masę molową
- charakteryzujące się uniwersalnością – możliwością wykorzystywania danej substancji jako wzorca w różnych działach analizy miareczkowej.

**ROZTWORY WZORCOWE** - roztwory odczynników o dokładnie znanym stężeniu używane do miareczkowania jako titranty.

Roztwory wzorcowe otrzymujemy w dwojaki sposób:

- Przez dokładne odważenie substancji, której roztwór sporządzamy i rozpuszczenie jej w wodzie (lub innym rozpuszczalniku) tak, aby otrzymać ściśle określoną objętość roztworu.
- Przez sporządzenie roztworu danej substancji o przybliżonym stężeniu i zmianowanie go za pomocą odpowiedniej substancji wzorcowej.

**Uwaga!** Roztwory mianowane przechowuje się w butelkach szczelnie zamkniętych, często z ciemnego szkła, aby zabezpieczyć przed działaniem światła, lub z tworzywa sztucznego. Roztworów mianowanych odlanych z butelki do biurety lub zlewki a nie zużytych **nie wlewa się z powrotem do butelki, w której są przechowywane.**

## OGÓLNE ZASADY MIANOWANIA

Należy podkreślić, że od dokładności zmianowania roztworów titrantów zależy dokładność oznaczeń miareczkowych przy użyciu tych roztworów. Dokładność i precyzja nastawiania miana powinny być większe niż zwykłych oznaczeń miareczkowych.

**Aby to osiągnąć stosuje się następujące zasady:**

- Należy stosować odpowiednio dobraną, o sprawdzonej czystości, substancję wzorcową.

- Odważki substancji wzorcowej stosowanej do mianowania roztworów powinny być odpowiednio duże, tak aby błąd względny ważenia był jak najmniejszy.
- Objętość mianowanego roztworu, zużyta do zmiareczkowania porcji (odważki) substancji wzorcowej, nie powinna być zbyt mała (najlepiej 40–50 mL tak aby błąd względny wyznaczenia tej wielkości był niewielki).
- Miareczkowanie należy powtórzyć kilkakrotnie (3 – 5 razy), przez co zmniejsza się błąd przypadkowy mianowania.

## ALKACYMETRIA

Alkacymetria jest działem analizy miareczkowej, opartym na reakcji kwas-zasada. Obejmuje dwie grupy metod:

- **alkalimetrię** (oznaczanie substancji przez miareczkowanie mianowanym roztworem zasady)
- **acydymetrię** (oznaczanie substancji przez miareczkowanie mianowanym roztworem kwasu).

**Do wyznaczania PK miareczkowania** alkacymetrycznego **stosuje się wskaźniki** kwasowo - zasadowe (wskaźniki pH). Są to przeważnie związki organiczne – słabe kwasy lub słabe zasady organiczne, które zmieniają swoją barwę w określonym zakresie pH roztworu. Całkowita zmiana barwy wskaźnika (tzw. *zakres zmiany barwy wskaźnika*) występuje zazwyczaj w zakresie dwóch jednostek pH.

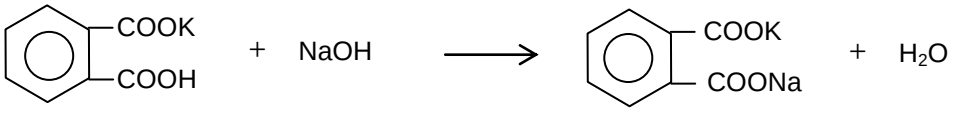
***Tabela. Przykładowe wskaźniki stosowane podczas miareczkowania.***

| Lp. | Nazwa wskaźnika | Zakres pH zmiany barwy | Zabarwienie w roztworze | |
|---|---|---|---|---|
| | | | kwaśnym | zasadowym |
| 1 | Zieleń bromokrezolowa | 3,8-5,4 | żółte | niebieskie |
| 2 | Czerwień bromokrezolowa | 4,2-6,3 | czerwone | żółte |
| 3 | Wskaźnik 5.1. | mieszanina (3 :2) dwóch powyższych wskaźników | czerwona | zielona |
| 4 | Fenoloftaleina | 8,3-10,0 | bezbarwne | malinowe |

# Zadanie 1.

## Alkacymetria. Mianowanie roztworu NaOH o stężeniu 0,1 mol/L

Mianowany roztwór wodorotlenku sodu nie powinien zawierać węglanów. Roztwór taki sporządza się przez rozcieńczenie odpowiedniej porcji stężonego (50%) roztworu NaOH wodą destylowaną, świeżo wygotowaną nie zawierającą $CO_2$. Sporządzony roztwór po wymieszaniu i wyrównaniu jego temperatury z temperaturą otoczenia mianuje się za pomocą odpowiednio czystego wodoroftalanu potasu. Podstawą mianowania jest reakcja:




**Odczynniki i naczynia:**
- wskaźnik - fenoloftaleina
- tryskawka z wodą
- kolby stożkowe (kolby Erlenmayera).
- naczyńko wagowe, szalka Pettriego, szpatułka
- biureta (50 mL)

**Badany roztwór:**
- ok. 0,1 mol/L roztwór NaOH;

**<u>UWAGA:</u> roztwory NaOH są niebezpieczne w kontakcie z oczami i dlatego bezwzględnie w trakcie pracy z nimi należy używać ochronnych okularów.**

**Wykonanie:**

1. Odważyć na wadze analitycznej odważki wodoroftalanu potasu o masie odpowiadającej masie odważki optymalnej 0,4-0,5 g

*(odważka optymalna jest to masa substancji wzorcowej jaką należy odważyć, aby podczas mianowania zużyć taką objętość titranta, która odpowiada 80% objętości nominalnej biurety). Optymalna odważka $KHC_8H_4O_4$ przy mianowaniu roztworu NaOH z użyciem biurety o pojemności 50 mL wynosi około 0,8 g. Ponieważ wodoroftalan potasu posiada dużą masę molową, odważki tej substancji o masach 0,4 – 0,5 g zapewniają wystarczającą dokładność mianowania roztworu NaOH.*

2. Rozpuścić odważkę, przenieść ilościowo do kolby stożkowej, rozpuścić w około 40 - 50 mL wody destylowanej
3. Dodać po 3 - 4 krople fenoloftaleiny
4. Miareczkować roztworem NaOH do pojawienia się różowego zabarwienia.

**Obliczyć stężenie molowe zasady** według wzoru:

$$c_{NaOH} = \frac{m \cdot 1000}{v \cdot 204{,}22} \text{ [mol/L]}$$

gdzie: m – masa odważki wodoroftalanu potasu [g], v – objętość roztworu NaOH zużyta do miareczkowania [mL], 204,22 – masa molowa wodoroftalanu potasu [g/mol]

# Zadanie 2.

## Alkacymetria. Oznaczanie kwasu solnego HCl

Kwas solny jest kwasem mocnym i miareczkując go roztworem mocnej zasady do wyznaczenia punktu końcowego miareczkowania można stosować szereg wskaźników, m.in. wskaźnik „5,1". Podczas miareczkowania zachodzi następująca reakcja:

$$HCl + NaOH \rightarrow NaCl + H_2O$$

$$H^+ + Cl^- + Na^+ + OH^- \rightarrow Na^+ + Cl^- + H_2O$$

$$H^+ + OH^- \rightarrow H_2O$$

**Odczynniki i naczynia:**

- mianowany 0,1 mol/L (***podać w sprawozdaniu dokładne stężenie po zmianowaniu***) roztwór NaOH;
- wskaźnik „5,1"
- tryskawka z wodą
- trzy kolby Erlenmayera
- pipeta (25 mL), biureta (50 mL)

**Próbka:**

- roztwór kwasu solnego o nieznanym stężeniu

**Wykonanie:**

1. Otrzymany roztwór rozcieńczyć wodą destylowaną w kolbie miarowej na 100 mL, wymieszać
2. Pipetę przepłukać dwoma niewielkimi porcjami roztworu badanego.
3. Odpipetować trzy porcje po 25 mL do kolb stożkowych
4. Rozcieńczyć do ok. 50 mL woda destylowaną
5. Miareczkować mianowanym roztworem NaOH w obecności wskaźnika „5.1" (dodać np. 3 krople) do zmiany barwy z czerwonej na zieloną

**Obliczenia:**

Zawartość kwasu solnego w próbce obliczyć ze wzoru:

$$m_{HCl} = \frac{v \cdot c \cdot 36{,}461 \cdot W}{1000} \quad [g]$$

gdzie: v – średnia objętość NaOH zużyta do miareczkowania [mL], c – stężenie NaOH [mol/L], 36,461 – masa molowa HCl [g/mol], W – współczynnik współmierności kolby i pipety.

# Zadanie 3.

## Alkacymetria. Oznaczanie procentowej zawartości $CH_3COOH$ w handlowym occie metodą miareczkową, z wizualną detekcją PK

Oznaczenie procentowej zawartości kwasu octowego w occie handlowym wykonuje się alkalimetrycznie wyznaczając punkt końcowy wizualnie wobec fenoloftaleiny lub potencjometrycznie **(zadanie nr 5).**
Oznaczenie opiera się na reakcji:

$$CH_3COOH + NaOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O$$

**Odczynniki i naczynia:**
- mianowany 0,1 mol/L (***w sprawozdaniu podać dokładne stężenie po zmianowaniu***) roztwór NaOH;
- wskaźnik -fenoloftaleina
- tryskawka z wodą destylowaną
- trzy kolby Erlenmayera.
- pipeta (25 mL), biureta (50 mL)

**Próbka:**
- handlowy ocet

**Wykonanie:**
1. Otrzymany roztwór octu rozcieńczyć woda destylowaną w kolbie miarowej na 250 mL, dokładnie wymieszać
2. Pipetę przepłukać dwoma niewielkimi porcjami kwasu
3. Odpipetować trzy porcje po 25 mL do kolb stożkowych
4. Rozcieńczyć wodą destylowaną do ok. 50 mL
5. Dodać kilka (np. 3) kropli wskaźnika – fenoloftaleiny
6. Miareczkować zmianowanym roztworem 0,1mol/L NaOH do jasnoróżowej barwy

**Obliczenia:**
Zawartość kwasu obliczyć ze wzoru:

$$m_{CH_3COOH} = \frac{v \cdot c \cdot 60{,}053\ W}{1000} \quad [g]$$

gdzie: v – objętość roztworu NaOH zużytego do miareczkowania [mL], c – stężenie roztworu NaOH [mol/L], 60,053 – masa molowa $CH_3COOH$ [g], W – współmierność kolby i pipety

Z podanego wzoru oblicza się zawartość kwasu octowego [g] w całkowitej objętości próbki (w 250 mL). Zawartość tę należy następnie przeliczyć na 100 mL próbki i wynik podać w procentach wagowo-objętościowych (masa substancji na 100 mL roztworu).

**<u>Próbki z kolby na 250 mL nie należy wylewać, lecz zachować do kolejnego oznaczenia !</u>**