

Opracowanie wyników – Aneks do instrukcji

1. Oznaczanie stałej i stopnia dysocjacji metodą kolorymetryczną

1. Sporządzić wykres $E = f(\lambda)$ dla 2 roztworów HCl i określić długość fali pomiarowej
2. Sporządzić wykres zależności $E = f([H^+])$
3. Sporządzić wykres zależności $1/E = f([H^+])$ - krzywa cechowania
4. Korzystając z wykresu sporządzonego w p.3 wyznaczyć stałą dysocjacji indykatora K_{ind} .
5. Na podstawie pomiarów ekstynkcyjnych dla każdego z badanych roztworów CH_3COOH o stężeniu c wyznaczyć na podstawie krzywej cechowania, stężenie jonów wodorowych $[H^+]$
6. Obliczyć stopień dysocjacji, α , CH_3COOH we wszystkich roztworach z wzoru (10)
7. Sporządzić wykres $\alpha = f(c_{CH_3COOH})$
8. Sporządzić wykres $\alpha = f(\sqrt{c_{CH_3COOH}})$
9. Obliczyć stałą dysocjacji, K_c , CH_3COOH we wszystkich roztworach z wzoru (11) i obliczyć średnią wartość arytmetyczną stałej dysocjacji
10. Sporządzić wykres $K_c = f(c_{CH_3COOH})$
11. Obliczyć błąd procentowy stopnia dysocjacji, α , CH_3COOH metodą pochodnej logarytmicznej
12. Obliczyć błąd bezwzględny stałej dysocjacji, K_c , CH_3COOH metodą różniczki zupełnej
13. Zamieścić wszystkie wzory do obliczeń
14. Porównać wartości doświadczalne stałej dysocjacji, K_c , CH_3COOH z danymi literaturowymi. Obliczyć błąd procentowy.
15. Przeprowadzić dyskusję uzyskanych wyników i wyciągnąć wnioski

2. Liczby przenoszenia i ruchliwość jonów

Liczby przenoszenia

1. Sporządzić wykres $I=f(t)$ i obliczyć całkowity ładunek elektryczny, jaki przepłynął w trakcie elektrolizy
2. Obliczyć objętość NH_4SCN potrzebną do zmiareczkowania całości anolitu przed elektrolizą, b i po elektrolizie, c
3. Obliczyć objętość NH_4SCN potrzebną do zmiareczkowania całości katolitu przed elektrolizą, b i po elektrolizie, c
4. Obliczyć błędy bezwzględne wartości b i c
5. Na podstawie wyników miareczkowania anolitu obliczyć liczby przenoszenia jonów
6. Wyprowadzić wzór na objętość rodu konieczną do zmiareczkowania tej ilości srebra, która wyemigrowała z przestrzeni katodowej, w.
7. Na podstawie wyników miareczkowania katolitu obliczyć liczby przenoszenia jonów
8. Obliczyć średnie liczby przenoszenia jonów z wyników miareczkowania anolitu i katolitu
9. Obliczyć błędy bezwzględne liczb przenoszenia jonów
10. Zamieścić wszystkie wzory do obliczeń
11. Porównać wartości doświadczalne liczb przenoszenia jonów z danymi literaturowymi. Obliczyć błąd %
12. Przeprowadzić dyskusję uzyskanych wyników i wyciągnąć wnioski

Ruchliwość jonów

1. Sporządzić wykres zależności $h_1=f(t)$, $h_2=f(t)$ oraz $(h_1+h_2)/2 = f(t)$. Zaznaczyć dla którego przemieszczenia było wyraźne rozmycie granicy roztworów w ramieniu U-rurki.
2. Wyznaczyć średnią prędkość przesuwania granicy dla wszystkich napięć, v metodą najmniejszych kwadratów (regresji liniowej) i jej błąd standardowy
3. Sporządzić wykres zależności $v = f(E)$. Odległość między elektrodami wynosi 44cm
4. Wyznaczyć ruchliwość jonów, u metodą najmniejszych kwadratów i jej błąd standardowy
5. Obliczyć przewodnictwo jonowe jonów nadmanganianowych i porównać z danymi literaturowymi. Obliczyć błąd %
6. Obliczyć promień jonu nadmanganianowego i porównać go z danymi literaturowymi. Obliczyć błąd %
7. Zamieścić wszystkie wzory do obliczeń
8. Otrzymane wyniki zestawić w tabeli 2
9. Przeprowadzić dyskusję uzyskanych wyników i wyciągnąć wnioski

3. Destylacja

1. Obliczyć stężenie molowe CH_3COOH w r-rze wyjściowym (ciecz), c_{mc}
2. Obliczyć stężenie molowe CH_3COOH w r-rze wyjściowym (para), c_{mp}
3. Obliczyć błędy bezwzględne wartości c_{mc} i c_{mp}
4. Wyprowadzić wzór na % obj.
5. Obliczyć % obj. dla cieczy i pary (w obliczeniach uwzględnić zmianę stężenia molowego CH_3COOH od gęstości).
6. Sporządzić wykres zależności % obj. dla cieczy = $f(\%$ obj. dla pary)
7. Sporządzić wykres zależności $T = f(t)$ w celu wyznaczenia temperatury wrzenia, T_{wrz}
8. Na Rys.2 z instrukcji (diagram teoretyczny) nanieść dane doświadczalne temperatury wrzenia i % obj. dla cieczy oraz pary. Wyciągnąć stosowne wnioski.
9. Wyprowadzić wzory na ułamki molowe x_a i x_w oraz y_a i y_w .
10. Na podstawie danych zawartych w Tabeli 2 z instrukcji obliczyć ułamki molowe acetonu i wody we wrzącej cieczy oraz w parze. Wykonać obliczenia w pozostałych kolumnach (10-15)
11. Sporządzić wykresy zależności współczynnika aktywności acetonu i wody od temperatury wrzenia roztworu
12. Sporządzić wykresy zależności aktywności acetonu i wody od temperatury wrzenia roztworu
13. Sporządzić wykresy zależności współczynnika aktywności acetonu i wody od % wag. acetonu we wrzącej cieczy
14. Sporządzić wykresy zależności aktywności acetonu i wody od % wag. acetonu we wrzącej cieczy
15. Sporządzić wykresy zależności współczynnika aktywności acetonu i wody od % wag. acetonu w parze
16. Sporządzić wykresy zależności aktywności acetonu i wody od % wag. acetonu w parze
17. Obliczyć molowe ciepło parowania wody i acetonu (wykorzystać dane z Tabeli 2 i sporządzić wykresy). Porównać z wartościami tablicowymi.
18. Zamieścić wszystkie wzory do obliczeń
19. Otrzymane wyniki zestawić w tabeli
20. Przeprowadzić dyskusję uzyskanych wyników i wyciągnąć wnioski

4. Pomiar pH metodą potencjometryczną

1. Obliczyć wartości teoretyczne pH roztworów buforowych
2. Porównać wartości doświadczalne pH z obliczonymi wartościami teoretycznymi pH dla roztworów buforowych. Obliczyć błąd %
3. Sporządzić krzywą miareczkowania ($\text{pH} = f(V_{\text{NaOH}})$) dla miareczkowania 0.1M CH_3COOH 0.1M NaOH
4. Sporządzić krzywą miareczkowania ($\text{pH} = f(V_{\text{NaOH}})$) dla miareczkowania 0.1M HCl 0.1M NaOH
5. Wyznaczyć graficznie położenie punktów równoważnikowych (PR) dla obydwu krzywych miareczkowania. Porównać wyznaczone wartości pH z wartością tablicową. Obliczyć błąd %
6. Nanieść na krzywe miareczkowania wyniki miareczkowania alkacymetrycznego i zaznaczyć zakres pH, w którym obserwuje się zmianę barwy zastosowanego wskaźnika w trakcie miareczkowania
7. Sporządzić wykresy zależności $\frac{\Delta \text{pH}}{\Delta V} = f(V_{\text{NaOH}})$ oraz $\frac{\Delta^2 \text{pH}}{\Delta V^2} = f(V_{\text{NaOH}})$ i wyznaczyć analitycznie położenie punktów równoważnikowych (PR) dla obydwu krzywych miareczkowania.
8. Porównać wyznaczone wartości pH z punktów 5 i 7. Obliczyć błąd %
9. Obliczyć wartości pH dla teoretycznej krzywej miareczkowania 0.1 M HCl 0.1 M NaOH. Wyprowadzić wzory do obliczeń pH.
10. Wykonać pozostałe obliczenia z Tabeli 3 z instrukcji
11. Sporządzić wykres i porównać wartości doświadczalne i teoretyczne pH dla krzywej miareczkowania 0.1 M HCl 0.1 M NaOH.
12. Zamieścić wszystkie wzory do obliczeń
13. Otrzymane wyniki zestawić w tabeli
14. Przeprowadzić dyskusję uzyskanych wyników i wyciągnąć wnioski

5. Diagram fazowy układu Sn-Pb

1. Sporządzić wykres zależności temperatury stopu od czasu $T = f(t)$ – krzywe chłodzenia dla 6 próbek (zawierających stopy Sn – Pb i/lub czyste metale Sn i Pb)
2. Sporządzić wykres $dT/dt = f(t)$ i $d^2T/dt^2 = f(t)$ dla wszystkich próbek, a następnie wyznaczyć analitycznie temperatury przystanku, T_p i temperatury załamania, T_z
3. Na podstawie wyznaczonych T_p i T_z dokonać identyfikacji próbek zawierających stopy Sn – Pb i/lub czyste metale Sn i Pb i przyporządkować do krzywych chłodzenia, wykresów I i II pochodnej
4. Wyznaczone T_p i T_z nanieść na teoretyczny diagram fazowy Sn – Pb
5. Otrzymane wyniki zestawić w tabeli
6. Przeprowadzić dyskusję uzyskanych wyników i wyciągnąć wnioski

6. Adsorpcja

1. Obliczyć stężenia molowe roztworu CH_3COOH przed i po adsorpcji, c_1 i c_2
2. Obliczyć ilość CH_3COOH zaadsorbowaną z objętości V roztworu, n
3. Obliczyć Ilość CH_3COOH zaadsorbowaną przez 1g adsorbenta (węglu aktywnego), x
4. Obliczyć błędy bezwzględne wartości c_1 , c_2 i x
5. Sporządzić wykres zależności $x=f(c_2)$ - izotermę doświadczalną adsorpcji kwasu octowego na węglu aktywnym. Na wykres nanieść niepewności pomiarowe.
6. Obliczyć $\log x$ i $\log c_2$
7. Sporządzić na podstawie danych doświadczalnych wykres zależności $\log x = f(\log c_2)$ w celu sprawdzenia stosowalności równania Freundlicha
8. W przypadku stwierdzenia stosowalności równania Freundlicha należy korzystając z metody najmniejszych kwadratów (regresji liniowej) wyznaczyć współczynniki k i n oraz ich błędy standardowe
9. Obliczyć c_2/x lub $1/x$ i $1/c_2$
10. Sporządzić na podstawie danych doświadczalnych wykres zależności $c_2/x = f(c_2)$ lub $1/x = f(1/c_2)$ w celu sprawdzenia stosowalności równania Langmuira
11. W przypadku stwierdzenia stosowalności równania Langmuira należy korzystając z metody najmniejszych kwadratów (regresji liniowej) wyznaczyć współczynniki k i x_0 oraz ich błędy standardowe
12. Obliczyć wartości x z równań Freundlicha (x_F) i Langmuira (x_L) korzystając ze współczynników wyznaczonych w punktach 8 i 11
13. Obliczyć różnice między wartościami doświadczalnymi, x_d ($x_d=x$), a wartościami x_F i x_L obliczonymi z równań Freundlicha i Langmuira
14. Sporządzić zbiorczy wykres izoterm doświadczalnej (kolor czarny), Freundlicha (kolor niebieski) i Langmuira (kolor zielony). W celu rozróżnienia izoterm można również zastosować różne style linii
15. Sporządzić zbiorczy wykres x_d-x_F oraz $x_d-x_L = f(c_2)$
16. Zamieścić wszystkie wzory do obliczeń
17. Otrzymane wyniki zestawić w tabeli
18. Przeprowadzić dyskusję uzyskanych wyników i wyciągnąć wnioski

7. Ogniwa chemiczne i Współczynniki aktywności

Ogniwa chemiczne

1. Obliczyć wartości teoretyczne siłę elektromotorycznej SEM ogniwa Daniella według wzoru (10) - wykorzystać dane zawarte w Tabelach 3 i 4
2. Porównać wartości doświadczalne SEM ogniwa Daniella z wartościami teoretycznymi SEM. Obliczyć błąd bezwzględny, względny i %
3. Oszacować rząd wielkości potencjałów dyfuzyjnych dla każdego ogniwa.
4. Obliczyć wartość teoretyczną siły elektromotorycznej SEM ogniwa miedziowo-srebrowego - wykorzystać dane zawarte w Tabelach 3 i 4
5. Porównać obliczoną wartość SEM porównać z wartością otrzymaną doświadczalnie. Obliczyć błąd bezwzględny, względny i %
6. Obliczyć aktywność jonów Ag^+ , przy której SEM badanego ogniwa miedziowo-srebrowego przyjmuje wartość zero
7. Sporządzić wykres zależności $E = f(V_{\text{KCl}}) - (1)$ oraz $\Delta E/\Delta V_{\text{KCl}} = f(V_{\text{KCl}}) - (2)$
8. Wyznaczyć wartość V_{KCl} w punkcie równoważnikowym PR (maximum funkcji na wykresie (2)), a następnie w oparciu o tę wartość wyznaczyć wielkość SEM ogniwa w punkcie równoważnikowym PR (z wykresu (1)).
9. Wyznaczyć graficznie wielkość SEM ogniwa w punkcie równoważnikowym PR (z wykresu (1)). Porównać z wartością SEM wyznaczoną w punkcie 8
10. Obliczyć doświadczalny iloczyn rozpuszczalności AgCl oraz porównać z wartością tablicową. Obliczyć błąd %
11. Obliczyć teoretyczną wartość SEM ogniwa w punkcie równoważnikowym PR dla teoretycznego iloczynu rozpuszczalności AgCl dla temperatury 25°C . Porównać z wartością SEM wyznaczoną doświadczalnie w PR. Obliczyć błąd %.
12. W przypadku wykonania 10 lub więcej pomiarów dla wybranych roztworów podzielić je na 2 serie pomiarowe: 5 i 10 lub więcej pomiarów. Obliczyć przedziały ufności dla dwóch poziomów ufności 95 i 99,9%. Skorzystać z tablicy rozkładu t-Studenta. Sformułować wnioski
13. Zamieścić wszystkie wzory do obliczeń
14. Otrzymane wyniki zestawić w tabeli
15. Przeprowadzić dyskusję uzyskanych wyników i wyciągnąć wnioski

Współczynniki aktywności

1. Z granicznego prawa Debye'a-Hückela (7) obliczyć teoretyczne wartości współczynników aktywności, f_{teoret} dla badanych stężeń HCl
2. Obliczyć i wykreślić wartość lewej strony równania, E' (22) w funkcji stężenia c .
3. Sporządzić wykres zależności $E'=f(c)$.
4. Wyznaczyć wartość E° metodą najmniejszych kwadratów. W zakresie niskich stężeń wykres powinien być linią prostą, której przecięcie z osią rzędnych daje wartość E°
5. Z równania (20) wyliczyć średnie współczynniki aktywności, $f_{\text{dośw}}$ dla każdego stężenia HCl i porównać z wartościami teoretycznymi. Obliczyć błąd %
6. Sporządzić zbiorczy wykres zależności $f_{\text{dośw}}$ i f_{teoret} w funkcji stężenia HCl
7. Zamieścić wszystkie wzory do obliczeń
8. Otrzymane wyniki zestawić w tabeli
9. Przeprowadzić dyskusję uzyskanych wyników i wyciągnąć wnioski

8. Katalityczny rozkład wody utlenionej

1. Obliczyć stężenie molowe wody utlenionej, $c_{\text{H}_2\text{O}_2}$ dla wszystkich roztworów (bez i w obecności katalizatora). Do obliczeń wykorzystać równanie reakcji z instrukcji
2. Sporządzić wykres zależności $c_{\text{H}_2\text{O}_2} = f(t)$ dla wszystkich roztworów
3. Obliczyć $\ln V_{\text{KMnO}_4}$
4. Sporządzić wykres zależności $\ln V_{\text{KMnO}_4} = f(t)$ dla wszystkich roztworów
5. Wyznaczyć stałą szybkości reakcji, k metodą najmniejszych kwadratów i jej błąd standardowy
6. Sporządzić zbiorczy wykres zależności $\ln V_{\text{KMnO}_4} = f(t)$ dla wszystkich roztworów
7. Obliczyć czas połowicznej przemiany $\tau_{1/2}$ dla wszystkich roztworów
8. Sporządzić wykres $k = f(V_{\text{kat}})$. Wyciągnąć wnioski co do słuszności równania Ostwalda
9. Sporządzić wykres $V_{\text{KMnO}_4} = f(c_{\text{H}_2\text{O}_2})$ dla wszystkich roztworów w celu stwierdzenia czy równania (7) jest poprawne
10. Sporządzić wykres $V_{\text{KMnO}_4} = f(V_{\text{Kat}})$ dla czasu $t=20\text{min}$
11. Zamieścić wszystkie wzory do obliczeń
12. Wszystkie wyniki z obliczeń zamieścić w tabeli
13. Przeprowadzić dyskusję otrzymanych wyników i wyciągnąć wnioski (wyjaśnić ewentualne odstępstwa od prawa Ostwalda)

9. Stała szybkości rozkładu jonów trójszczawianomanganowych

1. Sporządzić wykres zależności absorbancji, A od długości fali, λ - $A = f(\lambda)$. Wyznaczyć λ dla max wartości absorbancji.
2. Sporządzić wykres zależności $A = f(t)$ dla 2 serii pomiarowych. Wyznaczyć czas połowicznej przemiany $\tau_{1/2}$ przy $A_0/2$
3. Obliczyć $\log A$ lub $\ln A$
4. Sporządzić wykres zależności $\log A = f(t)$ lub $\ln A = f(t)$ dla 2 serii pomiarowych. Objąć dlaczego przyjmujemy założenie, że $A_\infty = 0$. Objąć czy reakcja rozpadu szczawianu manganu jest reakcją I rzędu.
5. Wyznaczyć stałą szybkości reakcji, k oraz wartość A_0 metodą najmniejszych kwadratów i ich błędy standardowe
6. Obliczyć czas połowicznej przemiany, $\tau_{1/2}$ na podstawie wyznaczonych stałych szybkości reakcji.
Wyprowadzić wzór
7. Porównać czas połowicznej przemiany $\tau_{1/2}$ wyznaczony w punkcie 2 i obliczony w punkcie 6.
Obliczyć błąd %
8. Zamieścić wszystkie wzory do obliczeń
9. Otrzymane wyniki zestawić w tabeli
10. Przeprowadzić dyskusję uzyskanych wyników i wyciągnąć wnioski

10. Wyznaczenie współczynnika podziału kwasu octowego pomiędzy fazą wodną a organiczną

1. Obliczyć stężenie molowe CH_3COOH w roztworze wyjściowym, c_0
2. Obliczyć stężenie molowe CH_3COOH w wodnym roztworze po wytrząsaniu z rozpuszczalnikiem organicznym, $c_{\text{H}_2\text{O}}$
3. Obliczyć stężenie molowe CH_3COOH w rozpuszczalniku organicznym, c_{org}
4. Obliczyć współczynnik podziału, $K_N = c_{\text{org}} / c_{\text{H}_2\text{O}}$ i sformułować wnioski co do stanu cząsteczkowego CH_3COOH w fazach badanego układu
5. Obliczyć stopień dysocjacji CH_3COOH , α z uproszczonego prawa rozcieńczeń Ostwalda
6. Obliczyć stężenie niezdisocjowanego CH_3COOH w wodnym roztworze po wytrząsaniu z rozpuszczalnikiem organicznym, $c_{\text{H}_2\text{O}}^*$
7. Obliczyć współczynnik podziału, $K_N = c_{\text{org}} / c_{\text{H}_2\text{O}}^*$ i porównać z wartościami K_N obliczonymi w punkcie 4. Policzyc błąd %
8. Obliczyć udział procentowy CH_3COOH , który uległ ekstrakcji do warstwy organicznej (stopień ekstrakcji E)
9. Obliczyć $\log c_{\text{H}_2\text{O}}^*$ i $\log c_{\text{org}}$
10. Zamieścić wszystkie wzory do obliczeń
11. Wszystkie wyniki z obliczeń zamieścić w tabeli 2 (umieścić dodatkowe kolumny)
12. Sporządzić wykres $\log c_{\text{H}_2\text{O}}^* = f(\log c_{\text{org}})$ w celu stwierdzenia czy równania (8) i (9) opisują zadowalająco badany układ i wyciągnąć wnioski o ich stosowalności
13. W przypadku stwierdzenia stosowalności równania (9) należy korzystając z metody najmniejszych kwadratów (regresji liniowej) wyznaczyć współczynnik podziału, K_N i liczbę cząsteczek CH_3COOH tworzących asocjaty w fazie organicznej, n oraz ich błędy standardowe.
14. Porównać wyznaczoną wartość K_N ze średnią wartością K_N obliczoną w punkcie 7. Obliczyć błąd %
15. Przeprowadzić dyskusję uzyskanych wyników i wyciągnąć wnioski

11. Wyznaczenie stałej szybkości reakcji utleniania jonów tiosiarczanowych jonami żelaza(III)

1. Obliczyć stężenie jonów Fe^{3+} w sporządzonych roztworach, $c_{\text{Fe}^{3+}}$
2. Sporządzić wykres zależności absorbancji od stężenia jonów Fe^{3+} , $A = f(c_{\text{Fe}^{3+}})$ – krzywa wzorcowa dla roztworów $\text{Fe}(\text{SCN})_3$
3. Obliczyć dla każdego czasu aktualne stężenie jonów Fe^{3+} ($c_{\text{Fe}^{3+}} = b - x$) (skorzystać z równania wyznaczonego dla krzywej wzorcowej metodą najmniejszych kwadratów)
4. Obliczyć dla każdego czasu aktualne stężenie jonów tiosiarczanowych $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ ($c_{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}} = a - x$)
5. Obliczyć wartość średnią stałej szybkości dla reakcji bez katalizatora (k) i z katalizatorem (k') – równanie (21) z instrukcji
6. Sporządzić wykres zależności $\log \frac{b(a-x)}{a(b-x)} = f(t)$ – przekształcone równanie (21) z instrukcji i wyznaczyć stałą szybkości dla reakcji bez katalizatora (k) i z katalizatorem (k') metodą najmniejszych kwadratów. Obliczyć błąd standardowy k i k' .
7. Porównać stałe szybkości reakcji obliczone w punkcie 5 i wyznaczone w punkcie 6. Obliczyć błąd %
8. Obliczyć stężenie jonów miedzi, $c_{\text{Cu}^{2+}}$ (katalizatora reakcji)
9. Obliczyć dla każdego czasu stężenie produktów dla reakcji bez katalizatora (x) i z katalizatorem (x')
10. Sporządzić dla obu reakcji wykres zależności stężenia produktów od czasu jej trwania, $x = f(t)$
12. Zamieścić wszystkie wzory do obliczeń
12. Otrzymane wyniki zestawić w tabeli
13. Przeprowadzić dyskusję uzyskanych wyników i wyciągnąć wnioski. Omówić wpływ dodatku jonów miedzi(II) do mieszaniny reakcyjnej na szybkość przeprowadzanej reakcji

12. Konduktometria – przewodnictwo elektrolitów mocnych i słabych

1. Wyznaczyć stałą naczynka konduktometrycznego na podstawie pomiarów przewodnictwa roztworów wzorcowych KCl o różnych stężeniach molowych
2. Obliczyć stężenie molowe CH_3COOH w roztworze wyjściowym
3. Obliczyć przewodnictwo właściwe, κ oraz przewodnictwo molowe, Λ_m roztworów CH_3COOH (wzory 2 i 4 z instrukcji)
4. Sporządzić wykres zależności $\kappa = f(c)$ dla roztworów CH_3COOH
5. Sporządzić wykres zależności $\Lambda_m = f(c)$ dla roztworów CH_3COOH
6. Obliczyć odwrotność przewodnictwa molowego ($1/\Lambda_m$) oraz iloczyn $c \cdot \Lambda_m$
7. Sporządzić wykres zależności $1/\Lambda_m = f(c \cdot \Lambda_m)$. Wyjaśnić dlaczego wykres umożliwia wyznaczenie granicznego przewodnictwa molowego $\Lambda_m^0 \text{CH}_3\text{COOH}$
8. Wyznaczyć graniczne przewodnictwo molowe, Λ_m^0 i stałą dysocjacji K dla CH_3COOH metodą najmniejszych kwadratów i ich błędy standardowe. Porównać z wartościami tablicowymi. Obliczyć błędy %
9. Obliczyć stopień dysocjacji α (korzystając z wartości Λ_m oraz Λ_m^0) dla poszczególnych roztworów CH_3COOH . Obliczyć błąd procentowy metodą pochodnej logarytmicznej.
10. Obliczyć stałą dysocjacji K z prawa rozcieńczeń Ostwalda dla poszczególnych roztworów CH_3COOH . Obliczyć błąd bezwzględny metodą różniczki zupełnej.
11. Sporządzić wykres zależności $\alpha = f(c)$ i $\alpha = f(\sqrt{c})$ oraz $K = f(c)$
12. Obliczyć średnią wartość stałej dysocjacji K oraz porównać ją z wartością tablicową. Obliczyć błąd %
13. Obliczyć stężenie molowe HCl w roztworze wyjściowym
14. Obliczyć przewodnictwo właściwe, κ oraz przewodnictwo molowe, Λ_m dla roztworów HCl (wzory 2 i 4 z instrukcji)
15. Sporządzić wykres zależności $\kappa = f(c)$ dla roztworów HCl
16. Sporządzić wykres zależności $\Lambda_m = f(c)$ dla roztworów HCl
17. Obliczyć \sqrt{c} dla roztworów wyjściowych HCl
18. Sporządzić wykres zależności $\Lambda_m = f(\sqrt{c})$ dla roztworów HCl. Wyjaśnić dlaczego wykres umożliwia wyznaczenie granicznego przewodnictwa molowego mocnego elektrolitu
19. Wyznaczyć graniczne przewodnictwo molowe, Λ_m^0 dla roztworów HCl metodą najmniejszych kwadratów i ich błąd standardowy. Porównać z wartością tablicową. Obliczyć błąd %
20. Przeprowadzić obliczenia dla roztworów NaCl i CH_3COONa (punkty 13-19).

21. Obliczyć graniczne przewodnictwo molowe, Λ_m^0 dla roztworu CH_3COOH na podstawie wyznaczonych doświadczalnie wartości granicznego przewodnictwa molowego, Λ_m^0 dla roztworów HCl , NaCl oraz CH_3COONa . Porównać z wartością wyznaczoną w punkcie 8. Obliczyć błąd %.
22. Obliczyć graniczne przewodnictwo molowe, Λ_m^0 dla roztworu CH_3COOH na podstawie danych literaturowych (tablicowych) wartości granicznego przewodnictwa molowego, Λ_m^0 dla roztworów HCl , NaCl oraz CH_3COONa (prawo Kohlrauscha). Porównać z wartością wyznaczoną w punkcie 21. Obliczyć błąd %
23. W przypadku wykonania 10 lub więcej pomiarów dla wybranych roztworów podzielić je na 2 serie pomiarowe: 5 i 10 lub więcej pomiarów. Obliczyć przedziały ufności dla dwóch poziomów ufności 95 i 99,9%. Skorzystać z tablicy rozkładu t-Studenta. Sformułować wnioski
24. Zamieścić wszystkie wzory do obliczeń
25. Otrzymane wyniki zestawić w tabeli
26. Przeprowadzić dyskusję uzyskanych wyników i wyciągnąć wnioski

14. Entalpia zobojętniania

1. Dla wszystkich eksperymentów wykreślić krzywe zależności temperatury (T , K) w funkcji czasu (t): $T = f(t)$ - biegi termometru. Zaznaczyć graficznie (za pomocą stycznych poprowadzonych w odpowiednich miejscach) okres początkowy, główny i końcowy. Szczególną uwagę należy zwrócić na punkty pomiędzy okresami głównym i końcowym – w wątpliwych przypadkach należy włączyć część pomiarów okresu końcowego do okresu głównego.

2. Obliczyć pojemność cieplną układu kalorymetrycznego, $c_{układu}$ (stałą kalorymetru K) napełnionego wodą destylowaną (K_{H_2O}) lub NaOH (K_{NaOH}), wykorzystując zależność (1):

$$K = \frac{U \cdot I \cdot t}{\Delta T + \sum v} \quad (1)$$

gdzie: K – stała kalorymetru (pojemność cieplna układu, $c_{układu}$); U – napięcie w obwodzie grzałki (V); I – natężenie prądu w obwodzie grzałki (A); t – czas pracy grzałki (sek.); ΔT – przyrost temperatury w czasie pomiaru ($^{\circ}C$); $\sum v$ – poprawka na promieniowanie, obliczona na podstawie zależności (2):

$$\sum v = v_0 + (n - 1) \times v \quad (2)$$

gdzie: $v_0 = \frac{T_0^1 - T_0^2}{n_0}$; $v = \frac{T_n^1 - T_n^2}{n_K}$; T_0^1 i T_0^2 – temperatury: początkowa i końcowa okresu początkowego; T_n^1 i T_n^2 – temperatury: początkowa i końcowa okresu końcowego; n_0 – liczba odczytów temperatury w okresie początkowym; n_K – liczba odczytów temperatury w okresie końcowym; n – liczba odczytów temperatury w okresie głównym.

3. Obliczyć za pomocą zależności (3) zmianę molowego ciepła rozcieńczenia (entalpii) kwasu (zasady) - $\Delta H_{rozcz.}$:

$$\Delta H_{rozcz.} = \frac{-K_{H_2O} \cdot (\Delta T + \sum v)}{n_{kw}} \quad (3)$$

gdzie: K_{H_2O} – pojemność cieplna układu kalorymetrycznego napełnionego wodą (kJ/K); ΔT – przyrost temperatury w czasie pomiaru ($^{\circ}C$); $\sum v$ – poprawka na promieniowanie, obliczona na podstawie wzoru (2) podanego powyżej; n_{kw} – liczba moli kwasu użyta w doświadczeniu.

4. W podobny sposób obliczyć zmianę molowego ciepła reakcji zobojętniania (entalpii) kwasu zasadą - ΔH_{zoboj} . W tym celu wykorzystać zależność (3), podstawiając odpowiednie przyrosty temperatury, ilości moli użytego kwasu w eksperymencie oraz pojemność cieplną układu napełnionego mocną zasadą NaOH (K_{NaOH}).
5. Obliczyć bezwzględny błąd maksymalny wyznaczonej wartości stałej kalorymetru K oraz ΔH , stosując metodę różniczki zupełnej i/lub pochodnej logarytmicznej. Dla uproszczenia obliczeń pominąć poprawkę na promieniowanie. Błędy jakich wielkości mają największy wpływ na obliczony błąd maksymalny?
6. Porównać otrzymane wartości entalpii rozcieńczenia i zobojętniania badanego kwasu z danymi dostępnymi w literaturze i na tej podstawie obliczyć względny błąd procentowy wyznaczania poszczególnych ciepł.
7. Przeprowadzić dyskusję otrzymanych wyników, zwracając uwagę na źródła i wielkość błędów, założenia upraszczające metody oraz jej przydatność. Określić kierunek przepływu ciepła i znak entalpii.

15. Kinetyka inwersji sacharozy

Wersja I

1. Obliczyć stężenie c [%wag] podstawowego roztworu sacharozy (gęstość $d=1,0381\text{g/cm}^3$).
2. Obliczyć stężenie c [g/100cm³ roztworu] podstawowego roztworu sacharozy
3. Obliczyć średnie wartości kąta skręcenia płaszczyzny polaryzacji $\bar{\alpha}_1$, $\bar{\alpha}_2$ i $\bar{\alpha}_3$
4. Obliczyć wartości kąta skręcenia płaszczyzny polaryzacji dla znanego i nieznanego roztworu:
 $\alpha = \bar{\alpha}_2 - \bar{\alpha}_1$ oraz $\alpha_x = \bar{\alpha}_3 - \bar{\alpha}_1$
5. Z równania (7) z instrukcji obliczyć skręcalność właściwą sacharozy $[\alpha]$ dla znanego roztworu [1^o·cm³/dm·g]. Porównać z wartością literaturową i obliczyć błąd względny %.
6. Obliczyć stężenie nieznanego roztworu sacharozy c_x [g/100 cm³ roztworu] z wzoru :

$$c_x = \frac{\alpha_x}{\alpha} c \quad (1)$$

7. Obliczyć niepewności pomiarowe mierzonych wielkości kąta skręcenia (niepewność typu A dla odpowiednich średnich kątów) - $u_a(\bar{\alpha}_1)$, $u_a(\bar{\alpha}_2)$ i $u_a(\bar{\alpha}_3)$. Dlaczego można zaniedbać niepewność typu B dla mierzonego kąta skręcenia?
8. Niepewności kątów skręcenia $u(\alpha)$ i $u(\alpha_x)$, pomiarów stężeń $u(c)$ i $u(c_x)$ oraz skręcalności właściwej $u([\alpha])$ obliczyć korzystając z prawa przenoszenia niepewności. Należy pamiętać o zamianie niepewności maksymalnych Δ na niepewności standardowe wg zależności $u(x)=\Delta x/\sqrt{3}$.
9. Wyniki obliczeń zapisać w Tabeli 1.
10. Obliczyć wartość kąta skręcenia α_∞ z wzoru:

$$\alpha_\infty = -\alpha_0 \cdot (0,440 - 0,005 \cdot T) \quad (2)$$

gdzie: T – temperatura pomiaru (otoczenia) w °C.

11. Obliczyć wartość średnią kąta skręcenia, $\bar{\alpha}_t$
12. Wykreślić zależność $\bar{\alpha}_t = f(t)$
13. Wyznaczyć szybkość reakcji v [°/min] w kolejnych odstępach czasu, $\Delta\bar{\alpha}_t / \Delta t$
14. Wykreślić zależność $v = f(t)$
15. Wykreślić zbiorczą zależność $v = f(t)$ dla wszystkich roztworów
16. Wykreślić zależność $\ln \frac{\alpha_0 - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty} = f(t)$
17. Z wykresu sporządzonego w punkcie 14 wyznaczyć metodą najmniejszych kwadratów stałą szybkości, k oraz jej błąd standardowy.
18. Porównać wyznaczoną w punkcie 15 stałą szybkości k z wartością średnią, $k_{\text{śred}}$. (Tabela 2).
Obliczyć błąd względny %.
19. Obliczyć czas połowicznego rozpadu, τ

20. Wykreślić zbiorczą zależność $\ln \frac{\alpha_0 - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty} = f(t)$ dla wszystkich roztworów

21. Obliczyć stężenie molowe katalizatora (HCl), c_{kat} dla 3 wybranych roztworów, a następnie sprawdzić, czy zachodzi równość:

$$k = \frac{k_2}{c_{kat2}} = \frac{k_3}{c_{kat3}} = \frac{k_4}{c_{kat4}} \quad (3)$$

22. Wyniki obliczeń zapisać w Tabeli 2.

23. Na podstawie otrzymanych wyników sformułować wnioski i skomentować wpływ katalizatora na szybkość reakcji chemicznej oraz przyczyny ewentualnych odstępstw w równaniu (3)

Tabela 1.

Pomiar Nr	Woda destylowana				Znany roztwór						Nieznany roztwór			
	α_1 L	α_1 P	$\bar{\alpha}_1$	u_a $(\bar{\alpha}_1)$	α_2 L	α_2 P	$\bar{\alpha}_2$	u_a $(\bar{\alpha}_2)$	$[\alpha]$	u $([\alpha])$	α_3 L	α_3 P	$\bar{\alpha}_3$	u_a $(\bar{\alpha}_3)$
1														
2														
3														
4														
5														
Kąt skręcenia [°]					$\alpha = \bar{\alpha}_2 - \bar{\alpha}_1 =$						$\alpha_x = \bar{\alpha}_3 - \bar{\alpha}_1 =$			
Niepewność kąta skręcenia					$u(\alpha) =$						$u(\alpha_x) =$			
Stężenia roztworów [g/cm ³]					$c =$						$c_x =$			
Niepewność stężeń roztworów [g/cm ³]					$u(c) =$						$u(c_x) =$			

W Tabeli 1 wszystkie kąty skręcenia podać w stopniach (°), a skręcalność właściwą $[\alpha]$ w jednostce $[1^\circ \cdot \text{cm}^3 / \text{dm} \cdot \text{g}]$

Długość rurki polarymetrycznej $l = \dots\dots\dots$ cm

Niepewność wyznaczenia długości rurki (dokładność linijki) Δl [cm] = $\dots\dots\dots$

Niepewność wyznaczenia masy sacharozy (dokładność wagi) Δm [g] = $\dots\dots\dots$

Niepewność pomiaru objętości cieczy (dokładność kolby miarowej lub menzurki)

$$\Delta V [\text{cm}^3] = \dots\dots\dots$$

Tabela 2.

Czas pomiaru [min]	$\alpha_t [^\circ]$ L	$\alpha_t [^\circ]$ P	$\bar{\alpha}_t [^\circ]$	$\nu = \Delta \bar{\alpha}_t / \Delta t [^\circ/\text{min}]$	$\alpha_0 - \alpha_\infty [^\circ]$	$\alpha_t - \alpha_\infty [^\circ]$	$\ln \frac{\alpha_0 - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty}$	Stała szybkości k [min ⁻¹]
0								
5								
10								
15								
20								
25								
30								
35								
40								
45								
50								
55								
60								
$\alpha_0 [^\circ] =$			$\alpha_\infty [^\circ] =$		$\tau [\text{min}] =$		$k_{\text{śred}} [\text{min}^{-1}]$	

Wersja II

1. Obliczyć stężenie c [%wag] podstawowego roztworu sacharozy (przyjąć do obliczeń gęstość $d = 1,0381 \text{ g/cm}^3$).
2. Obliczyć wartość średnią kąta skręcenia $\bar{\alpha}$ dla wody destylowanej i roztworu sacharozy
3. Wyniki obliczeń zapisać w Tabeli 1.
4. Wykreślić zależność średniego kąta skręcenia od stężenia roztworu sacharozy c [$\text{g}/100\text{cm}^3$],
 $\bar{\alpha} = f(c)$
5. Wyznaczyć stężenie nieznanego roztworu sacharozy c_x z wykresu $\bar{\alpha} = f(c)$
6. Wykorzystując metodę najmniejszych kwadratów obliczyć skręcalność właściwą sacharozy, $[\alpha]$ [$1^\circ \cdot \text{cm}^3/\text{dm} \cdot \text{g}$] i jej błąd standardowy.
7. Porównać obliczoną skręcalność właściwą sacharozy z wartością literaturową i obliczyć błąd względny %.
8. Obliczyć wartość kąta skręcenia α_∞ z wzoru:

$$\alpha_\infty = -\alpha_0 \cdot (0,440 - 0,005 \cdot T) \quad (1)$$

gdzie: T – temperatura pomiaru (otoczenia) w $^\circ\text{C}$.

9. Obliczyć wartość średnią kąta skręcenia, $\bar{\alpha}_t$
10. Wyznaczyć szybkość reakcji v [$^\circ/\text{min}$] w kolejnych odstępach czasu, $\Delta\bar{\alpha}_t / \Delta t$
11. Wykreślić zależność $v = f(t)$
12. Wykreślić zbiorczą zależność $v = f(t)$ dla wszystkich roztworów
13. Wykreślić zależność $\ln \frac{\alpha_0 - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty} = f(t)$
14. Z wykresu sporządzonego w punkcie 10 wyznaczyć metodą najmniejszych kwadratów stałą szybkości, k oraz jej błąd standardowy.
15. Porównać wyznaczoną w punkcie 11 stałą szybkości k z wartością średnią, $k_{\text{śred}}$. (Tabela 2).
Obliczyć błąd względny %.
16. Wykreślić zbiorczą zależność $\ln \frac{\alpha_0 - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty} = f(t)$ dla wszystkich roztworów
17. Obliczyć stężenie molowe katalizatora (HCl), c_{kat} dla wszystkich roztworów, a następnie sprawdzić, czy zachodzi równość:

$$k = \frac{k_2}{c_{\text{kat}2}} = \frac{k_3}{c_{\text{kat}3}} = \frac{k_4}{c_{\text{kat}4}} \quad (2)$$

18. Wyniki obliczeń zapisać w Tabeli 2.
19. Na podstawie otrzymanych wyników sformułować wnioski i skomentować wpływ katalizatora na szybkość reakcji chemicznej oraz przyczyny ewentualnych odstępstw w równaniu (2)

Tabela 1.

Badana ciecz	Kąt skręcenia α [°]						
	Lewa			Prawa			Wartość średnia, $\bar{\alpha}$ [°]
	1	2	3	1	2	3	
Woda destylowana							
Roztwór sacharozy c [g/100 cm ³]							
2							
4							
6							
8							
10							
$c_x =$ [g/100 cm ³]							

Tabela 2.

Czas pomiaru [min]	α_t [°] L	α_t [°] P	$\bar{\alpha}_t$ [°]	$v = \Delta \bar{\alpha}_t / \Delta t$ [°/min]	$\alpha_0 - \alpha_\infty$ [°]	$\alpha_t - \alpha_\infty$ [°]	$\ln \frac{\alpha_0 - \alpha_\infty}{\alpha_t - \alpha_\infty}$	Stała szybkości k [min ⁻¹]
0								
5								
10								
15								
20								
25								
30								
35								
40								
45								
50								
55								
60								
α_0 [°] =			α_∞ [°] =		τ [min] =		$k_{\text{śred}}$ [min ⁻¹]	

Opracował: dr inż. Jarosław Dąbek (20.02.2016r.)