

**Ćwiczenia laboratoryjne z przedmiotu nauczania:
„Chemia Ogólna i Nieorganiczna”
dla studentów I roku Kierunku Farmacja**

*Instrukcja wykonania ćwiczenia nr 3:
Kwasy i zasady*

Opracowanie:
dr n. farm. Małgorzata Fabijańska

Łódź 2022

Przebieg ćwiczenia

1. Przewodzenie prądu jako kryterium podziału substancji na elektrolity i nieelektrolity

Wszystkie substancje chemiczne można sklasyfikować jako elektrolity i nieelektrolity. Elektrolity są to przede wszystkim związki nieorganiczne: sole, kwasy, zasady, które posiadają wiązania jonowe lub kowalencyjne spolaryzowane. Elektrolity, w zależności od ich mocy, w większym lub mniejszym stopniu rozpadają się w wodzie (lub innym rozpuszczalniku) na jony, co umożliwia im roztworom przewodzenie prądu elektrycznego. Nieelektrolity to w większości substancje organiczne, które nie przewodzą prądu elektrycznego, gdyż nie zawierają jonów odpowiedzialnych za jego przepływ.

Celem doświadczenia jest określenie przynależności wybranych substancji chemicznych do grupy elektrolitów lub nieelektrolitów na podstawie zdolności lub braku przewodzenia prądu elektrycznego.

Odczynniki, sprzęt, aparatura

- ✓ Zlewka
- ✓ Naczynie szklane
- ✓ Roztwór 2 mol/L kwasu octowego (CH_3COOH)
- ✓ Roztwór 2 mol/L amoniaku ($\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)
- ✓ Roztwór 1,5 mol/L kwasu siarkowego (H_2SO_4)
- ✓ Roztwór 0,1 mol/L wodorotlenku potasu (KOH)
- ✓ Roztwór 0,1 mol/L octanu amonu ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$)
- ✓ Roztwór 0,1 mol/L jodku potasu (KI)
- ✓ Roztwór 0,1 mol/L azotanu sodu (NaNO_3)
- ✓ Roztwór 0,1 mol/L węglanu sodu (Na_2CO_3)
- ✓ Roztwór 0,1 mol/L azotanu cynku ($\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$)
- ✓ Roztwór wodny gliceryny (w stosunku objętościowym 10:1)
- ✓ Roztwór 0,1 mol/L sacharozy
- ✓ Toluen
- ✓ Gliceryna
- ✓ Woda destylowana
- ✓ Woda wodociągowa
- ✓ Aparat do oznaczania przewodności elektrycznej roztworów
- ✓ Tryskawka z wodą destylowaną
- ✓ Papierek uniwersalny
- ✓ Bibuła
- ✓ Cylinder miarowy

Wykonanie doświadczenia

- Za pomocą papierka uniwersalnego zmierzyć pH roztworów wymienionych w tabeli 1 i zanotować w zeszycie laboratoryjnym (tabelę 1 należy przerysować).
- Za pomocą aparatu do oznaczania przewodności elektrycznej roztworów ocenić przewodzenie prądu każdej z badanych substancji. W tym celu do szklanego naczynia wlać badany roztwór (do zaznaczonej na ścianie naczynia linii), zanurzyć elektrody.
- W czasie doświadczenia obserwować świecenie (lub brak świecenia) diody. Obserwacje zanotować w zeszycie laboratoryjnym w tabeli stosując oznaczenia:
 - Dioda świeci mocno – przewodzi prąd dobrze (+)
 - Dioda świeci słabo – przewodzi prąd słabo (+/-)
 - Dioda nie świeci – nie przewodzi prądu (-)
- Po każdym doświadczeniu elektrody przemyć wodą destylowaną i osuszyć bibułą.

- W zeszycie laboratoryjnym zapisać wykonywane czynności, obserwacje oraz wnioski z doświadczenia.
Na podstawie obserwacji odpowiedzieć na pytania:
 - Jakie jest kryterium przynależności danej substancji do elektrolitów bądź też do nieelektrolitów?
 - Dlaczego o woda destylowana nie przewodzi prądu, a woda wodociągowa przewodzi prąd?

Lp.	Badany roztwór	Odczytane pH	Przewodność elektryczna: (+) (+/-) (-)	<u>Wniosek:</u> elektrolit słaby elektrolit nieelektrolit
1	woda destylowana			
2	woda wodociągowa			
3	toluen	nie mierzyć		
4	roztwór cukru 0,1 mol/L			
5	gliceryna			
6	gliceryna + H ₂ O (10+1)			
7	CH ₃ COOH 2 mol/L			
8	NH ₃ ·H ₂ O 2 mol/L			
9	NH ₃ · H ₂ O 2 mol/L i CH ₃ COOH 2 mol/L			
10	H ₂ SO ₄ 1,5 mol/L			
11	KOH 0,1 mol/L			
12	CH ₃ COONH ₄ 0,1 mol/L			
13	KI 0,1 mol/L			
14	NaNO ₃ 0,1 mol/L			
15	Na ₂ CO ₃ 0,1 mol/L			
16	Zn(NO ₃) ₂ 0,1 mol/L			

Tabela 1: Wartości pH i przewodności elektrycznej zbadanej w doświadczeniu 1

2. Badanie wpływu rozpuszczalnika na dysocjację związków

Celem ćwiczenia jest porównanie przewodzenia prądu przez przygotowane roztwory.

Odczynniki, sprzęt, aparatura

- ✓ Naczynie szklane
- ✓ Toluen nasycony chlorowodem
- ✓ Roztwór 0,3mol/L kwasu solnego (HCl)
- ✓ Węglan wapnia stały (CaCO₃)
- ✓ Cylinder miarowy
- ✓ Aparat do mierzenia przewodności elektrycznej

Wykonanie doświadczenia

- Do zlewki wlać toluen nasycony gazowym chlorowodorem (do zaznaczonej na ściance naczynia linii), zmierzyć przewodnictwo roztworu;
- Do tego samego naczynia wrzucić CaCO_3 (stały), ponownie zmierzyć przewodnictwo roztworu;
- Do czystej zlewki wlać roztwór kwasu solnego (do zaznaczonej na ściance naczynia linii), zmierzyć przewodnictwo roztworu;
- Do tego samego naczynia dodać węglan wapnia (CaCO_3 stały), zmierzyć przewodnictwo roztworu.
- W zeszycie laboratoryjnym zapisać w tabeli (Tabela 2) zanotować wykonywane czynności, obserwacje i zapisać równania zachodzących reakcji. Oznaczenia do tabeli:
 - Dioda świeci mocno – przewodzi prąd dobrze (+)
 - Dioda świeci słabo – przewodzi prąd słabo (+/-)
 - Dioda nie świeci – nie przewodzi prądu (-)
- Na podstawie obserwacji odpowiedzieć na pytania:
 - Jaki wpływ na dysocjację związków polarnych: kwasów, zasad i soli wywierają następujące rozpuszczalniki : a) toluen (rozpuszczalnik niepolarny) b) woda (rozpuszczalnik polarny)?
 - Dlaczego wodny roztwór kwasu solnego HCl jest mocnym elektrolitem a roztwór HCl w toluenie nie posiada tych właściwości?

Roztwór	Przewodzenie prądu	Równanie reakcji (jeśli zachodzi)
HCl w toluenie		
HCl w toluenie + CaCO_3		
HCl aq 0,3 mol/L		
HCl aq 0,3 mol/L + CaCO_3		

Tabela 2: Porównanie przewodności roztworów

3. Badanie wpływu temperatury na dysocjację

Stopień dysocjacji elektrolitu w roztworze wodnym zależy od: rodzaju elektrolitu, stężenia roztworu (rośnie wraz z rozcieńczaniem roztworu), natury rozpuszczalnika (od jego stałej dielektrycznej), obecności innych substancji w roztworze oraz nieznacznie również od temperatury. Celem doświadczenia jest ocena wpływu temperatury na szybkość dysocjacji wybranej soli.

Odczynniki, sprzęt, aparatura

- ✓ Probówka wysoka, duża
- ✓ Naczynie szklane
- ✓ Roztwór 0,005 mol/L chlorku kadmu (CdCl_2)
- ✓ Łapa drewniana
- ✓ Łażnia wodna

Wykonanie doświadczenia

Zbadać przewodnictwo prądu w roztworze CdCl_2 o stężeniu 0,005 mol/L w temperaturze pokojowej oraz w 50°C i 90°C. Porównać przewodnictwo prądu przez roztwory przygotowane w następujący sposób:

- Do szklanego naczynia wlać roztwór chlorku kadmu, zmierzyć przewodnictwo roztworu.
- Następnie roztwór CdCl_2 przelać do dużej probówki i podgrzać w łaźni wodnej do temperatury 50 °C.
- Roztwór ponownie wlać do szklanego naczynia i zmierzyć przewodnictwo prądu w roztworze.

- Następnie roztwór CdCl_2 przelać do dużej probówki i podgrzać w łaźni wodnej do temperatury $90\text{ }^\circ\text{C}$ (do wyjęcia probówki z łaźni używamy łapy drewnianej).
- Roztwór wlać do szklanego naczynia i zmierzyć przewodnictwo prądu w roztworze.
- W zeszycie laboratoryjnym zapisać wykonywane czynności, obserwacje i odpowiedzieć na pytanie: czy wzrost temperatury wpływa na dysocjację elektrolitów?

4. Porównanie mocy kwasów

W zależności od stopnia dysocjacji elektrolity dzielimy na elektrolity mocne, średniej mocy i elektrolity słabe. Celem ćwiczenia jest porównanie mocy kwasów na podstawie intensywności zabarwienia wskaźnika kwasowo-zasadowego.

a. Doświadczenie I

Odczynniki, sprzęt, aparatura

- ✓ Probówka (2 sztuki)
- ✓ Roztwór $0,1\text{ mol/L}$ węglanu sodu (Na_2CO_3)
- ✓ Roztwór 2 mol/L kwasu solnego (HCl)
- ✓ Roztwór 2 mol/L kwasu octowego (CH_3COOH)

Wykonanie doświadczenia

- Do dwóch probówek wprowadzić po 10 kropli roztworu węglanu sodu o stężeniu $0,1\text{ mol/L}$.
- Do probówki nr 1 dodać 10 kropli roztworu kwasu solnego (HCl) o stężeniu 2 mol/L , do probówki nr 2 – roztworu kwasu octowego (CH_3COOH) o stężeniu 2 mol/L .
- W zeszycie laboratoryjnym zanotować wykonywane czynności, obserwacje i zapisać równania zachodzących reakcji.
- Na podstawie otrzymanych wyników uszeregować kwasy według wzrastającej mocy.

b. Doświadczenie II

Odczynniki, sprzęt, aparatura

- ✓ Probówka (2 sztuki)
- ✓ Roztwór $0,01\text{ mol/L}$ kwasu solnego (HCl)
- ✓ Roztwór $0,01\text{ mol/L}$ kwasu octowego (CH_3COOH)
- ✓ Roztwór oranżu metylowego
- ✓ Woda destylowana
- ✓ Cylinder miarowy

Wykonanie doświadczenia

- Do dwóch probówek wlać po 2 mL wody destylowanej i dodać po 2 krople roztworu oranżu metylowego. W dzienniku laboratoryjnym zanotować barwę roztworu.
- Do probówki nr 1 dodać 1 kroplę roztworu kwasu solnego o stężeniu $0,01\text{ mol/L}$, a do probówki nr 2, licząc krople, dodawać roztwór kwasu octowego o stężeniu $0,01\text{ mol/L}$ w takiej ilości, aby roztwór miał taką samą barwę jak roztwór w probówce nr 1.
- W zeszycie laboratoryjnym zanotować wykonywane czynności, obserwacje i zapisać równania reakcji kwasów HCl i CH_3COOH wg teorii Brönsteda.
- Dlaczego użyto większą ilość roztworu kwasu octowego w celu uzyskania takiej samej barwy wskaźnika?

5. Określanie pH roztworów za pomocą wskaźników

Odczynniki, sprzęt aparatura

- ✓ Probówka (4 sztuki)
- ✓ Roztwór błękitu bromofenolowego
- ✓ Roztwór zieleni malachitowej
- ✓ Roztwór błękitu tymolowego
- ✓ Roztwór czerwieni alizarynowej
- ✓ Roztwór 1 mol/L kwasu octowego (CH_3COOH)
- ✓ Roztwór 0,01 mol/L kwasu octowego (CH_3COOH)
- ✓ Papierki uniwersalne
- ✓ Cylinder miarowy, pipeta automatyczna

Wykonanie doświadczenia

- Do dwóch probówek dodać po 1 mL 1 mol/L CH_3COOH , następnie do probówki nr 1 dodać 2 krople roztworu błękitu bromofenolowego, a do probówki nr 2, 2 krople roztworu zieleni malachitowej.
- W zeszycie laboratoryjnym w tabeli (Tabela 3) zanotować barwy roztworów po dodaniu wskaźników.
- Na podstawie zabarwienia roztworu w obu probówkach określić przybliżoną wartość pH badanego roztworu. Niezbędne do tego będzie skorzystanie z Tabeli 4, pokazującej zmiany barwy wskaźników przy różnym pH.
- Analogicznie postępować z roztworem 0,01 mol/L CH_3COOH , dodając do probówek wskaźniki zgodnie z Tabelą 3.
- Obliczyć stopień dysocjacji i stałą dysocjacji dla obu stężeń kwasu octowego. Dokładne wartości pH roztworów kwasu octowego, niezbędne do obliczeń, podano w Tabeli 5.
 - Ze stężeń jonów oksoniowych, które wyliczamy ze wzoru na pH, oraz stężeń molowego kwasu octowego, obliczyć stopień dysocjacji kwasu octowego w roztworach o różnych stężeniach. Wyniki wpisać do tabeli (Tabela 5) w zeszycie laboratoryjnym.

$$\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+] \quad \alpha = \frac{[\text{H}_3\text{O}^+]}{C}$$

- Korzystając z prawa rozcieńczeń Ostwalda obliczyć wartość stałej dysocjacji dla roztworów kwasu octowego o stężeniu 1 mol/L i 0,01 mol/L. Wyniki wpisać do tabeli (Tabela 5) w zeszycie laboratoryjnym.

$$K = \frac{\alpha^2 c_0}{1 - \alpha}$$

- Odpowiedz na pytania:
 - Czy można skorzystać ze wzoru uproszczonego?
 - Czy stopień i stała dysocjacji elektrolitu zależą od stężenia elektrolitu?

Roztwór badany	Barwa roztworu		Przybliżona wartość pH
	z błękitem bromofenolowym	z zielenią malachitową	
CH_3COOH 1 mol/L			
CH_3COOH 0,01 mol/L	z błękitem tymolowym	z czerwienią alizarynową	

Tabela 3: Barwy roztworów po dodaniu wskaźników

Nazwa wskaźnika	Barwy skrajne wskaźnika w roztworach		Zakres pH, w którym następuje zmiana barwy
Błękit bromofenolowy	Żółta	Fioletowa	3,0-4,6
Błękit bromotymolowy	Żółta	Niebieska	6,0-7,6
Błękit tymolowy	Czerwona	Żółta	1,2-2,8
Czerwień alizarynowa	Żółta	Fioletowa	3,7-5,2
Czerwień fenolowa	Żółta	Czerwona	6,8-8,4
Czerwień krezolowa	Żółta	Czerwona	7,2-8,8
Czerwień metylowa	Czerwona	Żółta	4,2-6,3
Fenoloftaleina	Bezbarwna	Amarantowa	8,3-10,0
Tymoloftaleina	Bezbarwna	Niebieska	9,4-10,6
Lakmus	Czerwona	Niebieska	5,0-8,0
Oranż metylowy	Czerwona	Żółta	3,1-4,4
Purpura bromokrezolowa	Żółta	Purpurowa	5,2-6,8
Zieleń malachitowa	Żółta	Zielono-niebieska	0,1-1,8
Żółcień alizarynowa R	Żółta	Brunatna	10,0-12,1

Tabela 4: Zakres wartości pH roztworów w zależności od rodzaju zastosowanego wskaźnika i koloru roztworu

Całkowite stężenie kwasu	pH	[CH ₃ COO ⁻] i [H ₃ O ⁺]	[CH ₃ COOH]	Stopień dysocjacji	Stała dysocjacji
CH ₃ COOH 1 mol/L	2,35				
CH ₃ COOH 0,01 mol/L	3,35				

Tabela 5: Obliczone wartości stężeń, stopni dysocjacji i stałej dysocjacji

6. Wpływ soli słabego kwasu i mocnej zasady na dysocjację słabego kwasu

Proces dysocjacji słabych kwasów jest procesem odwracalnym. Część otrzymanych jonów ponownie łączy się w cząsteczki. Ustala się stan równowagi, w którym tyle samo cząsteczek rozpada się w jednostce czasu na jony, ile ich powstaje w wyniku łączenia się jonów. Ćwiczenie ma na celu określenie wpływu soli słabego kwasu na przesunięcie równowagi procesu dysocjacji tegoż kwasu.

Odczynniki, sprzęt aparatura

- ✓ Probówka (2 sztuki)
- ✓ Roztwór 0,1 mol/L kwasu octowego (CH₃COOH)
- ✓ Stały octan sodu (CH₃COONa)
- ✓ Szpatułko-łyżeczka
- ✓ Vortex

Wykonanie doświadczenia

- Do dwóch probówek wprowadzić po ok. 15 kropli roztworu kwasu octowego (CH_3COOH) o stężeniu 0,1 mol/L.
- Do każdej probówki dodać 1 kroplę roztworu oranżu metylowego i wymieszać.
- Na podstawie barwy roztworu określić przybliżone pH roztworu (Tabela 4)
- Następnie do jednej z probówek dodać kilka kryształków octanu sodu (CH_3COONa) i wymieszać roztwór aż do całkowitego rozpuszczenia soli.
- Porównać zabarwienie wskaźnika w obu przypadkach, w zeszycie laboratoryjnym zanotować wykonywane czynności i obserwacje.
- Zapisać w zeszycie laboratoryjnym równanie reakcji dysocjacji kwasu octowego i wyrażenie na jego stałą dysocjacji.
- Odpowiedzieć na pytania:
 - Jak przesuwają się równowaga reakcji dysocjacji kwasu octowego po dodaniu octanu sodu?
 - Jak i dlaczego zmienia się pH roztworu po dodaniu octanu sodu?

7. Wpływ soli słabej zasady i mocnego kwasu na dysocjację słabej zasady

Proces dysocjacji słabych zasad jest procesem odwracalnym. Część otrzymanych jonów ponownie łączy się w cząsteczki. Ustala się stan równowagi, w którym tyle samo cząsteczek rozpada się w jednostce czasu na jony, ile ich powstaje w wyniku łączenia się jonów. Ćwiczenie ma na celu określenie wpływu soli słabej zasady na przesunięcie równowagi procesu dysocjacji tejże zasady.

Odczynniki, sprzęt aparatura

- ✓ Probówka (2 sztuki)
- ✓ Roztwór 0,1 mol/L amoniaku ($\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$)
- ✓ Stały chlorurek amonu (NH_4Cl)
- ✓ Roztwór fenoloftaleiny
- ✓ Szpatułko-łyżeczka
- ✓ Vortex

Wykonanie doświadczenia

- Do dwóch probówek wprowadzić po 15 kropli roztworu amoniaku ($\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) o stężeniu 0,1 mol/L.
- Do każdej probówki dodać jedną kroplę roztworu fenoloftaleiny; zawartość probówek wymieszać za pomocą vortexu.
- W zeszycie laboratoryjnym zanotować zabarwienie wskaźnika w roztworze. Określić przybliżone pH roztworu na podstawie tabeli (Tabela 4)
- Następnie w jednej z probówek rozpuścić kilka kryształków chlorku amonu (NH_4Cl). Porównać zabarwienie wskaźnika w obu probówkach i zanotować obserwacje.
- W zeszycie laboratoryjnym zapisać wykonywane czynności, obserwacje, równanie reakcji dysocjacji amoniaku i wyrażenie na jego stałą dysocjacji.
- Odpowiedzieć na pytania:
 - Jak przesuwają się równowaga reakcji dysocjacji amoniaku po dodaniu chlorku amonu?
 - Jak i dlaczego zmienia się pH roztworu po dodaniu chlorku amonu?