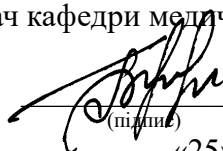

МІЖНАРОДНИЙ ГУМАНІТАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра Медичної Хімії та Біології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри медичної хімії та біології



В. А. Бачеріков
(прізвище та ініціали)

«25» вересня 2020 року

Буферні Розчини

Методичні вказівки до лабораторних та практичних занять до курсу дисциплін
«Медична хімія», «Неорганічна хімія», «Аналітична хімія», «Фізична та колоїдна хімія»

(назва дисципліни)

Галузь 22 Охорона здоров'я
(шифр і назва напряму підготовки)

Спеціальність (напрямок підготовки): 226 «Фармація», 221 «Стоматологія», 222 «Медицина»
(шифр і назва спеціальності)

Назва освітніх програм: «Фармація та Технологія парфумерно-косметичних засобів»,
«Стоматологія», «Медицина»

Факультет Одеський медичний інститут
(назва факультету)

Ступінь вищої освіти (освітньо-кваліфікаційний рівень): бакалавр, спеціаліст, магістр.

Автори:

доцент, к. х. н. Е. Л. Маркіна

доцент, к. х. н. В. А. Бачеріков

(посада, прізвище та ініціали)

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри
Медичної Хімії та Біології,
протокол від « 25 » вересня 2020 р. № 2

Схвалено Вченою радою Міжнародного гуманітарного університету
Протокол від «30» вересня 2020 року № 1

Одеса
2020 рік

Буферні Розчини

Методичні вказівки до лабораторних та практичних занять до курсу дисциплін «Медична хімія», «Неорганічна хімія», «Аналітична хімія», «Фізична та колоїдна хімія»

Лабораторно-практичні заняття — один із найважливіших ланцюгів навчального процесу: студенти отримують навички експериментальної роботи з приладами, вчаться самостійно розраховувати та робити висновки із отриманих експериментальних даних, що дає можливість з більшим розумінням засвоювати теоретичний матеріал.

Методичні вказівки написані відповідно до програм курсу з дисциплін «Медична хімія», «Неорганічна хімія», «Аналітична хімія», «Фізична та колоїдна хімія» для студентів Одеського медичного інституту Міжнародного гуманітарного університету, містять завдання до самостійної роботи (15 варіантів), порядок виконання лабораторної роботи та приклади тестових завдань.

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ СКЛАЛИ:

к. х. н., доцент Е. Л. Маркіна

к. х. н., доцент В. А. Бачеріков

РЕЦЕНЗЕНТ:

к. х. н., доцент Г. Н. Гордійчук

Друкується:

- за постановою методичної комісії Одеського медичного інституту Міжнародного гуманітарного університету,
Протокол № __ від “__” _____ 2020 р.
- за рішенням Вченої ради Міжнародного гуманітарного університету
Протокол № 1 від «30» вересня 2020 року

ПЕРЕДМОВА

Перехід вітчизняної освіти до освоєння й впровадження новітніх світових навчальних технологій передбачає підвищення ефективності навчального процесу шляхом опрацювання кредитно-модульної системи. Рациональне використання кредитно-модульної системи дає можливість обом учасникам навчального процесу, студенту й викладачу, досягнути кінцевої мети — розвитку творчого мислення з дисципліни, яка вивчається, визначити місце і роль цієї дисципліни у формуванні навичок для оволодіння обраною спеціальністю.

Одним з інструментів кредитно-модульної системи є тестовий контроль знань студентів. Для підготовки до поточних контрольних та залікових робіт з хімії створені ці методичні вказівки. Користуючись матеріалами, наданими в них, студенти мають можливість здійснити самоконтроль знань з послідуєчим усуненням проблемних питань.

Матеріал по темах, що розглядаються, наданий аналогічно тому, як він в послідуєчому буде представлений на контрольних заходах.

Для вибору правильних відповідей слід скористатися матеріалами лекцій з курсу фізичної хімії, а також підручниками й посібниками, які запропоновані як базові та додаткові.

Методичні вказівки складені відповідно до програми курсу фізичної хімії для реалізації кредитно-модульної системи навчання.

Для засвоєння теми наведена теоретична передмова, необхідна для самостійного розв'язку завдань та виконання дослідів.

Для виконання самостійної роботи є рекомендації та приклади розв'язування задач.

БУФЕРНІ РОЗЧИНИ

Властивості розчинів зберігати певне значення рН називається **буферною дією**.

Буферні розчини це такі розчини, які мають властивість зберігати певне значення рН при додаванні до них певної кількості кислоти чи лугу або при розбавленні розчину.

У медичній та фармацевтичній практиці часто виникає необхідність в приготуванні буферних розчинів, здатних підтримувати постійне значення рН: для введення цих розчинів в організм, для моделювання в лабораторних умовах біологічних процесів, в хімічному, фармацевтичному та клінічному аналізі, тощо.

Типи буферних розчинів:

1) складається із слабкої кислоти та її гідролітично лужної солі

Приклади:

$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$ – *ацетатний буфер*;

$\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3$ – *карбонатний буфер*;

2) складаються із слабкої основи та її гідролітично кислої солі

Приклади:

$\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$ – *аміачний буфер*;

3) складаються із суміші солей, у яких різна кількість атомів водню заміщена на атоми металу, одна з солей виконує роль сильної кислоти, а інша - сполученої їй основи.

Приклади:

$\text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{HPO}_4$ – *фосфатний буфер*.

4) білковий (у біологічних системах)

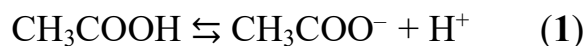
Приклади:

$\text{Гемоглобін} + \text{H}^+ \rightleftharpoons \text{Гемоглобін} \cdot \text{H}^+$

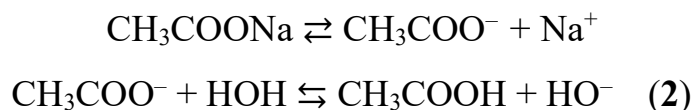
Приготувати такі буферні розчини можна просто шляхом зливання двох відповідних розчинів.

При цьому будуть поєднуватися два рівноваги, наприклад для ацетатного буферу:

Дисоціація слабкого електроліту (1)



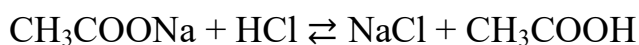
Гідроліз по його парному йону (2):



1. Властивості буферних розчинів:

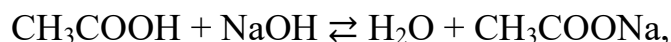
- 1) концентрація іонів гідрогену буферних сумішей мало залежить від розбавлення;
- 2) додавання до буферних сумішей невеликої кількості (у межах буферної ємності) кислоти або лугу мало змінює рН розчину;
- 3) величина буферної ємності залежить від концентрації компонентів буферної суміші та від їх співвідношення.

1.1. Додавання сильної кислоти. При додаванні невеликої кількості сильної кислоти (наприклад HCl) до ацетатного буферу відбувається реакція обміну з одним компонентом суміші (CH₃COONa):



Катіони H⁺, що надходять до розчину, зв'язуються у молекули оцтової кислоти, яка має невелику ступінь дисоціації. Таким чином, концентрація H⁺ не збільшується і рН розчину практично не змінюється.

1.2. Додавання лугу. Доданий у невеликих кількостях луг вступає в реакцію з оцтовою кислотою, в результаті чого OH⁻ іони зв'язуються з іонами H⁺ оцтової кислоти з утворенням недисоційованих молекул води.



тобто додавання лугу замінюється еквівалентною кількістю слабо основної солі, яка практично не впливає на зміну рН розчину.

1.3. Розведення водою. Припустимо, що буферний розчин розвели водою

у 10 разів. Внаслідок зменшення концентрації оцтової кислоти концентрація H^+ повинна була б зменшитись. Однак цього не відбувається, тому що з розведенням збільшується ступінь дисоціації оцтової кислоти. Крім того, одночасно зменшується концентрація ацетату натрію, що пригнічує своїми однойменними іонами дисоціацію оцтової кислоти. Отже, при розведенні буферного розчину водою рН практично не змінюється.

1.4. Обмеження що накладаються на буферну систему

Кислота в буферній системі не повинна бути занадто сильною ($pK_a < 3$), так як в цьому випадку не можна знехтувати дисоціацією кислоти;

Кислота в ній не повинна бути і занадто слабкою ($pK_a > 11$), тому що в цьому випадку не можна знехтувати гідролізом солі. Адже дуже слабкій кислоті буде відповідати дуже сильна спряжена основа, за якою йде гідроліз

2. Розрахунки рН буферного розчину.

рН буферного розчину, який містить слабку кислоту та її гідролітичну лужну сіль, розраховують за формулою Гендерсона-Гассельбаха, де рівноважні молярні концентрації компонентів буфера виражені через їх аналітичні концентрації і об'єми:

$$pH = pK + \lg \frac{C_{\text{солі}} V_{\text{солі}}}{C_{\text{кисл}} V_{\text{кисл}}}$$

де рК — від'ємний логарифм константи дисоціації слабкої кислоти.

Для буферних сумішей, які складаються із слабкої основи та гідролітично кислої солі, рівняння має вигляд:

$$pOH = pK + \lg \frac{C_{\text{солі}} V_{\text{солі}}}{C_{\text{основи}} V_{\text{основи}}}$$

де рК — від'ємний логарифм константи дисоціації слабкої основи.

рН буферної суміші залежить від концентрацій компонентів буферної суміші та від співвідношення між цими компонентами.

Якщо молярні концентрації компонентів буфера рівні, $C_M(\text{осн}) = C_M(\text{к-ти})$,

то рівняння прийме більш простий вигляд:

$$pH_6 = pK_a + \lg \frac{V_{\text{осн}}}{V_{\text{кисл}}}$$

Звідси можна обчислити відношення об'ємів компонентів буфера,

$$pH - pK_a = \Delta pH = \lg \frac{V_{\text{осн}}}{V_{\text{кисл}}}$$

$$\frac{V_{\text{осн}}}{V_{\text{кисл}}} = \text{anti } \lg \Delta pH$$

Межа, до якої проявляється буферна дія, називається **буферною ємністю**.

Буферну ємність виражають кількістю речовини еквіваленту сильної кислоти або основи, яку потрібно додати до 1 м³ буферного розчину, щоб змінити рН на одиницю, тобто

$$B = \frac{n}{V_{\text{б.р}} \cdot (pH_1 - pH_2)}$$

де ($n = C \cdot V$),

n – кількість речовини еквіваленту сильної кислоти або лугу, кмоль

B — буферна ємність,

$V_{\text{б.р.}}$ – об'єм буферного розчину, мл;

pH_1 — водневий показник до додавання сильної кислоти або лугу,

pH_2 — водневий показник після додавання кислоти або лугу.

3. Біологічне значення буферних систем.

В живих системах буферні системи підтримують постійне значення рН у крові та тканинах. У процесі обміну утворюється велика кількість кислих продуктів. Так, у організмі людини утворюється така кількість кислот, що дорівнює 20-30 л 1 н сильних кислот. Зберігати постійне значення рН в організмі допомагає наявність у ньому буферних систем. У організмі людини велику роль відіграє бікарбонатний, білковий та фосфатний буфери.

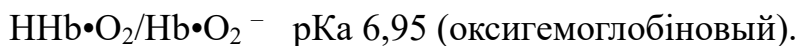
Буферні системи плазми крові людини

Сталість рН крові ($7,36 \pm 0,04$) забезпечується буферними системами крові спільно з роботою легень і нирок. Буферні системи крові нерівномірно розподілені між плазмою і еритроцитами.

Найбільш важливою буферною системою плазми є бікарбонатний буфер, що складається з слабкої вугільної кислоти (pK_1 6,1) та її кислого аніона бікарбоната. Вугільна кислота H_2CO_3 знаходиться в рівновазі зі своїм ангідридом CO_2 . Фермент карбонат-дегідратаза ("карбоангидраза") прискорює встановлення рівноваги між обома формами. Без каталізатора рівновага між CO_2 і HCO_3^- встановлюється відносно повільно. При рН плазми концентрації HCO_3^- і CO_2 знаходяться в співвідношенні 20/1. Розчинений в крові CO_2 рівновесно обмінюється з CO_2 газової фази альвеол легень. Тому HCO_3^-/CO_2 -система є ефективною відкритою буферною системою. Прискорене або сповільнене дихання змінює концентрацію CO_2 , що призводить до зміни рН плазми (дихальний ацидоз або відповідно алкалоз). Таким чином, легені можуть швидко і дієво впливати на рН плазми без участі систем видалення прогонів.

Білки плазми і особливо гемоглобін еритроцитів також здатні приєднувати протони, підтримуючи сталість рН.

В еритроцитах присутній гемоглобіновий буфер в двох варіантах:



Гемоглобіновий-оксигемоглобіновий буфер становить 75% всієї буферної ємності еритроцитів. Певний внесок у буферні властивості крові вносить фосфатний буфер.

Грунти та ґрунтові розчини також мають певну буферність. Буферність твердої фази ґрунту обумовлена двома факторами: наявністю ґрунтових колоїдів, складом катіонів, які поглинаються. Чим більше ґрунт містить органічних речовин, тим вище його буферна дія.

ПРИГОТУВАННЯ БУФЕРНИХ РОЗЧИНІВ ТА ВИВЧЕННЯ ЇХ ВЛАСТИВОСТЕЙ

Дослід 1. Приготування буферних сумішей.

У три хімічних стаканчики налити вказану в таблиці кількість мілілітрів 0,1 н розчинів оцтової кислоти та ацетату натрію:

№ стаканчика	1	2	3
	V, мл	V, мл	V, мл
0,1 н CH_3COOH	27	15	3
0,1 н CH_3COONa	3	15	27
pH розрахований			
pH на шкалі приладу			

У стаканчик, що містить буферну суміш, занурити електроди іономера, за допомогою яких визначають значення pH суміші (правила роботи з іономером наведені в інструкції до приладу). Записати в таблицю отримані значення pH і порівняти їх значення з тими, що були розраховані за формулою.

Дослід 2. Вплив розведення на pH буферного розчину.

10 мл буферної суміші, що знаходиться у стаканчику №1, перенести у чистий стаканчик, додати 20 мл дистильованої води та відмірити значення pH на шкалі іономеру. Порівняти значення pH до та після розбавлення. Зробити висновок про вплив розведення на значення pH буферного розчину.

Дослід 3. Вплив додавання кислоти та лугу на значення рН буферного розчину.

У стаканчик №2 додати 2 мл 0,1 НСІ, а у стаканчик №3 - 2 мл 0,1 н NaOH. Перемішати скляною паличкою суміші, що знаходяться у стаканчиках, виміряти значення рН цих сумішей. Порівняти одержані значення рН з тими, що відповідають розчинам до того, як до них було додано кислоту або луг та зробити висновки.

Дослід 4. Визначення буферної ємності.

Підготувати у хімічному стаканчику 30 мл буферної суміші, що складається з 15 мл 0,1 н розчину CH_3COOH та 15 мл 0,1 розчину CH_3COONa . Визначити значення рН одержаної суміші за допомогою іономера. Потім, не виймаючи електродів із стаканчика, додати з бюретки при перемішуванні 0,1 н розчин НСІ доти, поки значення рН розчину не зміниться на одиницю. Буферну ємність розрахувати за формулою:

$$B = \frac{nV}{V_{\text{Б.Р.}}(pH_1 - pH_2)}$$

де n — нормальність НСІ;

V — об'єм (мл) НСІ;

$V_{\text{Б.Р.}}$ — об'єм буферного розчину, мл;

pH_1, pH_2 — водневий показник буферного розчину до та після титрування.

ЗАВДАННЯ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ.

Завдання 1. Визначення рН буферного розчину за умовою варіанту.

№ варіанту	Буферний розчин	рК	С (н, моль/л)	V, мл
1	CH ₃ COOH CH ₃ COONa	4,75	0,10 0,10	100 10
2	NH ₄ OH NH ₄ Cl	4,74	0,010 0,010	100 10
3	HCN NaCN	9,11	0,10 0,02	20 100
4	HF NaF	3,18	0,01 0,10	30 30
5	NH ₄ OH NH ₄ NO ₃	4,74	0,10 0,10	50 50
6	HCOOH HCOONa	3,74	0,05 0,01	10 50
7	HNO ₂ KNO ₂	3,40	0,02 0,2	40 4
8	NH ₄ OH (NH ₄) ₂ SO ₄	4,74	0,04 0,01	10 4
9	CH ₃ COOH CH ₃ COOK	4,75	0,10 0,03	30 100
10	HCN NaCN	9,11	0,05 0,1	10 50
11	NH ₄ OH NH ₄ Br	4,74	0,02 0,10	40 80
12	HCOOH HCOOK	3,74	0,05 0,10	10 50
13	HF KF	3,18	0,04 0,10	20 80
14	H ₂ S Na ₂ S	7,24	0,20 0,01	20 40
15	NH ₄ OH NH ₄ ClO ₄	4,74	0,10 0,04	40 100

Рекомендації до виконання

Приклад.

- I. Визначити рН ацетатного буферного розчину, до складу якого входять 200 мл 0,1 н розчину CH_3COOH та 100 мл 0,2 н розчину CH_3COONa .

Розв'язок:

1. Визначаємо рН ацетатного буферного розчину, до складу якого входить слабка оцтова кислота (CH_3COOH) та її гідролітично лужна сіль (CH_3COONa) за формулою:

$$pH = pK + \lg \frac{C_{\text{солі}} V_{\text{солі}}}{C_{\text{кисл}} V_{\text{кисл}}}$$

де pK — від'ємний логарифм константи дисоціації оцтової кислоти (CH_3COOH).

2. Розраховуємо рН відповідно до умов завдання:

$$pH = 4,75 + \lg \frac{0,2 \cdot 100}{0,1 \cdot 200}; \quad pH = 4,75 + \lg 1 (\lg 1 = 0);$$
$$pH = 4,75.$$

Відповідь: рН ацетатного буферного розчину = 4,75.

- II. Приготувати 50 мл аміачного буфера з рН 8,8 з розчинів двох його компонентів рівної концентрації.

Рішення:

$$V(^+\text{NH}_4) = \frac{50}{1 + \text{alg } \Delta pH} = \frac{50}{1 + \text{alg}(8,8 - 9,24)}$$

$\underbrace{\hspace{1.5cm}}_{-0,44}$

- $\text{alg } -0,44 = 10^{-0,44} = 10^{-1} \cdot 10^{0,56} = 3,6 \cdot 10^{-1}$
- $V(\text{NH}_4) = 50 / (1 + 0,36) = 36,76 \text{ мл}$
- $V(\text{NH}_3) = 50 - 36,76 = 13,24 \text{ мл}$

Відповідь: $V(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 13,24 \text{ мл}$; $V(\text{NH}_4\text{Cl}) = 36,76 \text{ мл}$

Завдання 2. Визначити ємність буферного розчину за умовою варіанту.

№ вар .	Буферний розчин	V буф.розч., мл	C кисл. н, моль/л	V кисл., мл	C лугу, н, моль/л	V лугу, мл	pH ₁ -pH ₂
1.	Ацетатний	30	0,1	5	-	-	1
2.	Аміачний	1000	-	-	0,2	30	0,5
3.	Грунтовий	40	0,1	15	-	-	1
4.	Бікарбонатний	200	-	-	0,5	2	0,5
5.	Фосфатний	50	0,05	20	-	-	2
6.	Білковий	20	-	-	0,1	12	1,5
7.	Клітинний сік	30	0,2	10	-	-	2
8.	Вино	15	-	-	0,1	9	1
9.	Аміачний	40	-	-	0,1	5	1,5
10.	Ацетатний	20	0,1	2	-	-	0,5
11.	Грунтовий	50	-	-	0,1	20	1
12.	Бікарбонатний	20	0,05	2	-	-	0,5
13.	Фосфатний	25	-	-	0,1	5	1
14.	Білковий	10	0,05	6	-	-	0,7
15.	Клітинний сік	15	-	-	0,1	6	1

Рекомендації до виконання**Приклад.**

Визначили буферну ємність аміачного буферного розчину, рН якого змінився на 0,5, коли додали 30 мл 0,5 н НСІ до 1 літру цього розчину.

Розв'язок:

1. Визначаємо буферну ємність за формулою:

$$B = \frac{nV}{V_{B.P.}(pH_1 - pH_2)}$$

де $n = C_{\text{кисл}} \cdot V_{\text{кисл}}$;

$V_{B.P.}$ – об'єм буферного розчину, мл.

2. Підставляємо значення у формулу за умовою завдання:

$$C_{\text{НСІ}} = 0,5 \text{ н}; V_{\text{НСІ}} = 30 \text{ мл};$$

$$V_{\text{буф.розч.}} = 1 \text{ л} = 1000 \text{ мл}; \text{pH}_1 - \text{pH}_2 = 0,5$$

$$B = \frac{0,5 \cdot 30}{1000 \cdot 0,5} = 0,03 \text{ моль/л}$$

Відповідь: Б (буферна ємність) = 0,03 моль/л.

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

1. Буферну дію виявляє суміш розчинів:

- | | |
|--|--|
| 1.1. а) $\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{Na}_2\text{CO}_3$ | б) $\text{NH}_4\text{Br} + \text{NH}_4\text{HSO}_4$ |
| в) $\text{HCl} + \text{NaCl}$ | г) $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{CaCl}_2$ |
| 1.2. а) $\text{H}_2\text{CrO}_4 + \text{K}_2\text{CrO}_4$ | б) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NaHSO}_4$ |
| в) $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$ | г) $\text{CH}_3\text{COOH} + (\text{CH}_3\text{COO})_3\text{Al}$ |
| 1.3. а) $\text{H}_2\text{CO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ | б) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COOK}$ |
| в) $\text{HNO}_3 + \text{NH}_4\text{NO}_3$ | г) $\text{H}_2\text{S} + \text{Al}_2\text{S}_3$ |
| 1.4. а) $\text{HCN} + \text{KCN}$ | б) $\text{HNO}_3 + \text{KNO}_3$ |
| в) $\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4$ | г) $\text{NaHCO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ |
| 1.5. а) $\text{NaCl} + \text{NaHCO}_3$ | б) $\text{NH}_4\text{CN} + \text{NH}_4\text{OH}$ |
| в) $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NH}_4\text{OH}$ | г) $\text{NaCl} + \text{K}_2\text{SiO}_3$ |
| 1.6. а) $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4$ | б) $\text{H}_2\text{S} + \text{K}_2\text{S}$ |
| в) $(\text{NH}_4)_2\text{S} + \text{H}_2\text{S}$ | г) $(\text{NH}_4)_2\text{S} + \text{KClO}_4$ |
| 1.7. а) $\text{NaHS} + \text{Na}_2\text{S}$ | б) $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONH}_4$ |
| в) $\text{HNO}_3 + \text{KNO}_3$ | г) $\text{KMnO}_4 + \text{NH}_4\text{OH}$ |
| 1.8. а) $\text{HBr} + \text{KBr}$ | б) $\text{NaI} + \text{HI}$ |
| в) $\text{NaHSO}_3 + \text{NaSO}_3$ | г) $\text{K}_3\text{PO}_4 + \text{KOH}$ |
| 1.9. а) $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + \text{NaH}_2\text{PO}_4$ | б) $\text{HCl} + \text{KCl}$ |
| в) $\text{H}_2\text{SO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ | г) $\text{Fe}(\text{OH})_3 + \text{FeCl}_3$ |
| 1.10. а) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$ | б) $\text{NaOH} + \text{Na}_2\text{HPO}_4$ |
| в) $\text{H}_2\text{SO}_3 + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_3$ | г) $\text{HBr} + \text{NH}_4\text{Br}$ |

2. Буферна ємність визначається числом моль еквівалента сильної кислоти, чи сильної основи, які треба додати до 1 л буферного розчину, щоб змінити рН буферного розчину

- | | |
|-------------|----------|
| а) в 2 рази | б) на 1 |
| в) на 2 | г) на 10 |

ВАРІАНТИ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ

Контрольна робота до теми: „Буферні системи”

Варіант 1

1. Напишіть формули обчислення (H^+) розчинів: а) сильної кислоти; б) буферної системи I типу.
2. Покажіть рівняннями реакцій механізм дії боратного буферу: $H_3BO_3 + Na_2B_4O_7$.
3. Обчислити рН аміачного буферу, який складається з 30 мл розчину NH_4OH з $C_H = 0,15$ моль/л та 70 мл розчину NH_4Cl з $C_H = 0,1$ моль/л ($K_d = 1,8 \cdot 10^{-5}$).
4. В якому співвідношенні треба взяти компоненти фосфатного буферу з рН = 6,4 ($K_d = 1,6 \cdot 10^{-7}$).

Контрольна робота до теми: „Буферні системи”

Варіант 2

1. Напишіть формули обчислення (OH^-) розчинів: а) сильної основи; б) буферної системи II типу.
2. Покажіть рівняннями реакцій механізм дії формиатного буферу: $HCOOH + HCOONa$.
3. Обчислити рН фосфатного буферу, який складається з 40 мл розчину однозаміщеної солі з $C_H = 0,3$ моль/л та 80 мл розчину двозаміщеної солі з $C_H = 0,1$ моль/л ($K_d = 1,6 \cdot 10^{-7}$).
4. Обчислити співвідношення компонентів для приготування гідрокарбонатного буферу з рН=5,76 ($K_d = 3,3 \cdot 10^{-7}$).

Контрольна робота до теми: „Буферні системи”

Варіант 3

1. Напишіть формули обчислення рН розчинів: а) сильної кислоти; б) буферної системи I типу.
2. Покажіть рівняннями реакцій механізм дії білкового буферу: $PtCOOH + PtCOOK$.
3. Обчислити рН гідрокарбонатного буферу, який складається з 30 мл розчину солі з $C_H = 0,15$ моль/л та 90 мл розчину кислоти з $C_H = 0,09$ моль/л ($K_d = 3,3 \cdot 10^{-7}$).
4. Обчислити співвідношення компонентів фосфатного буферу з рН=6,2 ($K_d = 1,6 \cdot 10^{-7}$).

Контрольна робота до теми: „Буферні системи”

Варіант 4

1. Напишіть формули обчислення рН розчинів: а) слабкої основи; б) буферної системи II типу.
2. Покажіть рівняннями реакцій механізм дії гемоглобінового буферу: $\text{HНв} + \text{КНв}$.
3. Обчислити рН ацетатного буферу, до складу якого входить 60 мл розчину солі з $C_{\text{н}} = 0,1$ моль/л та 40 мл розчину кислоти з $C_{\text{н}} = 0,1$ моль/л ($K_{\text{д}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$).
4. Обчислити співвідношення компонентів аміачного буферу з $\text{pH} = 7,8$ ($K_{\text{д}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$).

Контрольна робота до теми: „Буферні системи”

Варіант 5

1. Напишіть формули обчислення активної кислотності: а) розчину сильної кислоти; б) буферної системи I типу.
2. Покажіть рівняннями реакцій механізм дії аміачного буферу.
3. Обчислити рН буферної системи, до складу якої входить 70 мл розчину цитрату натрію з $C_{\text{н}} = 0,2$ моль/л та 60 мл розчину лимонної кислоти з $C_{\text{н}} = 0,15$ моль/л ($K_{\text{д}} = 1,2 \cdot 10^{-3}$).
4. Обчислити співвідношення компонентів аміачного буферу з $\text{pH} = 9,5$ ($K_{\text{д}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$).

Контрольна робота до теми: „Буферні системи”

Варіант 6

1. Напишіть рівняння Гендерсона-Гассельбаха для буферної системи I типу.
2. Покажіть рівняннями механізм дії білкової молекули як буферу.
3. Обчислити рН цитратного буферу, який складається з 60 мл розчину лимонної кислоти з $C_{\text{н}} = 0,1$ моль/л та 40 мл розчину цитрату калію з $C_{\text{н}} = 0,1$ моль/л ($K_{\text{д}} = 1,2 \cdot 10^{-3}$).
4. В якому співвідношенні треба взяти розчини солі та основи з $C_{\text{н}} = 0,1$ моль/л для одержання аміачного буферу з $\text{pH} = 9$ ($K_{\text{д}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$).

Контрольна робота до теми: „Буферні системи”

Варіант 7

1. Напишіть формули обчислення активної лужності розчинів: а) слабкої основи; б) буферної системи II типу.
2. Покажіть рівняннями реакцій механізм дії борнофосфатного буферу: $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + \text{KH}_2\text{PO}_4$.
3. Обчислити рН буферного розчину, який складається з 40 мл розчину мурашиної кислоти з $C_{\text{H}} = 0,3$ моль/л та 80 мл розчину формиату натрію з $C_{\text{H}} = 0,1$ моль/л ($K_{\text{д}} = 2 \cdot 10^{-4}$).
4. Обчислити співвідношення компонентів ацетатного буферу з $C_{\text{H}} = 0,2$ моль/л для приготування його розчину з $\text{pH} = 5,3$ ($K_{\text{д}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$).

Контрольна робота до теми: „Буферні системи”

Варіант 8

1. Напишіть формули обчислення формули обчислення (H^+) розчинів: а) слабкої кислоти; б) буферної системи I типу.
2. Покажіть рівняннями реакцій механізм дії цитратнофосфатного буферу: $\text{C}_5\text{H}_7\text{O}_5\text{COOH} + \text{Na}_2\text{HPO}_4$.
3. Обчислити рН буферної системи, яка складається з 50 мл розчину NaHCO_3 з $C_{\text{H}} = 0,2$ моль/л та 25 мл розчину H_2CO_3 з $C_{\text{H}} = 0,3$ моль/л ($K_{\text{д}} = 4,4 \cdot 10^{-7}$).
4. Обчислити співвідношення об'ємів компонентів аміачного буферу з $C_{\text{H}} = 0,1$ моль/л, рН якого 9,2 ($K_{\text{д}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$).

Контрольна робота до теми: „Буферні системи”

Варіант 9

1. Напишіть формули обчислення (OH^-) розчинів: а) слабкої основи; б) буферної системи II типу.
2. Покажіть рівняннями реакцій механізм дії гідрокарбонатного буферу.
3. Обчислити рН аміачного буферу, який складається з 70 мл розчину NH_4Cl з $C_{\text{H}} = 0,1$ моль/л та 40 мл розчину NH_4OH з $C_{\text{H}} = 0,15$ моль/л ($K_{\text{д}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$).
4. В якому співвідношенні треба взяти розчини оцтової кислоти та ацетату натрію з $C_{\text{H}} = 0,2$ моль/л для приготування буферної системи з $\text{pH} = 4,6$ ($K_{\text{д}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$).

Контрольна робота до теми: „Буферні системи”

Варіант 10

1. Напишіть формули обчислення концентрації протонів в розчинах: а) слабкої кислоти; б) буферної системи I типу.
2. Покажіть рівняннями реакцій механізм дії білкової молекули як буфера.
3. Обчислити рН буферної системи, яка складається з 20 мл розчину NH_4OH з $C_{\text{H}}=0,1$ моль/л та 30 мл розчину NH_4NO_3 з $C_{\text{H}}=0,1$ моль/л ($K_{\text{д}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$).
4. В якому співвідношенні треба взяти об'єми кислоти з $C_{\text{H}} = 0,2$ моль/л та солі з $C_{\text{H}} = 0,2$ моль/л для приготування ацетатного буферу з $\text{pH} = 5,5$ ($K_{\text{д}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$).

Контрольна робота до теми: „Буферні системи”

Варіант 11

1. Напишіть формули обчислення рН розчинів: а) сильної основи; б) буферної системи II типу.
2. Покажіть рівняннями реакцій механізм дії борат-сукцинатного буферу:
 $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + \text{C}_3\text{H}_5\text{O}_2\text{COOH}$.
3. Обчислити рН буферної системи, яка складається з 30 мл розчину H_3BO_3 з $C_{\text{H}}=0,1$ моль/л та 60 мл розчину $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ з $C_{\text{H}}=0,2$ моль/л ($K_{\text{д}} = 7,3 \cdot 10^{-10}$).
4. Обчислити співвідношення компонентів фосфатного буферу з $\text{pH}=6,2$, якщо $C_{\text{H}}(\text{NaH}_2\text{PO}_4) = 0,2$; $C_{\text{H}}(\text{Na}_2\text{HPO}_4) = 0,2$ ($K_{\text{д}} = 1,6 \cdot 10^{-7}$).

Контрольна робота до теми: „Буферні системи”

Варіант 12

1. Напишіть формули обчислення активної кислотності розчинів: а) слабкої кислоти; б) буферної системи II типу.
2. Покажіть рівняннями реакцій механізм дії цитратного буферу:
 $\text{C}_5\text{H}_7\text{O}_5\text{COOH} + \text{C}_5\text{H}_7\text{O}_5\text{COOK}$.
3. Обчислити рН гідрокарбонатного буферу, який складається з 50 мл розчину солі з $C_{\text{H}}=0,1$ моль/л та 40 мл розчину кислоти з $C_{\text{H}}=0,2$ моль/л ($K_{\text{д}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$).
4. В якому співвідношенні треба взяти об'єми нітрату амонію та гідроксиду амонію з $C_{\text{H}}=0,2$ моль/л для одержання буферної системи з $\text{pH}=9,5$ $K_{\text{д}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$.

Контрольна робота до теми: „Буферні системи”

Варіант 13

1. Напишіть формули обчислення концентрації гідроксид-іонів розчинів: а) сильної основи; б) буферної системи II типу.
2. Покажіть рівняннями реакцій механізм дії гідрокарбонатного буферу.
3. Обчислити рН буферної системи, яка складається з 40 мл розчину NaH_2PO_4 з $C_{\text{H}}=0,2$ моль/л та 30 мл Na_2HPO_4 з $C_{\text{H}}=0,1$ моль/л ($K_{\text{д}} = 1,6 \cdot 10^{-7}$).
4. Обчислити співвідношення компонентів боратного буферу $\text{H}_3\text{BO}_3 + \text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ з рН=8,5 ($K_{\text{д}} = 7,3 \cdot 10^{-10}$), $C_{\text{H}}=0,2$ моль/л.

Контрольна робота до теми: „Буферні системи”

Варіант 14

1. Напишіть формули обчислення активної кислотності розчинів: а) сильної кислоти; б) буферної системи I типу.
2. Покажіть рівняннями реакцій механізм дії білкового буферу $\text{PtCOOH} + \text{PtCOOK}$.
3. Обчислити рН буферної системи, яка складається з 150 мл розчину NH_4OH з $C_{\text{H}}=0,1$ моль/л та 100 мл розчину NH_4NO_3 з $C_{\text{H}}=0,2$ моль/л ($K_{\text{д}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$).
4. В якому співвідношенні треба взяти розчини солі та кислоти з $C_{\text{H}}=0,1$ моль/л для одержання ацетатного буферу з рН=4,4 ($K_{\text{д}} = 1,8 \cdot 10^{-5}$).

Контрольна робота до теми: „Буферні системи”

Варіант 15

1. Напишіть формули обчислення (OH^-) розчинів: а) слабкої основи; б) буферної системи II типу.
2. Покажіть рівняннями реакцій механізм дії аміачного буферу.
3. Обчислити рН фосфатного буферу, який складається з 40 мл розчину однозаміщеної солі з $C_{\text{H}} = 0,3$ моль/л та 80 мл розчину двозаміщеної солі з $C_{\text{H}} = 0,1$ моль/л ($K_{\text{д}} = 1,6 \cdot 10^{-7}$).
4. В якому співвідношенні треба взяти компоненти фосфатного буферу з рН = 6,4 ($K_{\text{д}} = 1,6 \cdot 10^{-7}$).

Контрольна робота до теми: „Буферні системи”

Варіант 16

1. Напишіть формули обчислення (H^+) розчинів: а) сильної основи; б) буферної системи II типу.
2. Покажіть рівняннями реакцій механізм дії білкового буферу $PtCOOH + PtCOOK$.
3. Обчислити рН буферної системи, яка складається з 50 мл розчину $NaHCO_3$ з $C_H=0,2$ моль/л та 25 мл розчину H_2CO_3 з $C_H=0,3$ моль/л ($K_d = 4,4 \cdot 10^{-7}$).
4. Обчислити співвідношення компонентів для приготування гідрокарбонатного буферу з $pH=5,76$ ($K_d = 3,3 \cdot 10^{-7}$).

Контрольна робота до теми: „Буферні системи”

Варіант 17

1. Напишіть формули обчислення (H^-) розчинів: а) сильної основи; б) буферної системи II типу.
2. Покажіть рівняннями реакцій механізм дії білкового буферу: $PtCOOH + PtCOOK$.
3. Обчислити рН ацетатного буферу, до складу якого входить 60 мл розчину солі з $C_H = 0,1$ моль/л та 40 мл розчину кислоти з $C_H = 0,1$ моль/л ($K_d = 1,8 \cdot 10^{-5}$).
4. Обчислити співвідношення компонентів аміачного буферу з $pH=7,8$ ($K_d = 1,8 \cdot 10^{-5}$).

Контрольна робота до теми: „Буферні системи”

Варіант 18

1. Напишіть формули обчислення активної лужності розчинів: а) слабкої основи; б) буферної системи II типу.
2. Покажіть рівняннями реакцій механізм дії білкової молекули як буфера.
3. Обчислити рН гідрокарбонатного буферу, який складається з 50 мл розчину солі з $C_H=0,1$ моль/л та 40 мл розчину кислоти з $C_H=0,2$ моль/л ($K_d = 1,8 \cdot 10^{-5}$).
4. Обчислити співвідношення компонентів боратного буферу $H_3BO_3 + Na_2B_4O_7$ з $pH=8,5$ ($K_d = 7,3 \cdot 10^{-10}$), $C_H=0,2$ моль/л.

Додаток 1.**Розподіл електролітів за силою**

Клас сполук	Групи електролітів	
	Сильні	Слабкі
Кислоти	HCl, HBr, HI, H ₂ SO ₄ , HNO ₃ , HClO ₄ , HClO ₃ , H ₂ CrO ₄ , HMnO ₄	HF, H ₂ S, HCN, HCNS, HNO ₂ , HClO ₂ , HClO, H ₂ CO ₃ , H ₂ SO ₃ , H ₂ SiO ₃ , H ₃ PO ₄ , CH ₃ COOH, HCOOH, H ₂ C ₂ O ₄ та більшість інших органічних кислот окрім сульфокислот
Основи	Гідроксиди лужних (ІА підгрупа) та лужноземельних металів (ІІА підгрупа)	NH ₄ OH та всі слаботорозчинні гідроксиди
Солі	Розчинні у воді	-

Додаток 2.

Таблиця логарифмів (двозначні мантиси)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	00	04	08	11	15	18	20	23	26	29
2	30	32	34	36	38	40	41	43	45	46
3	48	49	51	52	53	54	56	57	58	59
4	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
5	70	71	72	72	73	74	75	76	76	77
6	78	79	79	80	81	81	82	83	83	84
7	85	85	86	86	87	88	88	89	89	90
8	90	91	91	92	92	93	93	94	94	95
9	95	96	96	97	97	98	98	99	99	

Десятковий логарифм будь-якого числа, що є більше одиниці та не дорівнює одиниці з нулями, складається з цілої частини (характеристика), яка дорівнює значенню цілого числа зменшеного на одиницю та дробової частини (мантиса), яку знаходять за допомогою таблиці логарифмів.

Приклад: $\lg 26 = 1,41$; $\lg 2,6 = 0,41$

Характеристика вірної десяткової дробі є число від'ємне, яке дорівнює числу нулів, що стоять перед значущими цифрами.

Приклад: $\lg 0,026 = 2,41 = -2 + 0,41 = 1,59$

Приклади розрахунків значення рН:

Визначити значення рН,

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = -\lg 2,3 \cdot 10^{-6} = -(\lg 2,6 + \lg 10^{-6}) = -(0,36-6) = -(-5,64) = 5,46.$$

Відповідь: рН = 5,64.

Зміст

Буферні Розчини	1
ПЕРЕДМОВА	3
БУФЕРНІ РОЗЧИНИ.....	4
1. Властивості буферних розчинів:.....	5
2. Розрахунки рН буферного розчину.	6
3. Біологічне значення буферних систем.	7
ЗАВДАННЯ ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ.....	11
Завдання 1. Визначення рН буферного розчину за умовою варіанту.	11
Рекомендації до виконання.....	12
Завдання 2. Визначити ємність буферного розчину за умовою варіанту.	13
Рекомендації до виконання.....	13
ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ	14
ВАРІАНТИ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ	15
Контрольна робота до теми: „Буферні системи” Варіант 1	15
Контрольна робота до теми: „Буферні системи” Варіант 2	15
Контрольна робота до теми: „Буферні системи” Варіант 3	15
Контрольна робота до теми: „Буферні системи” Варіант 4	16
Контрольна робота до теми: „Буферні системи” Варіант 5.....	16
Контрольна робота до теми: „Буферні системи” Варіант 6.....	16
Контрольна робота до теми: „Буферні системи” Варіант 7	17
Контрольна робота до теми: „Буферні системи” Варіант 8	17
Контрольна робота до теми: „Буферні системи” Варіант 9	17
Контрольна робота до теми: „Буферні системи” Варіант 10	18
Контрольна робота до теми: „Буферні системи” Варіант 11	18
Контрольна робота до теми: „Буферні системи” Варіант 12	18
Контрольна робота до теми: „Буферні системи” Варіант 13	19
Контрольна робота до теми: „Буферні системи” Варіант 14	19
Контрольна робота до теми: „Буферні системи” Варіант 15	19
Контрольна робота до теми: „Буферні системи” Варіант 16	20
Контрольна робота до теми: „Буферні системи” Варіант 17	20
Контрольна робота до теми: „Буферні системи” Варіант 18	20
Додаток 1.....	21
Додаток 2.....	22