



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Харківський державний університет
харчування та торгівлі

ХАРЧОВА ХІМІЯ. РОЗДІЛ 1

Частина 2. Основи хімічного аналізу харчових систем

Методичні вказівки
до самостійної роботи та виконання індивідуальних
домашніх завдань

для студентів денної форми навчання за спеціальністю
181 «Харчові технології та інженерія»



Харків
ХДУХТ
2017

Методичні вказівки до самостійної роботи та виконання індивідуальних домашніх завдань з дисципліни «Харчова хімія. Розділ 1» частина 2 «Основи хімічного аналізу харчових систем» для студентів денної форми навчання за спеціальністю 181 «Харчові технології та інженерія» / укладач О. В. Добровольська. – Електрон. дані. – Х. : ХДУХТ, 2017. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см. – Назва з тит. екрана.

Укладач О. В. Добровольська, старший викладач

Рецензент Н. О. Отрошко, доцент, канд. хім. наук

Кафедра хімії, мікробіології та гігієни харчування

Схвалено методичною комісією вищого навчального закладу
за спеціальністю 181 «Харчові технології»
Протокол від «06» грудня 2016 року № 2

Схвалено вченою радою ХДУХТ
Протокол від «28» грудня 2016 року № 9

Схвалено редакційно-видавничою радою ХДУХТ
Протокол від «26» грудня 2016 року № 5

© Добровольська О. В., укладач, 2017
© Харківський державний університет
харчування та торгівлі, 2017

ЗМІСТ

Загальні рекомендації щодо виконання індивідуального домашнього завдання за дисципліною «Харчова хімія. Розділ 1» частиною 2 «Основи хімічного аналізу харчових систем».....	4
Приклад розв'язання варіанту індивідуального домашнього завдання	6
Варіанти завдань.....	20
Варіант 1.....	20
Варіант 2.....	21
Варіант 3.....	22
Варіант 4.....	24
Варіант 5.....	25
Варіант 6.....	26
Варіант 7.....	28
Варіант 8.....	29
Варіант 9.....	30
Варіант 10.....	32
Варіант 11.....	33
Варіант 12.....	34
Варіант 13.....	36
Варіант 14.....	37
Варіант 15.....	39
Додатки.....	41
Додаток А – Способи вираження концентрації речовини у розчині.....	42
Додаток Б – Коефіцієнти активності різних іонів.....	43
Додаток В – Константи іонізації слабких кислот та основ.....	44
Додаток Г – Добутки розчинності найважливіших малорозчинних речовин.....	45
Додаток Д – Параметри чутливості реакції.....	46
Додаток Е – Q-тест за $P = 0,95$	47
Додаток Ж – Коефіцієнти Стьюдента ($t_{P,f}$) за $P = 0,95$	48
Додаток И – F-критерій за $P = 0,95$	49
Рекомендована література.....	50

ЗАГАЛЬНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання індивідуального домашнього завдання за дисципліною «Харчова хімія. Розділ 1» частиною 2 «Основи хімічного аналізу харчових систем»

Під час вивчення дисципліни «Харчова хімія. Розділ 1» кожен студент повинен не тільки оволодіти певним обсягом необхідних теоретичних знань, а й багажем загальних прийомів, вмінь, способів розумової праці, завдяки яким засвоюються знання. Саме для цього робочою програмою дисципліни передбачено виконання двох індивідуальних домашніх завдань (ІДЗ), які є важливою складовою позааудиторної самостійної роботи студентів.

Індивідуальне домашнє завдання №2 виконується кожним студентом за частиною 2 «Основи хімічного аналізу харчових систем» (табл. 1) і здається у термін, визначений викладачем. Воно складається з 12 завдань, вирішення яких повинно продемонструвати набуті студентами під час вивчення цієї частини дисципліни знання, вміння й навички, необхідні для їх подальшої професійної діяльності.

*Таблиця 1 – Самостійна робота студентів за частиною 2 дисципліни
«Харчова хімія. Розділ 1»*

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Хімічний аналіз: загальні положення, об'єкти, види і методи	11
2	Класичні методи хімічного аналізу та їх застосування для харчових систем	13
3	Інструментальні методи хімічного аналізу та їх застосування для харчових систем	13

Завдання виконуються письмово в окремому зошиті, на обкладинці якого вказуються назва дисципліни та персональні дані студента (прізвище, ім'я та по батькові, шифр групи, № варіанту).

Виконувати завдання рекомендовано після вивчення теоретичного матеріалу за темами дисципліни, ознайомлення прикладами розв'язання типових задач, наведених у рекомендованій літературі, а також з прикладом розв'язання варіанту індивідуального домашнього завдання, наведеним у цих вказівках, та додатками.

Робота повинна оформлюватися акуратно, відповіді слід обґрунтувати. Нумерація задач повинна відповідати тій, що вказана в завданні.

Умови задач слід записувати обов'язково. Якщо у розв'язанні використовуються формули, то всі величини, що входять до них, треба розшифрувати. Якщо для розв'язання варто застосовувати графіки, то слід звертати увагу на їх інформативність та розміри.

Наприкінці роботи студент ставить свій підпис, дату виконання роботи і наводить список літератури, що ним використовувалася.

Правильність виконання ІДЗ перевіряється викладачем протягом тижня й оцінюється за 12-бальною шкалою (табл. 2). Бали, отримані студентом за виконання ІДЗ за розділом 1 дисципліни, враховуються у підсумковій оцінці студента.

Таблиця 2 – Критерії оцінювання виконання ІДЗ

Рівень	Бали	Критерії оцінювання
Високий	10...12	Студент демонструє глибокі, міцні та системні знання з тем розділу, здатність самостійно застосовувати їх для виконання завдань. Робота виконана бездоганно, здана своєчасно. Під час співбесіди показує здатність до оцінювання різноманітних ситуацій аналізу, оперує спеціальною термінологією, обґрунтовує власну думку
Достатній	7...9	Студент знає істотні ознаки хімічних понять, явищ, розуміє зв'язки між ними, вміє пояснити основні закономірності, демонструє здатність до самостійного виконання завдань з тем розділу. Відповіді на завдання правильні, обґрунтовані. Роботу виконано вчасно.
Середній	4...6	Студент відтворює основний навчальний матеріал, демонструє здатність виконувати завдання за зразком, елементарні вміння навчальної діяльності. Роботу виконано не повністю, із зауваженнями, що виправлені.
Низький	1...3	Студент демонструє неглибокі та несистемні знання, низьку здатність до їх застосування. Роботу виконано вчасно, але відповіді на завдання неповні, фрагментарні. Зауваження виправлені частково.

Якщо робота після перевірки не зарахована, її слід виконати повторно (протягом 2–3 днів) з огляду на зауваження та повернути викладачу разом з першим зошитом.

Завдання, виконане не за своїм варіантом, не зараховується та повертається студенту без перевірки.

ПРИКЛАД РОЗВ'ЯЗАННЯ ВАРІАНТУ

індивідуального домашнього завдання за розділом 1 «Основи загальної хімії та хімічного аналізу харчових систем»

1. У воді масою 60 г розчинили дигідротен тетраоксосульфат масою 40 г. Використовуючи ці дані, виразити концентрацію речовини H_2SO_4 у розчині усіма відомими способами.

Рекомендація: для розв'язання такого типу задач доцільно розглянути матеріал, наведений у додатку А цих вказівок.

Дано:

$$m(H_2O) = 60 \text{ г};$$

$$m(H_2SO_4) = 40 \text{ г}$$

$$\omega(H_2SO_4) - ?$$

$$\chi(H_2SO_4) - ?$$

$$b(H_2SO_4) - ?$$

$$c(H_2SO_4) - ?$$

$$c(\frac{1}{2}H_2SO_4) - ?$$

Розв'язання

Масова частка речовини H_2SO_4 в одержаному розчині дорівнюватиме:

$$\omega(H_2SO_4) = \frac{m(H_2SO_4)}{m(H_2SO_4) + m(H_2O)} \cdot 100\% = \frac{40}{40 + 60} \cdot 100\% = 40,00\%$$

Для визначення мольної частки речовини H_2SO_4 в одержаному розчині спочатку доцільно розрахувати кількості речовин – компонентів розчину:

$$n(H_2SO_4) = \frac{m(H_2SO_4)}{M(H_2SO_4)} = \frac{40}{98} = 0,408 \text{ моль},$$

$$n(H_2O) = \frac{m(H_2O)}{M(H_2O)} = \frac{60}{18} = 3,330 \text{ моль}.$$

Після визначення кількостей речовин – компонентів розчину знайдемо мольну частку речовини H_2SO_4 у розчині:

$$\chi(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{n(\text{H}_2\text{SO}_4)}{n(\text{H}_2\text{SO}_4) + n(\text{H}_2\text{O})} \cdot 100\% = \frac{0,408}{0,408 + 3,330} \cdot 100\% = 10,91\%$$

Молярність H_2SO_4 у розчині розрахуємо за формулою:

$$b(\text{H}_2\text{SO}_4 / \text{H}_2\text{O}) = \frac{n(\text{H}_2\text{SO}_4)}{m(\text{H}_2\text{O})} = \frac{0,408}{0,06} = 6,797 \text{ моль/кг}$$

Для визначення молярної концентрації спочатку необхідно взяти з довідника величину густини одержаного розчину H_2SO_4

$$\rho(\text{H}_2\text{SO}_4(p)) = 1,303 \text{ г/см}^3 \text{ (для розчину з } \omega(\text{H}_2\text{SO}_4) = 40,00\% \text{)},$$

після чого розрахувати молярну концентрацію розчину за формулою:

$$c(\text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{10 \cdot \omega(\text{H}_2\text{SO}_4) \cdot \rho(\text{H}_2\text{SO}_4(p))}{M(\text{H}_2\text{SO}_4)} = \frac{10 \cdot 40,00 \cdot 1,303}{98,08} = 5,3140 \text{ моль/дм}^3.$$

Молярну концентрацію речовини еквівалента $\frac{1}{2} \text{H}_2\text{SO}_4$ у розчині можемо розрахувати таким чином:

$$c(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{SO}_4) = \frac{c(\text{H}_2\text{SO}_4)}{\frac{1}{2}} = \frac{5,3140}{\frac{1}{2}} = 10,6281 \text{ моль/дм}^3.$$

Відповідь: 40,00%; 6,797 моль/кг; 5,3140 моль/дм³; 10,6281 моль/дм³.

2. Обчислити активність натрій- і нітрат(V)-іонів у розчині натрій нітрату з молярною концентрацією речовини KNO_3 0,1 моль/дм³.

Дано:

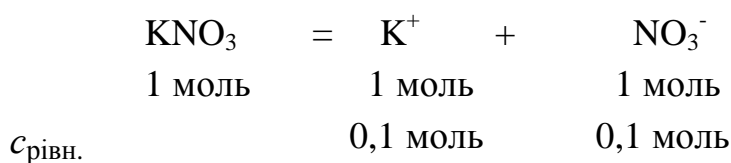
$$c(\text{KNO}_3) = 0,1 \text{ моль/дм}^3$$

$$a(\text{K}^+) - ?$$

$$a(\text{NO}_3^-) - ?$$

Розв'язання

Розрахуємо молярну концентрацію речовини кожного йона у розчині:



(Об'єм розчину сталий, калій нітрат у водному розчині – сильний електроліт).

Отже,

$$[\text{K}^+] = [\text{NO}_3^-] = c(\text{K}^+) = c(\text{NO}_3^-) = c(\text{KNO}_3) = 0,1 \text{ моль/дм}^3$$

Знайдемо йонну силу розчину калій нітрату:

$$\mu = \frac{1}{2} \cdot [c(\text{K}^+) \cdot z^2(\text{K}^+) + c(\text{NO}_3^-) \cdot z^2(\text{NO}_3^-)] = \frac{1}{2} \cdot [0,1 \cdot 1^2 + 0,1 \cdot 1^2] = 0,1$$

Візьмемо з додатку Б значення коефіцієнтів активності калій- і нітрат(V)-іонів за цієї йонної сили:

$$f(\text{K}^+) = f(\text{NO}_3^-) = 0,81$$

Розрахуємо активність калій- і нітрат(V)-іонів у розчині:

$$a(\text{X}) = [\text{X}] \cdot f_x$$

$$a(\text{K}^+) = a(\text{NO}_3^-) = 0,1 \cdot 0,81 = 0,081 \text{ моль/дм}^3.$$

Відповідь: 0,081 моль/дм³.

3. Обчислити ступінь дисоціації та константу дисоціації ацетатної кислоти, якщо 0,1 моль/л розчин її має рН=2,87.

Дано:

$$c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,1 \text{ моль/л}$$

$$\text{pH} = 2,87$$

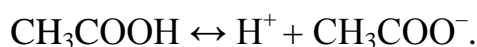
$$\alpha - ? K_a - ?$$

Розв'язання

За значенням рН розрахуємо концентрацію гідроген-іонів:

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2,87} = 1,34 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л.}$$

Ацетатна кислота у водних розчинах є слабким електролітом, вона дисоціює за рівнянням:



З рівняння дисоціації кислоти бачимо, що концентрація кожного з іонів дорівнює концентрації дисоційованих молекул кислоти, тобто:

$$c_{\text{дис}} = [\text{H}^+] = [\text{CH}_3\text{COO}^-] = 1,34 \cdot 10^{-3} \text{ моль/л.}$$

Ступінь дисоціації ацетатної кислоти за цих умов дорівнюватиме:

$$\alpha = \frac{c_{\text{дис}}}{c_{\text{кислоти}}} = \frac{1,34 \cdot 10^{-3}}{0,1} = 1,34\% .$$

Знайдемо концентрацію недисоційованих молекул кислоти в розчині:

$$[\text{CH}_3\text{COOH}] = c - \alpha \cdot c = 0,1 - 1,34 \cdot 10^{-3} = 0,09866 \text{ моль/л}$$

Константа дисоціації ацетатної кислоти у водному розчині має вигляд:

$$K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{CH}_3\text{COO}^-]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$

Підставимо одержані дані й одержимо величину константи дисоціації за умов задачі:

$$K_a = \frac{1,34 \cdot 10^{-3} \cdot 1,34 \cdot 10^{-3}}{0,09866} = 1,82 \cdot 10^{-5}$$

Відповідь: 1,34%; $1,82 \cdot 10^{-5}$.

4. Знайти рН буферної системи, одержаної змішуванням 20 см³ розчину ацетатної кислоти (оцтової кислоти) з молярною концентрацією речовини CH₃COOH 0,25 моль/дм³ і 20 см³ розчину натрій ацетату з молярною концентрацією речовини CH₃COONa 0,50 моль/дм³.

Дано:

$$V(\text{CH}_3\text{COOH}) = 20 \text{ см}^3$$

$$V(\text{CH}_3\text{COONa}) = 20 \text{ см}^3$$

$$c(\text{CH}_3\text{COOH}) = 0,25 \text{ моль/дм}^3$$

$$c(\text{CH}_3\text{COONa}) = 0,50 \text{ моль/дм}^3$$

рН – ?

Для розв'язування задачі необхідно взяти з додатку В значення константи дисоціації ацетатної кислоти (оцтової кислоти): $K_d(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,74 \cdot 10^{-5}$.

Розв'язання

Знайдемо загальний об'єм буферної системи:

$$20 \text{ см}^3 + 20 \text{ см}^3 = 40 \text{ см}^3$$

Розрахуємо молярні концентрації кислоти та солі в розчині після змішування:

$$c(\text{CH}_3\text{COOH}) = \frac{0,25 \text{ моль/дм}^3 \cdot 20 \text{ см}^3}{40 \text{ см}^3} = 0,125 \text{ моль/дм}^3$$

$$c(\text{CH}_3\text{COONa}) = \frac{0,50 \text{ моль/дм}^3 \cdot 20 \text{ см}^3}{40 \text{ см}^3} = 0,250 \text{ моль/дм}^3$$

Знайдемо молярну концентрацію речовини гідроген(1+)-іонів у розчині:

$$c(\text{H}^+) = K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) \cdot \frac{c(\text{CH}_3\text{COOH})}{c(\text{CH}_3\text{COONa})} = 1,74 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{0,125}{0,250} = 8,7 \cdot 10^{-6}$$

Отже, $c(\text{H}^+) = 8,7 \cdot 10^{-6}$ моль/дм³

Розрахуємо рН буферної системи:

$$\text{pH} = -\lg c(\text{H}^+) = -\lg 8,7 \cdot 10^{-6} = 5,06$$

Відповідь: 5,06.

5. Порівняти розчинність кальцій оксалату (CaC_2O_4) у чистій воді та в 0,1 М розчині калій хлориду (KCl).

Дано:



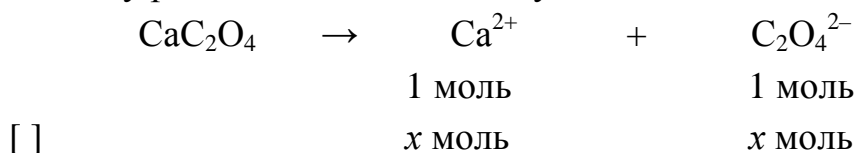
$$c(\text{KCl}) = 0,1 \text{ моль/дм}^3$$

$$\frac{S(\text{CaC}_2\text{O}_4)_{\text{KCl}}}{S(\text{CaC}_2\text{O}_4)_{\text{H}_2\text{O}}} - ?$$

Для розв'язання задачі необхідно взяти з додатку Г величину добутку розчинності кальцій оксалату: $K_S(\text{CaC}_2\text{O}_4) = 2,6 \cdot 10^{-9}$.

Розв'язання

1. Знайдемо молярну концентрацію речовини кальцій(2+)-іона у насиченому водному розчині кальцій оксалату.



$$K_S(\text{CaC}_2\text{O}_4) = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}];$$

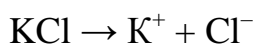
$$2,6 \cdot 10^{-9} = x^2;$$

$$x = 5,099 \cdot 10^{-5}$$

$$[\text{Ca}^{2+}] = c(\text{CaC}_2\text{O}_4) = 5,099 \cdot 10^{-5} \text{ моль/дм}^3.$$

$$\text{Отже, } S(\text{Ca}_2\text{C}_2\text{O}_4)_{\text{H}_2\text{O}} = 5,099 \cdot 10^{-5} \text{ моль/дм}^3.$$

2. Знайдемо молярну концентрацію речовини кальцій(2+)-іонів у 0,1 М розчині калій хлориду.



$$\mu = c(\text{KCl}) = 0,1 \text{ моль/дм}^3$$

$$K_S(\text{CaC}_2\text{O}_4) = [\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] \cdot f_{\text{Ca}^{2+}} \cdot f_{\text{C}_2\text{O}_4^{2-}}$$

Тоді:
$$[\text{Ca}^{2+}] \cdot [\text{C}_2\text{O}_4^{2-}] = \frac{K_S(\text{CaC}_2\text{O}_4)}{f_{\text{Ca}^{2+}} \cdot f_{\text{C}_2\text{O}_4^{2-}}}$$

У додатку Б знаходимо, що коефіцієнти активності для двозарядних іонів при йонній силі 0,1 дорівнюють:

$$f_{\text{Ca}^{2+}} = f_{\text{C}_2\text{O}_4^{2-}} = 0,44.$$

$$x = \sqrt{\frac{2,6 \cdot 10^{-9}}{0,44 \cdot 0,44}} = 1,159 \cdot 10^{-3},$$

тобто $[\text{Ca}^{2+}] = c(\text{CaC}_2\text{O}_4) = 1,159 \cdot 10^{-3}$ моль/дм³.

Отже, $S(\text{Ca}_2\text{C}_2\text{O}_4)_{\text{KCl}} = 1,159 \cdot 10^{-3}$ моль/дм³.

3. Знайдемо, у скільки разів збільшується розчинність кальцій оксалату в 0,1 М розчині калій хлориду:

$$\frac{S(\text{CaC}_2\text{O}_4)_{\text{KCl}}}{S(\text{CaC}_2\text{O}_4)_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{1,159 \cdot 10^{-3}}{5,10 \cdot 10^{-5}} = 22,7.$$

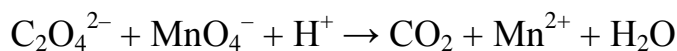
Відповідь: у 22,7 рази більша.

6. *Скласти рівняння реакції окиснення оксалат-іона ($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$) тетраоксоманганат(VII)-іоном (MnO_4^-) у кислому середовищі.*

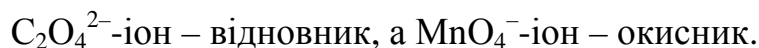
Зауваження: у даному прикладі розв'язання наведено покроковий алгоритм для якнайкращого розуміння, в індивідуальному завданні розв'язання можна не розписувати так детально.

Розв'язання

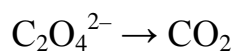
1. Складаємо загальну йонну схему реакції окиснення-відновлення:



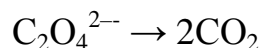
2. Визначаємо відновник і окисник:



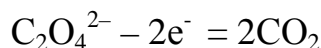
3. Складаємо окремо йонно-електронне рівняння для реакції окиснення відновника, тобто першу напівреакцію. Окиснення оксалат-іона проходить за схемою:



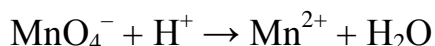
Спочатку урівнюємо число атомів кожного елемента в схемі:



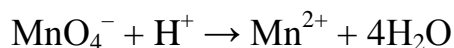
Потім урівнюємо число зарядів у лівій і правій частинах схеми зарядом електрона і записуємо йонно-електронне рівняння, тобто рівняння першої напівреакції:



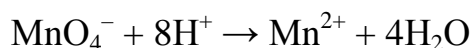
4. Складаємо окремо йонно-електронне рівняння для реакції відновлення окисника, тобто другу напівреакцію. Тетраоксоманганат(VII)-іон у кислому середовищі відновлюється до манган(2+)-іона. Схема відновлення окисника:



Урівнюємо число атомів Оксигену в лівій і правій частинах схеми:



Із схеми бачимо, що гідроген(1+)-іони зв'язують атоми Оксигену, утворюючи молекули води. Урівнюємо число гідроген-іонів:



Щоб одержати рівняння другої напівреакції, урівнюємо число зарядів у лівій і правій частинах схеми. Сума зарядів у лівій частині схеми дорівнює:

$$(-1) \cdot 1 + (+1) \cdot 8 = +7.$$

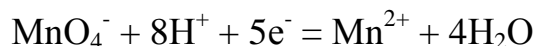
У правій частині схеми сума зарядів дорівнює:

$$(+2) \cdot 1 = +2.$$

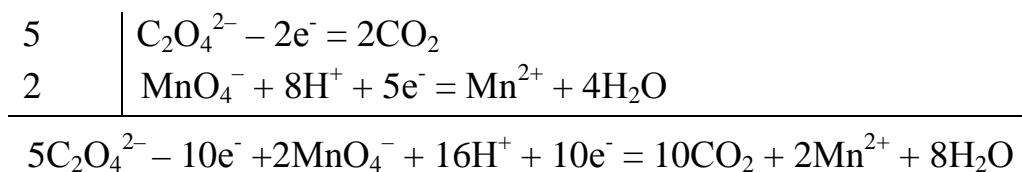
Отже, в ліву частину схеми необхідно додати п'ять електронів, тоді

$$(-1) \cdot 1 + (+1) \cdot 8 + 5e^- = +2.$$

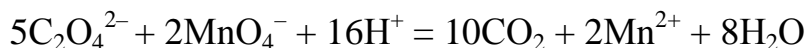
Урівнявши число зарядів, одержуємо йонно-електронне рівняння реакції відновлення окисника, тобто другу напівреакцію:



5. Знаходимо суму першої і другої напівреакцій і виводимо повне йонно-електронне рівняння цієї реакції:



6. Записуємо повне йонне рівняння:



Перевіряємо правильність складання цього повного йонного рівняння, тобто урівнюємо число атомів і зарядів у лівій і правій частинах рівняння. Для цього підраховуємо число атомів кожного елемента в лівій і правій частинах рівняння.

Сума зарядів у лівій частині рівняння дорівнює:

$$(-2) \cdot 5 + (-1) \cdot 2 + (+1) \cdot 16 = +4.$$

Сума зарядів у правій частині рівняння дорівнює:

$$(+2) \cdot 2 = +4.$$

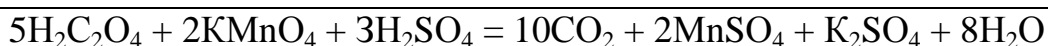
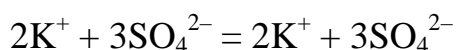
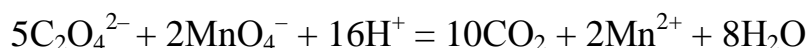
Числа зарядів рівні. Отже, повне йонно-електронне рівняння окисно-відновної реакції складене вірно.

7. Записуємо молекулярне рівняння реакції, підбравши протийони: оксалат-іон ($\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$) може бути у складі молекули оксалатної кислоти чи її солі. Можна взяти молекулу оксалатної кислоти ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$).

Тетраоксоманганат(VII)-іон (MnO_4^-) беруть у складі калій чи натрій тетраоксоманганату(VII). Нехай буде калій тетраоксоманганат(VII) (KMnO_4). Отже, до аніонів підбрали катіони.

Гідроген(1+)-іон є у складі кислоти. Середовищем беремо сульфатну(VI) кислоту H_2SO_4 . Таким чином, сульфат(VI)(2-)-аніон (SO_4^{2-}) буде протийоном гідроген(1+)-іону.

Під іонним рівнянням у лівій частині записуємо ті йони, які будуть у складі відновника, окисника і середовища. Ці йони і в такій же кількості дописуємо в праву частину рівняння, після чого йони об'єднуємо в молекули:



7. До 20,00 мл 0,15 М розчину купрум(II)-сульфату додали 10,00 мл 6 М розчину амоніаку. Розрахувати рівноважну концентрацію купрум(II)-катіонів у розчині, що утворився.

Дано:

$$c(\text{CuSO}_4) = 0,15 \text{ моль/л}$$

$$V(\text{CuSO}_4) = 20,00 \text{ мл}$$

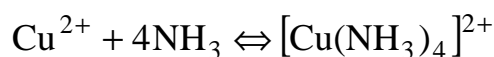
$$c(\text{NH}_3) = 6 \text{ моль/л}$$

$$V(\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}) = 10,00 \text{ мл}$$

$$[\text{Cu}^{2+}] - ?$$

Розв'язання

Враховуючи розведення, $c(\text{Cu}^{2+}) = 0,1$ моль/л та $c(\text{NH}_3) = 2$ моль/л. При такому співвідношенні початкових концентрацій основним продуктом взаємодії будуть комплексні йони $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ і розрахунки можна проводити з урахуванням тільки однієї рівноваги:



$$[] \quad x \quad \{2-4(0,1-x)\} \quad 0,1-x$$

Оскільки $K = 1,1 \cdot 10^{12}$ велика, можна припустити, що рівноважна концентрація йонів купрум(II) дуже мала порівняно з вихідною, тобто $x \ll 0,1$. Тоді маємо:

$$0,1/x \cdot 1,6^4 = 1,1 \cdot 10^{12},$$

звідки $x = [\text{Cu}^{2+}] = 1,4 \cdot 10^{-14}$ моль/л.

Таким чином, рівноважна концентрація купрум(II)-катіонів у розчині, що утворився, дорівнює величині $1,4 \cdot 10^{-14}$ моль/л.

Відповідь: $1,4 \cdot 10^{-14}$ моль/л.

8. Обчислити граничне розбавлення, границю виявлення, граничну концентрацію та показник чутливості реакції виявлення $0,005$ мкг речовини K^+ у розчині об'ємом $0,05 \text{ см}^3$.

Рекомендація: для розв'язання такого типу задач доцільно розглянути матеріал, наведений у додатку Д.

Дано:

$$m_{\min}(\text{K}^+) = 0,005 \text{ мкг}$$

$$V_{\min}(\text{K}^+_{(р.)}) = 0,05 \text{ см}^3$$

$$V_{\text{гран.}}(\text{K}^+_{(р.)}); c_{\text{гран.}}(\text{K}^+); c_{\min,1}(\text{K}^+); \text{pD} - ?$$

Розв'язання

$$V_{\text{гран.}}(\text{K}^+(\text{p.})) = \frac{V_{\text{min}}(\text{K}^+(\text{p.})) \cdot 10^6}{m_{\text{min}}(\text{K}^+)} = \frac{0,05 \cdot 10^6}{0,005} = 1 \cdot 10^7 \text{ см}^3/\text{г}.$$

$$c_{\text{гран.}}(\text{K}^+) = 1 : \frac{1}{V_{\text{гран.}}(\text{K}^+(\text{p}))} = 1 : \frac{1}{1 \cdot 10^7} = 1 : (1 \cdot 10^{-7}) \text{ г/см}^3.$$

$$c_{\text{min,1}}(\text{K}^+) = \frac{1}{V_{\text{гран.}}(\text{K}^+(\text{p}))} = 1 \cdot 10^{-7} \text{ г/см}^3.$$

$$\text{pD} = -\lg c_{\text{min,1}}(\text{K}^+) = -\lg(1 \cdot 10^{-7}) = 7.$$

Відповідь: $1 \cdot 10^7 \text{ см}^3/\text{г}$; $1 : (1 \cdot 10^{-7}) \text{ г/см}^3$; $1 \cdot 10^{-7} \text{ г/см}^3$; 7.

9. Є суха речовина NaCl. Запропонувати схему аналізу цієї речовини (визначення катіона і аніона), написати рівняння хімічних реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, заважаючі йони. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, сила електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність до гідролізу тощо).

Розв'язання

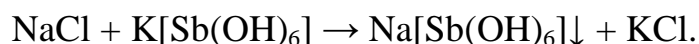
Попередні дослідження. Маємо однорідну суху кристалічну речовину без запаху білого кольору. Це вказує на відсутність у ній забарвлених катіонів (Cr^{3+} , Mn^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cu^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+}) або аніонів (I^- , CrO_4^{2-} , $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$), а також йонів, що мають характерні запахи (NH_4^+ , S^{2-} , I^- , CH_3COO^-).

Перевіряємо пробу на розчинність у воді – у воді кімнатної температури проба легко розчиняється, утворюючи прозорий безбарвний розчин.

Робимо пробу на забарвлення полум'я – полум'я забарвлюється в яскраво-жовтий колір. Отже, можливою є присутність катіону Na^+ .

Виявлення катіона. Перевірку припущення щодо наявності катіону Na^+ в досліджуваній речовині проводимо дробним способом, оскільки за кислотно-основною класифікацією катіон Натрію належить до шостої групи катіонів, яка не має групового реактиву.

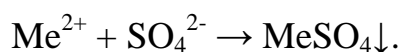
Виявлення проводимо за характерною для натрій-катіону реакцією з калій гексагідроксотибатов, який у нейтральному або слабо лужному середовищі утворює з ним білий кристалічний осад натрій гексагідроксотибату:



Умови проведення даної реакції:

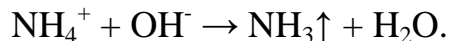
- 1) висока концентрація Na^+ у розчині;
- 2) реакцію слід проводити на холоді;
- 3) відсутність солей амонію, Mg^{2+} , катіонів другої групи (Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+});
- 4) нейтральне або слабко лужне середовище.

Отже, спочатку слід переконатися, що до складу досліджуваної речовини не входять йони NH_4^+ , Mg^{2+} , Ba^{2+} , Sr^{2+} , Ca^{2+} . Відсутність катіонів другої групи підтверджуємо відсутністю білого осаду сульфату під дією на водний розчин досліджуваної сполуки 2н розчину сульфатної кислоти відповідно до реакції:



Відсутність Mg^{2+} , який належить до четвертої групи катіонів, груповим реагентом на яку є розчин луку, можна підтвердити тим, що під дією луку на водний розчин досліджуваної сполуки білий аморфний осад $\text{Mg}(\text{OH})_2$ не утворився.

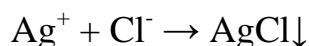
Якщо вміст пробірки з водним розчином досліджуваної речовини і луку підігріти, то за наявності йонів NH_4^+ буде спостерігатися виділення амоніаку, що виявляється за запахом або за посинінням під дією пари амоніаку червоного лакмусового папірця, змоченого водою:



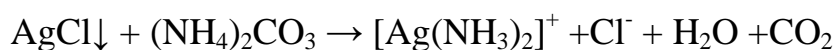
Проведення цієї реакції довело відсутність йону NH_4^+ .

Таким чином, ми довели відсутність заважаючих йонів (умова 3) і проводимо характерну реакцію на виявлення натрій-катіона згідно методики: у пробірку до 1 мл досліджуваного розчину (на холоді) додаємо 1 мл 2н розчину KOH , 1 мл розчину $\text{K}[\text{Sb}(\text{OH})_6]$, перемішуємо вміст склянкою паличкою, потираючи нею о стінки пробірки; випадіння осаду свідчить про присутність катіонів Na^+ у досліджуваному розчині.

Виявлення аніона. Виявлення аніона проводимо у декілька кроків. Спочатку визначаємо, до якої групи належить аніон. Для цього проводимо реакції: а) з BaCl_2 ($\text{pH}=7\dots 9$); б) з AgNO_3 у присутності 2н. HNO_3 . Утворення білого осаду AgCl вказує на можливу присутність у досліджуваному розчині йонів Cl^- :



До осаду додаємо 20...30 крапель 12%-вого розчину амоній карбонату і збовтуємо протягом 1 хвилини. При цьому осад AgCl розчиняється з утворенням амоніакатних комплексів:



До одержаного розчину амоніакатів додаємо декілька крапель нітратної кислоти, поява білої муті вказує на присутність хлорид-іонів:



Отже, запропоновано схему аналізу сухої речовини NaCl.

10. Під час аналізу стандартного зразка, що містить 1,47% Аргентуму, було отримано наступні результати (%): 1,31; 1,45; 1,42; 1,32; 1,30. Визначити S , $P_{0,95}$ і зробити висновки про можливість систематичної погрешності у використаному методі визначення Аргентуму.

Розв'язання

Якщо x_1, x_2, \dots, x_n – результати паралельних визначень компонента в пробі одним і тим же методом, то середнє арифметичне дорівнює:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Знайдемо середнє арифметичне значення результатів аналізу:

$$\bar{x} = \frac{1,31 + 1,45 + 1,42 + 1,32 + 1,30}{5} = 1,36.$$

Обчислимо стандартне відхилення за формулою:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}},$$

$$S = \sqrt{\frac{(0,05)^2 + (0,09)^2 + (0,06)^2 + (0,04)^2 + (0,06)^2}{5-1}} = 6,96 \cdot 10^{-2}.$$

Довірчий інтервал середнього значення \bar{x} розрахуємо за формулою:

$$\bar{x} \pm t_{P,f} \frac{S}{\sqrt{n}} = 1,36 \pm \frac{2,78 \cdot 6,96 \cdot 10^{-2}}{\sqrt{5}} = 1,36 \pm 0,09.$$

($t_{P,f}$ – коефіцієнт Стюдента, що враховує різницю у нормальному та t -розподілі та за даною вірогідністю P залежить від числа ступенів свободи. Індекс P у t указує на фіксовану вірогідність, f – число ступенів свободи.

Числові значення коефіцієнта $t_{P,f}$ за різних P і f наведено в довідниках.)

Справжнє значення вмісту Аргентуму (1,47%) не потрапляє в розрахований довірчий інтервал, отже, використаний метод визначення Аргентуму має систематичну погрішність.

Відповідь: використаний метод має систематичну погрішність.

11. *Визначити постійну твердість води, якщо до 100,00 мл досліджуваного розчину води додали 20,00 мл розчину динатрій карбонату з титром по кальцій оксиду $T(\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{CaO})=0,003000$ г/мл, суміш прокип'ятили та після відділення осаду карбонатів кальцію та магнію надлишок динатрій карбонату відтитрували 17,30 мл розчину HCl (20,00 мл розчину Na_2CO_3 еквівалентні 21,00 мл розчину HCl).*

Дано:

$$V(\text{H}_2\text{O})=100,00 \text{ мл}; \quad V(\text{Na}_2\text{CO}_3)=20,00 \text{ мл};$$

$$T(\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{CaO})=0,003000 \text{ г/мл};$$

$$V(\text{HCl})=17,30 \text{ мл};$$

$$\text{Еквівалентні об'єми розчинів: } V^*(\text{Na}_2\text{CO}_3)=20,00 \text{ мл}; \quad V^*(\text{HCl})=21,00 \text{ мл}.$$

$T_{\text{Впост.}} - ?$

Розв'язання

За відомою величиною умовного титру знайдемо величину молярної концентрації еквівалента динатрій карбонату:

$$c\left(\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3\right)=\frac{T(\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{CaO})\cdot 1000}{M\left(\frac{1}{2}\text{CaO}\right)}=\frac{0,003000\cdot 1000\cdot 2}{56,08}=0,1070 \text{ моль/л}.$$

Концентрація робочого розчину хлоридної кислоти дорівнюватиме:

$$c(\text{HCl})=\frac{c\left(\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3\right)\cdot V^*(\text{Na}_2\text{CO}_3)}{V^*(\text{HCl})}=\frac{0,1070\cdot 20,00}{21,00}=0,1019 \text{ моль/л}.$$

Постійну твердість досліджуваної води розрахуємо за формулою:

$$T_{\text{Впост.}}=\frac{c\left(\frac{1}{2}\text{Na}_2\text{CO}_3\right)\cdot V(\text{Na}_2\text{CO}_3)-c(\text{HCl})\cdot V(\text{HCl})}{V(\text{H}_2\text{O})}\cdot 1000,$$

$$T_{\text{В пост.}} = \frac{0,1070 \cdot 20,00 - 0,1019 \cdot 17,30}{100,00} \cdot 1000 = 3,77 \text{ ммоль/л.}$$

Відповідь: 3,77 ммоль/л.

12. Відносна оптична густина розчину сульфосаліцилатного комплексу феруму(III) $A_{\text{відн,х}} = 0,290$, товщина кювети $l = 5,0$ см. Розчин порівняння містить 0,1576 мг Fe в 50,00 мл, $\varepsilon = 3000$. Яка концентрація солі феруму(III) в розчині, мкг/мл?

Дано:

$$A_{\text{відн,х}} = 0,290$$

$$l = 5,0 \text{ см}$$

$$\varepsilon = 3000$$

$$m(\text{Fe}^{3+})_{\text{р-н порівн.}} = 0,1576 \text{ мг}$$

$$V_{\text{р-н порівн.}} = 50,00 \text{ мл}$$

$$T(\text{Fe}^{3+})_{\text{х}}, \text{ мкг/мл} - ?$$

Розв'язання

Спочатку обчислюємо молярну концентрацію Fe(III) у розчині порівняння:

$$c_n = \frac{0,1576 \cdot 10^{-3}}{55,85 \cdot 0,050} = 5,64 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л.}$$

За відомою відносною оптичною густиною

$$A_{\text{відн,х}} = A_x - A_n = \varepsilon l c_x - \varepsilon l c_n = \varepsilon l (c_x - c_n)$$

та концентрацією розчину порівняння обчислюємо молярну концентрацію досліджуваного розчину та його титр:

$$0,290 = \varepsilon l (c_x - c_n);$$

$$c_x - c_n = \frac{0,290}{\varepsilon l} = \frac{0,290}{3000 \cdot 5} = 1,93 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л};$$

$$c_x = c_n + 1,93 \cdot 10^{-5} = (5,64 + 1,93) \cdot 10^{-5} = 7,57 \cdot 10^{-5} \text{ моль/л};$$

$$T_x = 7,57 \cdot 10^{-5} \cdot 10^{-3} \cdot 55,85 \cdot 10^3 = 4,23 \cdot 10^{-3} \text{ (мг/мл)} \cong 4,2 \text{ мкг/мл.}$$

Відповідь: 4,2 мкг/мл.

ВАРІАНТИ ЗАВДАНЬ

Варіант 1

1. Виразити концентрацію розчину всіма відомими способами:

$$c\left(\frac{1}{3}\text{H}_3\text{PO}_4\right) = 0,0123 \text{ моль/л.}$$

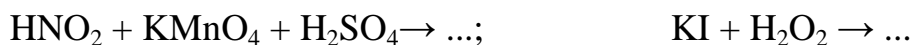
2. Обчислити активність кожного йона в 0,01 М розчині KBr.

3. Порівняти рН у розчинах хлоридної й ацетатної кислот з молярними концентраціями речовин гідроген хлориду й ацетатної кислоти 0,1 моль/дм³.

4. Знайти рН і рОН буферної системи, що містить у 1 дм³ буферної системи по 0,5 моль NH₃·H₂O і NH₄Cl.

5. Розрахувати та порівняти розчинність (моль/л) AgCl у воді та в 0,01 М розчині KCl.

6. Дописати рівняння окисно-відновних реакцій, урівняти методом напівреакцій. Обґрунтувати напрям перебігу реакцій, вказати їх умови й ознаки. Визначити молярні маси речовин еквівалентів окисника та відновника.



7. Дописати рівняння реакцій, вказати умови, назвати продукти реакцій. Пояснити будову, написати рівняння реакцій постадійної дисоціації комплексних іонів, константи нестійкості відповідних комплексів:



8. Відкриваний мінімум аргентум(1+)-іона за реакцією



складає 2 мкг. Гранична концентрація 1 : 25000 г/см³. Обчислити мінімальний об'єм гранично розбавленого розчину, граничне розбавлення для цієї реакції і границю виявлення.

9. Є суха речовина BaCl₂. Запропонувати схему аналізу цієї речовини (визначення катіона й аніона), написати рівняння хімічних реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, заважаючі йони. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, сила електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність до гідролізу тощо).

10. Під час визначення Плюмбуму у продуктах харчування атомно-абсорбційним методом одержано такі результати (мг/кг): 5,5; 5,4; 5,6; 5,7; 5,6; 5,4. Розрахувати середнє та його довірчий інтервал (P = 0,95), оцінити відтворюваність визначення.

11. Наважку вершкового масла 9,40 г висушили до повного видалення вологи, при цьому маса її зменшилась на 3,30 г. Визначити відсотковий вміст води та сухої речовини у вершковому маслі.

12. Під час потенціометричного титрування аліквоти водного розчину ацетатної кислоти у формі столового оцту об'ємом 20,00 мл робочим розчином NaOH з концентрацією 0,1000 моль/л, були одержані такі результати:

V(NaOH), мл	18,00	19,00	19,50	19,90	20,00	20,10	20,50	21,00
pH	5,71	6,04	6,35	7,05	8,79	10,52	11,22	11,51

Визначити молярну концентрацію ацетатної кислоти в розчині столового оцту (шляхом побудови диференційної кривої).

Варіант 2

1. Для збагачення до рецептурного складу харчових продуктів вводять у певних кількостях корисні вітаміни, макро- та мікронутрієнти. Так, кількість вітаміну С (аскорбінової кислоти) у збагачених на вітамін С продуктах повинна складати 30...50% від добової потреби у ньому людини.

Розрахувати максимальну масу вітаміну С, яку можна ввести до рецептури желейного продукту, якщо під час його приготування втрачається до 50% введеного вітаміну (розрахунок провести на 100 г продукту). За добову потребу вважати 75 мг.

2. Обчислити активність кожного йона в 0,01 М розчині KI.

3. Ступінь дисоціації в 0,1 М розчині ацетатної кислоти дорівнює 1,3%. Знайти масу речовини H⁺- іонів у цьому розчині об'ємом 1 дм³.

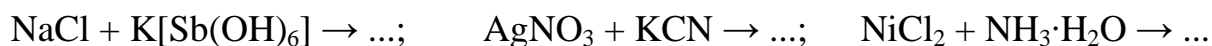
4. Знайти pH буферної системи, одержаної змішуванням 0,1 моль CH₃COOH і 0,2 моль CH₃COONa у 1 дм³ розчину

5. Розрахувати та порівняти розчинність (моль/л) Hg₂Cl₂ у воді та в 0,1 М розчині KCl.

6. Дописати рівняння окисно-відновних реакцій, урівняти методом напівреакцій. Обґрунтувати напрям перебігу реакцій, вказати їх умови й ознаки. Визначити молярні маси речовин еквівалентів окисника та відновника.



7. Дописати рівняння реакцій, вказати умови і назвати продукти реакцій. Пояснити будову, написати рівняння реакцій постадійної дисоціації комплексних іонів, константи нестійкості відповідних комплексів:



8. Для визначення чутливості реакції на іон Pb^{2+} з калій йодидом приготували розчин $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, що містить речовину Pb^{2+} масою 1 г в 1 дм^3 . Знайдено, що при розбавлянні цього розчину в 14 разів реакція виходить. Визначити відкриваний мінімум і граничне розбавлення для цієї реакції за умови, що вона виходить з краплиною розчину об'ємом $9,8 \cdot 10^{-4} \text{ см}^3$.

9. Є суха речовина $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$. Запропонувати схему аналізу цієї речовини (визначення катіона і аніона), написати рівняння хімічних реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, заважаючі йони. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, сила електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність до гідролізу тощо).

10. При визначенні вологості (%) у двох зразках крупи отримали такі результати: 1) 28,7; 29,8; 28,5; 28,0; 28,8; 28,2; 2) 26,5; 28,6; 28,4; 29,9. Визначити, чи можна зробити висновок, що вологість двох зразків однакова? Якщо можна, то розрахувати її, використовуючи дані обох серій. Якщо не можна, розрахувати вологість кожного зразка окремо.

11. Визначити масову частку (%) MgSO_4 у товарній формі харчової добавки Е 518, якщо після розчинення наважки масою 0,2000 г Магній відтитрували 14,64 мл 0,0500 М розчину ЕДТА (трилону Б).

12. Молярний коефіцієнт поглинання забарвленого комплексу Ніколу з α -бензоїлоксимом при $\lambda = 406 \text{ нм}$ має значення $\epsilon = 12000$. Обчислити, яку мінімальну концентрацію Ніколу (мг/мл) можна визначити фотометрично у кюветі завтовшки 5,0 см, якщо мінімальне вимірюване значення оптичної густини – 0,020.

Варіант 3

1. Виразити концентрацію розчину всіма відомими способами:

$$c\left(\frac{1}{5} \text{KMnO}_4\right) = 0,0506 \text{ моль/л.}$$

2. Обчислити активність кожного йона в 0,0002 М розчині KIO_3 .

3. Визначити константу дисоціації HClO , якщо ступінь дисоціації його у розчині з молярною концентрацією речовини HClO 0,2 моль/ дм^3 дорівнює 0,053%.

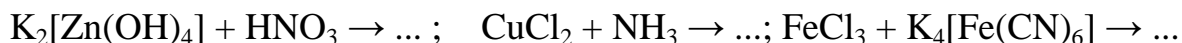
4. Знайти рН буферної системи, одержаної змішуванням 0,2 моль CH_3COOH і 0,1 моль CH_3COONa у 1 дм^3 розчину

5. Розрахувати та порівняти розчинність (моль/л) PbCrO_4 у воді та в 0,1 М розчині K_2CrO_4 .

6. Дописати рівняння окисно-відновних реакцій, урівняти методом напівреакцій. Обґрунтувати напрям перебігу реакцій, вказати їх умови й ознаки. Визначити молярні маси речовин еквівалентів окисника та відновника.



7. Дописати рівняння реакцій, указати умови та назвати продукти реакцій. Пояснити будову, написати рівняння реакцій поетапної дисоціації комплексних іонів, константи нестійкості відповідних комплексів:



8. Обчислити відкриваний мінімум реакції, якщо величина $pD = 5,6$, а найменший об'єм розчину, який використовується для виявлення K^+ -іона, дорівнює $0,05 \text{ см}^3$.

9. Є суха речовина $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$. Запропонувати схему аналізу цієї речовини (визначення катіона й аніона), написати рівняння хімічних реакцій. Указати умови, ознаки, тип реакцій, заважаючі йони. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, сила електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність до гідролізу тощо).

10. Для перевірки правильності методики визначення натрій бензоату методом гальваностатичної кулонометрії в поєднанні з іонообмінною хроматографією скористалися способом «введено – знайдено» ($n = 5$, $P = 95\%$):

<i>Введено, мкг</i>	<i>Знайдено, мкг</i>
102	101±2
151	150±4
202	202±1

Чи можна стверджувати, що методика містить систематичну погрішність?

11. Під час визначення карбонатної твердості води на титрування $200,0 \text{ мл}$ води витратили $10,25 \text{ мл}$ $0,1 \text{ М}$ розчину HCl ($K = 0,9845$). Під час визначення загальної твердості на $100,0 \text{ мл}$ тієї ж води витратили $15,12 \text{ мл}$ $0,05 \text{ М}$ розчину трилону Б ($K = 0,8918$). Розрахувати загальну і постійну твердість води.

12. Обчислити концентрацію Fe^{3+} у розчині за результатами фотометрування, якщо до $1,00 \text{ мл}$ розчину додали NH_4SCN , ацетон та розвели водою до $100,00 \text{ мл}$. Визначення проводили в кюветі завтовшки $2,0 \text{ см}$, $\epsilon = 14000$, одержана величина оптичної густини – $0,750$.

Варіант 4

1. Виразити концентрацію розчину всіма відомими способами:

$$c(\text{HCl}) = 0,0245 \text{ моль/л.}$$

2. Обчислити активність кожного йона в 0,0005 М розчині KBrO_3 .

3. Обчислити величину рН у 0.05 М водному розчині натрій ацетату CH_3COONa за 25°C .

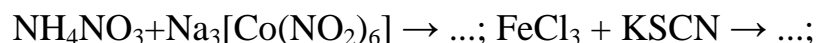
4. Знайти рН буферної системи, одержаної змішуванням 10 см^3 розчину ацетатної кислоти з молярною концентрацією речовини CH_3COOH $0,1 \text{ моль/дм}^3$ та 10 см^3 розчину натрій ацетату з молярною концентрацією речовини CH_3COONa $0,05 \text{ моль/дм}^3$.

5. Розрахувати та порівняти розчинність (моль/л) PbCrO_4 у воді та в 0,2 М розчині $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$.

6. Дописати рівняння окисно-відновних реакцій, урівняти методом напівреакцій. Обґрунтувати напрям перебігу реакцій, вказати їх умови й ознаки. Визначити молярні маси речовин еквівалентів окисника та відновника.



7. Дописати рівняння реакцій, вказати умови, назвати продукти реакцій. Пояснити будову, написати рівняння реакцій поетапної дисоціації комплексних іонів, константи нестійкості відповідних комплексів:



8. Обчислити відкриваний мінімум реакції амоній-катиону з реактивом Несслера, якщо для визначення необхідно 5 см^3 розчину, а граничне розбавлення розчину амоній-іона дорівнює $2 \cdot 10^7 \text{ см}^3/\text{г}$.

9. Є суха речовина $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$. Запропонувати схему аналізу цієї речовини (визначення катіона і аніона), написати рівняння хімічних реакцій. Указати умови, ознаки, тип реакцій, заважаючі йони. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, сила електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність до гідролізу тощо).

10. Під час визначення нітратів у м'ясопродуктах іонометричним методом одержано такі результати (мг/кг продукту): 8,5; 8,1; 8,0; 8,6; 8,7; 8,6. Розрахувати середнє, його довірчий інтервал ($P = 0,95$), оцінити відтворюваність визначення.

11. Визначення відсотковий вміст води і сухої речовини в цибулі, якщо при аналізі одержали такі дані: маса бюкса з наважкою цибулі – 15,9139 г, маса порожнього бюкса – 11,7451 г, маса бюкса з наважкою цибулі після висушування до постійної маси – 12,2372 г.

12. Наважку кухарської солі масою 1,0004 г розчинили в мірній колбі на 100,00 мл. Аліквотну частину одержаного розчину об'ємом 10 мл пропустили через хроматографічну колонку з катіонітом КУ-2 в H^+ -формі. Елюат відтитрували 17,08 мл 0,1002 М розчину NaOH. Визначити вміст NaCl в кухарській солі.

Варіант 5

1. Виразити концентрацію розчину всіма відомими способами:

$$\omega(CH_3COOH) = 8\%.$$

2. Розрахувати йонну силу розчину, в 1 л якого міститься по 0,1 моль $AlCl_3$ і $ZnSO_4$.

3. Обчислити ступінь дисоціації та константу дисоціації ацетатної кислоти, якщо 0,1 моль/л розчин її має $pH = 4,00$.

4. Знайти pH буферної системи, одержаної змішуванням 20 cm^3 розчину ацетатної кислоти з молярною концентрацією речовини CH_3COOH 0,1 моль/ dm^3 та 20 cm^3 розчину натрій ацетату з молярною концентрацією речовини CH_3COONa 0,2 моль/ dm^3 .

5. Розрахувати та порівняти розчинність (моль/л) $AgBr$ у воді та в 0,2 М розчині $NaBr$.

6. Дописати рівняння окисно-відновних реакцій, урівняти методом напівреакцій. Обґрунтувати напрям перебігу реакцій, вказати їх умови й ознаки. Визначити молярні маси речовин еквівалентів окисника та відновника.



7. Є 0,1 М розчини тетраамінкадмій дихлориду ($[Cd(NH_3)_4]Cl_2$) і дикалій тетраціанокадмату ($K_2[Cd(CN)_4]$). У якому розчині молярна концентрація речовини Cd^{2+} -іона більша? Відповідь підтвердити обчисленнями.

8. Граничне розбавлення для реакції калій-катіона з розчином натрій гідрогентартрату ($NaHC_4H_4O_6$) дорівнює 1000 cm^3/g . Знайти найменшу молярну концентрацію речовини калій хлориду у розчині, за якої K^+ -іон можна відкрити цією реакцією.

9. Є суха речовина $Cr(NO_3)_2$. Запропонувати схему аналізу цієї речовини (визначення катіона й аніона), написати рівняння хімічних реакцій. Указати

умови, ознаки, тип реакцій, заважаючі йони. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, сила електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність до гідролізу тощо).

10. Вміст Фосфору в рослинній сировині, отриманий спектрофотометричним методом із утворенням фосфорномолібденової (1) і фосфорнованадієвомолібденової (2) кислот, дорівнює (мкг/кг): 1) 3,3; 4,0; 3,0; 4,0; 2) 2,5; 4,0; 3,3; 4,2. Оцінити відтворюваність даних при використанні методик. Чи можна об'єднати всі дані в одну вибірку з метою оцінювання вмісту Фосфора у рослинній сировині?

11. У мірну колбу місткістю 250,0 мл внесли наважку білильного вапна масою 3,359 г, додали води до мітки. На йодометричне титрування 25,00 мл отриманого розчину було витрачено 18,29 мл розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ з титром $T(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}) = 0,002453$ г/мл. Розрахувати масову частку (%) активного хлору в білильному вапні.

12. У стандартних розчинах KNO_3 були поміряні електродні потенціали нітрат-селективного електроду відносно хлорсрібного електроду й одержані такі дані:

c , моль/дм ³	$1 \cdot 10^{-1}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-5}$
E , мВ	225	279	330	402	455

За одержаними даними побудували градувальний графік в координатах $E - \text{pc}(\text{NO}_3^-)$.

Досліджуваний розчин, що містить нітрат-іон, об'ємом 10,00 мл, розбавили дистильованою водою до 100,00 мл, поміряли електродний потенціал нітрат-селективного електроду в одержаному розчині: $E_x = 285$ мВ. Визначити концентрацію нітрат-іонів (моль/л) в аналізованому розчині.

Варіант 6

1. Виразити концентрацію розчину всіма відомими способами:

$$c\left(\frac{1}{3}\text{H}_3\text{PO}_4\right) = 0,1021 \text{ моль/л.}$$

2. Розрахувати йонну силу розчину, в 1 л якого міститься по 0,1 моль NH_4Cl і $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$.

3. Розрахувати молярну концентрацію карбонат-іонів та рН у 0,03 М розчині карбонатної кислоти.

4. Знайти рН і рОН буферної системи, що містить у 1 дм³ буферної системи 0,20 моль $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ і 0,15 моль NH_4Cl .

5. Розрахувати та порівняти розчинність (моль/л) BaSO_4 у воді та в 0,2 М розчині K_2SO_4 .

6. Дописати рівняння окисно-відновних реакцій, урівняти методом напівреакцій. Обґрунтувати напрям перебігу реакцій, вказати їх умови й ознаки. Визначити молярні маси речовин еквівалентів окисника та відновника.



7. Обчислити молярну концентрацію речовини Ag^+ -іона у 0,1 М розчині калій дицианоаргентату(I) ($\text{K}[\text{Ag}(\text{CN})_2]$).

8. Відкритий мінімум натрій-катиона за реакцією утворення $\text{NaZn}(\text{UO}_2)_3(\text{CH}_3\text{COO})_9 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ 12,5 мкг. Гранична концентрація 1 : 4000 г/см³. Розрахувати мінімальний об'єм гранично розбавленого розчину, граничне розбавлення, границю виявлення та показник чутливості реакції.

9. Є суха речовина K_2CrO_4 . Запропонувати схему аналізу цієї речовини (визначення катіона й аніона), написати рівняння хімічних реакцій. Вказати умови, ознаки, тип реакцій, заважаючі йони. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, сила електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність до гідролізу тощо).

10. Вимірювання рН буферного розчину проводили на двох потенціометрах різних типів. Отримали результати: 1) 3,70; 3,90; 4,12; 2) 4,20; 4,00; 4,15. Чи є значущою різниця точності цих приладів; різниця між середньоарифметичними величинами рН, отриманими за допомогою цих приладів?

11. Для визначення загальної твердості на титрування 100,0 мл води витратили 15,40 мл розчину трилону Б з титром 0,005420 г/мл. Для визначення постійної твердості 200,0 мл тієї ж води прокип'ятили, осад, що випав, відфільтрували, фільтрат довели до 250,0 мл. На титрування 100,0 мл фільтрату витратили 10,50 мл того ж розчину трилону Б. Розрахувати карбонатну твердість води.

12. З метою визначення аскорбінової кислоти (вітаміну С) в аналізованому розчині рефрактометричним методом було приготовлено два еталонні водні розчини з вмістом аскорбінової кислоти 4,44% та 6,36%, поміряно їх показники заломлення, величини яких дорівнюють 1,3400 і 1,3430 відповідно. Розрахувати вміст аскорбінової кислоти в аналізованому розчині, якщо його показник заломлення дорівнює 1,3420, а величина показника заломлення чистого розчинника – води, визначеного за тих самих умов, дорівнює 1,3330.

Варіант 7

1. Для надання кондитерським виробам і напівфабрикатам кислого смаку застосовують харчові кислоти: лимонну, молочну, яблучну та ін. Вони пом'якшують приторно-солодкий смак кондитерських виробів, наближаючи його до приємного кисло-солодкого смаку фруктів і ягід. Згідно з вказівками до рецептур харчові кислоти можуть бути взаємозамінними. Наприклад, передбачену рецептурою лимонну кислоту можна замінити яблучною в співвідношенні 1,00 : 1,2.

Розрахувати, яку масу яблучної кислоти треба зважити, щоб замінити нею лимонну кислоту в 500,0 мл розчину з молярною концентрацією лимонної кислоти 0,0545 моль/л?

2. Обчислити активність кожного йона в 0,01 М розчині KMnO_4 .

3. До розчину оксалатної кислоти ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) з молярною концентрацією речовини 0,05 моль/дм³ додали сильної кислоти до рН = 2,00. Обчислити рівноважну молярну концентрацію речовини оксалат-іонів у розчині.

4. Знайти рН і рОН буферної системи, що містить у 1 дм³ буферної системи по 0,25 моль $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ і NH_4Cl .

5. Розрахувати та порівняти розчинність (моль/л) SrSO_4 у воді та в 0,1 М розчині K_2SO_4 .

6. Дописати рівняння окисно-відновних реакцій, урівняти методом напівреакцій. Обґрунтувати напрям перебігу реакцій, вказати їх умови й ознаки. Визначити молярні маси речовин еквівалентів окисника та відновника.



7. Обчислити молярну концентрацію речовини Fe^{2+} -іонів і частку (%) розпаду комплексного йона у 0,1 М розчині тетракалій гексацианоферату(II) ($\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$).

8. Відкритий мінімум калій-катиона за реакцією утворення $\text{K}_2\text{Na}[\text{Co}(\text{NO}_2)_6]$ 4 мкг. Гранична концентрація 1 : 12500 г/см³. Розрахувати мінімальний об'єм гранично розбавленого розчину, показник чутливості реакції та молярну концентрацію речовини калій-катиона в розчині.

9. Є суха речовина Na_3PO_4 . Запропонувати схему аналізу цієї речовини (визначення катіона й аніона), написати рівняння хімічних реакцій. Указати умови, ознаки, тип реакцій, заважаючі йони. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, сила електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність до гідролізу тощо).

10. Вміст натрій цитрату в товарній формі відповідної харчової добавки, знайдений методом гальваностатичної кулонометрії в п'яти паралельних одиничних вимірюваннях, дорівнює (%): 100,42; 100,27; 100,13; 100,47; 100,50. Відомо, що статистична погрішність відсутня. Провести статистичну обробку результатів визначення (оцінити їх відтворюваність) при $P = 0,95$.

11. На 50 мл розчину $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ під час титрування витрачається 21,16 мл розчину KOH ($T = 0,01234$ г/мл). З іншого боку, на титрування 20,00 мл того ж розчину $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ у сульфатнокислому середовищі витрачається 19,67 мл розчину KMnO_4 . Визначити титр розчину KMnO_4 за киснем.

12. До 25,00 мл розчину, що містив 3,8 мкг/л Феруму(III), додали надлишок KSCN та розвели в мірній колбі водою до 50,00 мл. Яка оптична густина розчину, виміряна при 580 нм у кюветі завтовшки 2,5 см, якщо молярний коефіцієнт поглинання має величину $7 \cdot 10^3 \text{ л} \cdot \text{см}^{-1} \cdot \text{моль}^{-1}$?

Варіант 8

1. Виразити концентрацію розчину всіма відомими способами:

$$c\left(\frac{1}{2} \text{H}_2\text{SO}_4\right) = 0,1044 \text{ моль/л.}$$

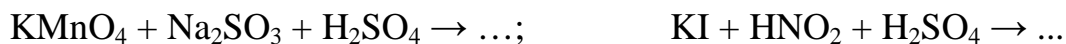
2. Обчислити активність кожною йона в 0,001 М розчині KClO_4 .

3. Розрахувати молярну концентрацію карбонат-іонів та рН у 0,03 М розчині карбонатної кислоти.

4. Знайти рН буферної системи, одержаної змішуванням 2 моль CH_3COOH і 1 моль CH_3COONa у 1 дм^3 розчину.

5. Розрахувати та порівняти розчинність (моль/л) CaSO_4 у воді та в 0,5 М розчині K_2SO_4 .

6. Дописати рівняння окисно-відновних реакцій, урівняти методом напівреакцій. Обґрунтувати напрям перебігу реакцій, указати їх умови й ознаки. Визначити молярні маси речовин еквівалентів окисника та відновника.



7. Є розчини однакової молярної концентрації дикалій тетраїодомеркурату ($\text{K}_4[\text{HgI}_4]$) і дикалій тетрацианомеркурату ($\text{K}_2[\text{Hg}(\text{CN})_4]$). Провести обчислення та показати, в якому розчині молярна концентрація речовини меркурій(2+)-іонів є більшою.

8. Відкриваний мінімум Ag^+ -іона за реакцією



складає 2 мкг. Гранична концентрація $1 : 25000 \text{ г/см}^3$. Обчислити показник чутливості реакції та мінімальний об'єм гранично розбавленого розчину.

9. Є суха речовина ZnSO_4 . Запропонувати схему аналізу цієї речовини (визначення катіона й аніона), написати рівняння хімічних реакцій. Указати умови, ознаки, тип реакцій, заважаючі йони. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, сила електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність до гідролізу тощо).

10. Вимірювання рН буферного розчину проводили на двох потенціометрах різних типів. Отримали результати: 1) 3,70; 3,90; 4,12; 2) 4,20; 4,00; 4,15. Чи є значущою різниця точності цих приладів; різниця між середньоарифметичними величинами рН, отриманими за допомогою цих приладів?

11. До розчину калій йодиду (KI), що містить сульфатну кислоту, додали 20,00 мл 0,1133 н. розчину KMnO_4 . Йод, що виділився, відтитрували 25,90 мл розчину натрій тіосульфату ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$). Знайти нормальність розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

12. Методом диференціальної фотометрії визначено вміст Мангану в полівітаміні. Для цього 8 таблеток масою по $\sim 1 \text{ г}$ розчинили, у розчині окиснили Манган до перманганату, перенесли у мірну колбу на 250,0 мл та довели водою до мітки. У другу таку ж мірну колбу внесено 14,00 мл окисненого до перманганату стандартного розчину з вмістом 1,25 мг/мл Mn та доведено водою до мітки. Вимірювали оптичну густину досліджуваного та стандартного розчинів стосовно розчину порівняння, який містив 0,005 мг/мл Мангану. Усі розчини фотометрували й одержали такі відносні оптичні густини: $A_{\text{відн,х}} = 0,320$; $A_{\text{відн,ст}} = 0,200$. Обчислити вміст Мангану в одній таблетці полівітаміну.

Варіант 9

1. Інвертним сиропом називають водний розчин рівних кількостей глюкози та фруктози (інвертного цукру). Його одержують шляхом гідролізу сахарози у водному розчині, який проходить у кислому середовищі при нагріванні. На кондитерських фабриках процес одержання інвертного сиропу часто проводять у присутності хлоридної кислоти, яку вводять у виді 10%-вого розчину в кількості 3 л на 1000 кг цукру, або 0,03% (у перерахунку на HCl) до маси цукру. Виконайте необхідні розрахунки й опишіть спосіб приготування 10%-вого водного розчину HCl з концентрованої хлоридної кислоти.

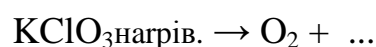
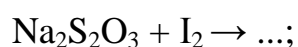
2. Розрахувати зарядну характеристику реакції гідролізу амоній сульфату та визначити, як впливає йонна сила на її перебіг.

3. Розрахувати рівноважну концентрацію карбонат-іонів при рН 4,00 у розчині карбонатної кислоти концентрації $1,25 \cdot 10^{-3}$ моль/дм³.

4. Знайти рН і рОН буферної системи, що містить у 1 дм³ буферної системи 1 моль $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ і 0,5 моль NH_4Cl .

5. Розрахувати та порівняти розчинність (моль/л) CaC_2O_4 у воді та в 0,01 М розчині $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$.

6. Дописати рівняння окисно-відновних реакцій, урівняти методом напівреакцій. Обґрунтувати напрям перебігу реакцій, указати їх умови та ознаки. Визначити молярні маси речовин еквівалентів окисника і відновника.



7. Обчислити молярну концентрацію речовини Co^{2+} -іонів і частку (%) розпаду комплексного йона у 0,2 М розчині гексаамінкобальт трихлориду ($[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]\text{Cl}_3$).

8. Відкриваний мінімум плюмбум(II)-катіона за реакцією зі станум дихлоридом (SnCl_2) і калій йодидом (KI), продуктом якої є сполука $\text{PbI}_2 \cdot \text{SnI}_2$, яка має інтенсивне оранжево-червоне забарвлення, 10 мкг, а гранична концентрація 1 : 5000 г/см³. Обчислити граничне розбавлення, мінімальний об'єм гранично розбавленого розчину, границю виявлення та показник чутливості.

9. Є суха речовина FeCl_3 . Запропонувати схему аналізу цієї речовини (визначення катіона й аніона), написати рівняння хімічних реакцій. Указати умови, ознаки, тип реакцій, заважаючі йони. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, сила електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність до гідролізу тощо).

10. Потенціометричним методом отримані такі результати визначення вмісту нітратів у картоплі (мг/кг продукту): 80, 100, 75, 90, 85. Оцінити наявність промахів у результатах аналізу.

11. На 50 мл розчину $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ під час титрування витрачається 21,16 мл розчину KOH ($T = 0,01234$ г/мл). З іншого боку, на титрування 20,00 мл того ж розчину $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ у сульфатнокислому середовищі витрачається 19,67 мл розчину KMnO_4 . Визначити титр розчину KMnO_4 за киснем.

12. Під час потенціометричного титрування аліквоти водного розчину ацетатної (оцтової) кислоти об'ємом 10,00 мл робочим розчином NaOH з концентрацією 0,0998 моль/л, були одержані такі результати:

V(NaOH), мл	8,00	9,00	9,50	9,90	10,00	10,10	10,50	11,00
pH	5,71	6,04	6,35	7,05	8,79	10,52	11,22	11,51

Визначити відсотковий вміст ацетатної кислоти в розчині.

Варіант 10

1. Виразити концентрацію розчину всіма відомими способами:

$$c(\frac{1}{3} \text{H}_3\text{PO}_4) = 0,0241 \text{ моль/л.}$$

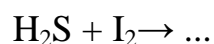
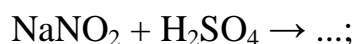
2. Розрахувати зарядну характеристику реакції гідролізу амоній карбонату й визначити, як впливає йонна сила на її перебіг.

3. Обчислити ступінь дисоціації азидної кислоти HN_3 у розчині з молярною концентрацією речовини HN_3 0,02 моль/л.

4. Знайти pH буферної системи, одержаної змішуванням 20 см^3 розчину амоніаку з молярною концентрацією речовини $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 0,1 моль/ дм^3 і 10 см^3 розчину амоній хлориду з молярною концентрацією речовини NH_4Cl 0,1 моль/ дм^3 .

5. Добуток розчинності аргентум йодиду (AgI) дорівнює $8,3 \cdot 10^{-17}$. Обчислити розчинність аргентум йодиду (у моль/ дм^3 і г/ дм^3).

6. Дописати рівняння окисно-відновних реакцій, урівняти методом напівреакцій. Обґрунтувати напрям перебігу реакцій, указати їх умови й ознаки. Визначити молярні маси речовин еквівалентів окисника та відновника.



7. Обчислити молярну концентрацію речовини аргентум(1+)-іонів у розчині, що містить в 1 дм^3 аргентум нітрат (AgNO_3) кількістю речовини 0,1 моль і амоніак (NH_3) кількістю речовини 1 моль.

8. Відкриваний мінімум барій-катіона (Ba^{2+}) за реакцією з динатрій родизонатом ($\text{Na}_2\text{C}_6\text{O}_6$) 0,25 мкг. Гранична концентрація 1 : 200000 г/ см^3 . Визначити решту параметрів чутливості цієї реакції.

9. Є суха речовина $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$. Запропонувати схему аналізу цієї речовини (визначення катіона й аніона), написати рівняння хімічних реакцій. Указати умови, ознаки, тип реакцій, заважаючі йони. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді,

кислотах, лугах, сила електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність до гідролізу тощо).

10. Потенціометричним методом отримані такі результати визначення вмісту нітратів у картоплі (мг/кг продукту): 80, 100, 75, 90, 85. Оцінити наявність промахів у результатах аналізу.

11. Сульфур, що міститься в трьох таблетках цукрозамінника сахарину ($C_7H_5NO_3S$) загальною масою 0,1180 г, спочатку окиснили, а потім осадили у вигляді $BaSO_4$. Обчислити середню масу сахарину в одній таблетці.

12. Таблетку аскорбінової кислоти масою 2,0000 г розчинили в 250,00 мл води. Аліквотну частину об'ємом 25,00 мл помістили в кулонометричну комірку, додали розчин калій броміду та провели кулонометричне титрування генерованим бромом при 120 мА протягом 7 хв 30 с. Знайти масову частку аскорбінової кислоти в таблетці.

Варіант 11

1. Із метою збагачення харчових продуктів корисними вітамінами, макро- та мікронутрієнтами, їх можна вводити в певних кількостях до рецептурного складу цих продуктів. Наприклад, кількість вітаміну С (аскорбінової кислоти) у збагачених на вітамін С продуктах повинна складати 30...50% від добової потреби в ньому людини.

Розрахувати максимальну масу вітаміну С, яку можна ввести до рецептури желейного продукту, якщо під час його приготування втрачається до 25% введеного вітаміну (розрахунок провести на 1000 г продукту). За добову потребу вважати 75 мг.

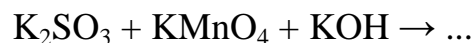
2. Скласти рівняння матеріального балансу та рівняння електронейтральності для 0,1 моль/л розчину Na_3PO_4 .

3. Обчислити рівноважну молярну концентрацію оксалат-іонів у розчині з молярною концентрацією речовини оксалатної кислоти ($H_2C_2O_4$) 0,05 моль/дм³ при рН = 4,30.

4. Знайти рН буферної системи, одержаної змішуванням 20 см³ розчину амоніаку з молярною концентрацією речовини $NH_3 \cdot H_2O$ 0,1 моль/дм³ і 10 см³ розчину амоній хлориду з молярною концентрацією речовини NH_4Cl 0,2 моль/дм³.

5. В 1 дм³ насиченого за кімнатної температури розчину міститься сіль $AgIO_3$ масою 0,044 г. Обчислити добуток розчинності аргентум триоксойодату(V) $AgIO_3$.

6. Дописати рівняння окисно-відновних реакцій, урівняти методом напівреакцій. Обґрунтувати напрям перебігу реакцій, указати їх умови й ознаки. Визначити молярні маси речовин еквівалентів окисника та відновника.



7. Обчислити молярну концентрацію речовини аргентум(1+)-іонів у розчині, що містить в 1 дм³ аргентум нітрат (AgNO_3) кількістю речовини 0,1 моль і калій ціанід (KCN) кількістю речовини 2 моль.

8. Відкриваний мінімум стронцій-катиона (Sr^{2+}) за реакцією з динатрій родизонатом ($\text{Na}_2\text{C}_6\text{O}_6$) 3,9 мкг. Гранична концентрація 1 : 12000 г/см³. Визначити решту параметрів чутливості цієї реакції та молярну концентрацію речовини еквівалента стронцій-катиона у розчині.

9. Є суха речовина CuCl_2 . Запропонувати схему аналізу цієї речовини (визначення катиона й аніона), написати рівняння хімічних реакцій. Указати умови, ознаки, тип реакцій, заважаючі йони. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, сила електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність до гідролізу тощо).

10. Вміст бромід-іонів у стандартному зразку мінеральної води складає за паспортом 0,019 г/л, а за даними потенціометричного аналізу – 0,08; 0,01; 0,019; 0,007; 0,016; 0,007 г/л. Чи можна стверджувати на основі результатів аналізу стандартного зразка, що методика визначення має погрішність?

11. Знайти масу йоду, що міститься в аналізованому розчині, якщо на титрування його було витрачено 20,00 мл 0,1040 н. розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

12. Кокосове масло застосовують для повної або часткової заміни у рецептурах цукерок какао-масла. Рефрактометричним методом встановлено, що показники заломлення еталонних зразків кокосового та какао-масла при 40°C дорівнюють 1,450 і 1,458 відповідно. Розрахувати співвідношення кокосового масла і какао-масла в їх суміші, показник заломлення якої дорівнює 1,454.

Варіант 12

1. Методом кулонометричного титрування 5,00 г розведеного водою в сім разів концентрату соку яблучного встановлено, що загальний вміст кислот у ньому (у перерахунку на яблучну кислоту) складає 0,0635 моль/л. Розрахувати відсотковий вміст кислот (у перерахунку на яблучну кислоту) в нерозведеному концентраті соку яблучного.

2. Обчислити йонну силу розчину, що містить 0,1 моль/л NaCl і 0,001 моль/л Na_3PO_4 .

3. Обчислити рівноважні молярні концентрації дигідроген сульфїду та гїдрогенсульфїд(1-)-анїону в 0,1 М розчинї сульфїдної кислоти при рН = 5,00.

4. Знайти рН буферної системи, одержаної змїшуванням 25 см³ розчину амонїаку з молярною концентрацією речовини NH₃·H₂O 0,1 моль/дм³ і 20 см³ розчину амонїй хлориду з молярною концентрацією речовини NH₄Cl 0,1 моль/дм³.

5. Добуток розчинності барїй сульфату (BaSO₄) дорівнює 1,1·10⁻¹⁰. Обчислити розчинність барїй сульфату (у моль/дм³, г/дм³).

6. Дописати рївняння окисно-вїдновних реакцій, урївняти методом напївреакцій. Обгрунтувати напрям перебігу реакцій, указати їх умови й ознаки. Визначити молярні маси речовин еквівалентів окисника та вїдновника.



7. Дописати рївняння реакцій, указати умови, назвати продукти реакцій. Пояснити будову, написати рївняння реакцій постадїйної дисоціації комплексних іонів, константи нестїйкості вїдповїдних комплексів:



8. У мїрній колбї об'ємом 1 дм³ розчинили аргентум нїтрат (AgNO₃) масою 1,57 г. Знайдено, що при розбавляннї цього розчину в 25 разів виходить реакція аргентум-катїона з дикалїй дихроматом (K₂Cr₂O₇). При бїльшому розбавляннї реакція стає ненадїйною. Обчислити вїдкриваний мїнїмум і граничну концентрацію для цїєї реакції, якщо вона проходить з краплиною розчину об'ємом 0,02 см³.

9. Є суха речовина MnSO₄. Запропонувати схему аналізу цїєї речовини (визначення катїона й анїона), написати рївняння хїмїчних реакцій. Указати умови, ознаки, тип реакцій, заважаючі йони. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (агрегатний стан, забарвлення, розчинність у водї, кислотах, лугах, сила електролїту, окисно-вїдновнї властивостї, амфотернї властивостї, здатність до гїдролїзу тощо).

10. Пїд час визначення нїтратів у кавунах методом прямої потенціометрії одержано такі результати (мкг/г продукту): 0,28; 0,27; 0,25; 0,32; 0,26. Розрахувати середнє, його довїрчий інтервал (P = 0,95), оцїнити вїдтворюваність визначення.

11. Визначити масову частку (%) їндиферентних домїшок у реактивї MgSO₄·7H₂O, якщо пїсля розчинення наважки реактиву масою 0,2000 г Магнїй вїдтитрували 14,64 мл 0,0550 М розчином трилону Б.

12. У стандартних розчинах KNO_3 були поміряні електродні потенціали нітрат-селективного електроду відносно хлорсрібного електроду й одержані такі дані:

c , моль/дм ³	$1 \cdot 10^{-1}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-5}$
E , мВ	225	279	330	402	455

За одержаними даними побудували градувальний графік у координатах $E - p c(\text{NO}_3^-)$.

Досліджуваний розчин, що містить нітрат-іон, об'ємом 10,00 мл, розбавили дистильованою водою до 100,00 мл і поміряли електродний потенціал нітрат-селективного електроду в одержаному розчині: $E_x = 300$ мВ. Визначити концентрацію нітрат-іонів (моль/л) в аналізованому розчині.

Варіант 13

1. Виразити концентрацію розчину всіма відомими способами:

$$\omega(\text{CH}_3\text{COOH}) = 3\%.$$

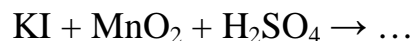
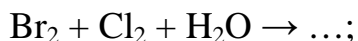
2. Розрахувати йонну силу розчину, в 1 дм³ якого міститься по 0,1 моль $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ та ZnSO_4 .

3. Ступінь дисоціації в 0,1 М розчині ацетатної кислоти дорівнює 1,3%. Знайти масу речовини H^+ -іонів у цьому розчині об'ємом 1 дм³.

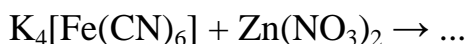
4. Буферний розчин, який складається з 0,4 М розчину ацетатної кислоти та 0,15 М розчину натрій ацетату, має $\text{pH} = 4,35$. Яка буферна ємність цього розчину?

5. Добуток розчинності аргентум йодиду (AgI) дорівнює $8,3 \cdot 10^{-17}$. Обчислити розчинність аргентум йодиду (у моль/дм³ і г/дм³).

6. Дописати рівняння окисно-відновних реакцій, урівняти методом напівреакцій. Обґрунтувати напрям перебігу реакцій, указати їх умови й ознаки. Визначити молярні маси речовин еквівалентів окисника та відновника.



7. Дописати рівняння реакцій, указати умови, назвати продукти реакцій. Пояснити будову, написати рівняння реакцій поетапної дисоціації комплексних іонів, константи нестійкості відповідних комплексів:



8. Відкриваний мінімум алюміній-катиона за допомогою алізарину S 0,15 мкг. Гранична концентрація $1 : 333000$ г/см³. Обчислити мінімальний об'єм гранично розбавленого розчину і молярну концентрацію речовини еквівалента Al^{3+} -іона у розчині.

9. Є суха речовина $Pb(CH_3COO)_2$. Запропонувати схему аналізу цієї речовини (визначення катіона й аніона), написати рівняння хімічних реакцій. Указати умови, ознаки, тип реакцій, заважаючі йони. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, сила електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність до гідролізу тощо).

10. При визначенні вологості (%) у двох зразках крупи отримали такі результати: 1) 28,7; 29,8; 28,5; 28,0; 28,8; 28,2; 2) 26,5; 28,6; 28,4; 29,9. Чи можна зробити висновок, що вологість двох зразків однакова? Якщо можна, то розрахуйте її, використовуючи дані обох серій. Якщо не можна, розрахуйте вологість кожного зразка окремо.

11. Під час визначення карбонатної твердості води на титрування 200,0 мл води витратили 10,25 мл 0,1 М розчину HCl ($K = 0,9845$). Під час визначення загальної твердості на 100,0 мл тієї ж води витратили 15,12 мл 0,05 М розчину трилону Б ($K = 0,8918$). Розрахувати загальну і постійну твердість води.

12. У стандартних розчинах солі кальцію були поміряні електродні потенціали кальцій-селективного електроду відносно хлорсрібного електроду й одержані такі дані:

a , моль/дм ³	$1 \cdot 10^{-1}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-4}$
E , мВ	-27	-3	22	47

За одержаними даними побудували градувальний графік в координатах $E-pa(Ca^{2+})$.

Досліджуваний розчин, що містить іони кальцію, об'ємом 10,00 мл, розбавили дистильованою водою до 100,00 мл і поміряли електродний потенціал кальцій-селективного електроду в одержаному розчині: $E_x = 12$ мВ. Визначити активність кальцій-іонів (моль/л) в аналізованому розчині.

Варіант 14

1. Виразити концентрацію розчину всіма відомими способами:

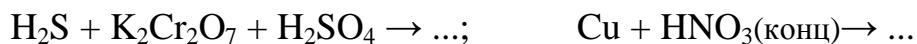
$$c(H_2SO_4) = 0,0252 \text{ моль/л.}$$

2. Обчислити активність кожною йона в 0,001 М розчині KI.

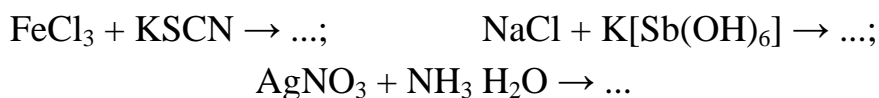
3. Обчислити ступінь дисоціації бензойної кислоти в розчині з молярною концентрацією речовини 0,1025 моль/л.

4. Буферний розчин, який складається з 0,1 М розчину ацетатної кислоти та 0,1 М розчину натрій ацетату, має $pH = 4,75$. Яка буферна ємність цього розчину?

5. Дописати рівняння окисно-відновних реакцій, урівняти методом напівреакцій. Обґрунтувати напрям перебігу реакцій, указати їх умови й ознаки. Визначити молярні маси речовин еквівалентів окисника та відновника.



6. Дописати рівняння реакцій, указати умови, назвати продукти реакцій. Пояснити будову, написати рівняння реакцій поетапної дисоціації комплексних іонів, константи нестійкості відповідних комплексів:



7. Реакція цианід-іона (CN^-) з аргентум нітратом ($AgNO_3$) виходить з краплиною розчину об'ємом $3 \cdot 10^{-4} \text{ см}^3$. Відкриваний мінімум реакції дорівнює 0,006 мкг. Обчислити граничну концентрацію та граничне розбавлення досліджуваного розчину.

8. Які маси та кількості речовин аргентум(1+)-іона містяться в 1 дм^3 насичених розчинів аргентум хлориду ($AgCl$), аргентум броміду ($AgBr$), аргентум йодиду (AgI)?

9. Є суха речовина $NiSO_4$. Запропонувати схему аналізу цієї речовини (визначення катіона й аніона), написати рівняння хімічних реакцій. Указати умови, ознаки, тип реакцій, заважаючі йони. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, сила електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність до гідролізу тощо).

10. Під час комплексонометричного визначення загальної твердості водопровідної води були одержані такі результати (ммоль/л): 5,76; 6,11; 6,00; 5,82; 5,94; 6,03. Провести статистичну обробку результатів аналізу ($P = 0,95$).

11. На титрування 20,00 мл розчину сульфатної кислоти витрачено 19,50 мл 0,0096 н. розчину калій гідроксиду. Розрахувати нормальність розчину сульфатної кислоти і $T(H_2SO_4/KOH)$.

12. У стандартних розчинах солі Кальцію були поміряні електродні потенціали кальцій-селективного електроду відносно хлорсрібного електрода й одержані такі дані:

a , моль/дм ³	$1 \cdot 10^{-1}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-4}$
E , мВ	-27	-3	22	47

За одержаними даними побудували градувальний графік в координатах $E-pa(\text{Ca}^{2+})$.

Досліджуваний розчин, що містить іони Ca^{2+} , об'ємом 25,00 мл, розбавили дистильованою водою до 200,00 мл і поміряли електродний потенціал кальцій-селективного електроду в одержаному розчині: $E_x = 8$ мВ. Визначити активність іонів Ca^{2+} (моль/л) в аналізованому розчині.

Варіант 15

1. Виразити концентрацію розчину всіма відомими способами:

$$c(\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4) = 0,1012 \text{ моль/л.}$$

2. Обчислити активність кожного йона в 0,01 М розчині NaBr.

3. Порівняти рН у розчинах хлоридної й ацетатної кислот з молярними концентраціями речовин гідроген хлориду й ацетатної кислоти 0,05 моль/дм³.

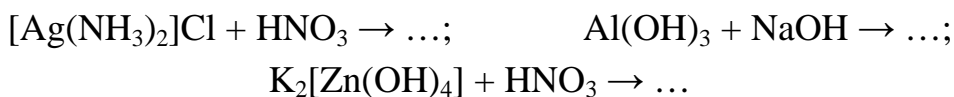
4. Знайти рН і рОН буферної системи, що містить у 1 дм³ буферної системи по 0,25 моль $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ і NH_4Cl .

5. До 50 см³ 0,001 М розчину гідроген броміду HBr додали 450 см³ 0,0001 М розчину аргентум нітрату(V) (AgNO_3). Обчислити, чи утвориться осад аргентум броміду AgBr.

6. Дописати рівняння окисно-відновних реакцій, урівняти методом напівреакцій. Обґрунтувати напрям перебігу реакцій, указати їх умови й ознаки. Визначити молярні маси речовин еквівалентів окисника та відновника.



7. Дописати рівняння реакцій, указати умови, назвати продукти реакцій. Пояснити будову, написати рівняння реакцій постадійної дисоціації комплексних іонів, константи нестійкості відповідних комплексів:



8. Відкриваний мінімум цинк-катіона за реакцією утворення «ринманової зелені» дорівнює 0,6 мкг, гранична концентрація 1 : 3300 г/см³. Обчислити інші параметри чутливості цієї реакції.

9. Є суха речовина KI. Запропонувати схему аналізу цієї речовини (визначення катіона й аніона), написати рівняння хімічних реакцій. Указати умови, ознаки, тип реакцій, заважаючі йони. Охарактеризувати аналітичні ознаки одержаних сполук (агрегатний стан, забарвлення, розчинність у воді, кислотах, лугах, сила електроліту, окисно-відновні властивості, амфотерні властивості, здатність до гідролізу тощо).

10. Із метою перевірки правильності хроматографічної (1) методики визначення нітрит-іонів скористалися атестованою спектрофотометричною (2) методикою. Отримали такі результати аналізу одного й того ж самого зразка (мкг/мл): 1) 1,04; 1,12; 0,98; 1,08; 1,11; 2) 1,24; 1,22; 1,30; 1,09; 1,17. Чи можна стверджувати про наявність систематичної погрішності в хроматографічній методиці?

11. На титрування розчину Кальцію, отриманого з наважки м'яса масою 10,00 г, було витрачено 3,10 мл 0,0730 моль/л розчину трилону Б. Розрахувати вміст Кальцію (мас.%), що міститься в м'ясі?

12. У мірній колбі на 500,0 мл розбавили дистильованою водою 25,00 мл мінеральної води. Пробу води та серію стандартних розчинів, що містили CaCl_2 , фотометрували. Результати фотометрування такі:

Стандартний розчин					Проба
$c(\text{Ca})$, мг/л	10,0	30,0	50,0	70,0	?
I	16,0	47,6	80,2	111,0	32,0

Побудувати градуирований графік та визначити вміст Кальцію (мг/л) у досліджуваній воді.

ДОДАТКИ

Способи вираження концентрації речовини в розчині

Масова частка розчиненої речовини в розчині – це відношення маси $m(X)$ компонента, що міститься в розчині (системі), до загальної маси цього розчину (цієї системи) $m(X(p))$.

$$\text{Форма запису: } \omega(X) = \frac{m(X)}{m(X(p))}.$$

Одиниця вимірювання відносна. Її виражають у частках одиниці, у відсотках (сота частка одиниці, %), проміле (тисячна частка одиниці, ‰), у мільйонних частках, ppm (млн⁻¹ – відношення числа масових частин компонента системи до 10⁶ масових частин системи), у мільярдних частках, ppb (млрд⁻¹ – відношення числа масових частин компонента системи до 10⁹ масових частин системи).

Молярна або мольна частка розчиненої речовини X у розчині – це відношення кількості речовини компонента X (у молях), що міститься в цьому розчині, до загальної кількості речовин у розчині (у молях).

$$\text{Форма запису: } \chi(X) = \frac{n(X)}{n(X) + n(Y) + \dots} \quad (\chi \text{ читається «капа»}).$$

Одиниця вимірювання відносна. Допускається виражати мольну частку в таких же одиницях, як і масову частку розчиненої речовини в розчині.

Моляльність розчиненої речовини X у розчині – це відношення кількості розчиненої речовини X ($n(X)$) до маси (m) розчинника Y.

$$\text{Форма запису: } b(X/Y) = \frac{n(X)}{m(Y)}.$$

Одиниця вимірювання – моль/кг.

Молярна концентрація речовини в розчині – це кількість речовини в молях ($n(X)$), що міститься в розчині, поділена на об'єм цього розчину – $V(X(p))$.

$$\text{Форма запису: } c(X) = \frac{n(X)}{V(X(p))} \quad \text{або} \quad c(X) = \frac{m(X)}{M(X) \cdot V(X(p))}.$$

Одиниця вимірювання – моль/дм³, для водних розчинів допускається моль/л (М).

Зв'язок молярної концентрації речовини у розчині з масовою часткою розчиненої речовини в розчині виражається формулою:

$$c(X) = \frac{10 \cdot \omega(X) \cdot \rho(X(p))}{M(X)}.$$

Молярна концентрація речовини еквівалента в розчині – кількість речовини еквівалента [$n(f_{екв}(X)X)$] у молях, що міститься в розчині, поділена на об'єм цього розчину [$V(X(p))$].

$$\text{Форма запису: } c(f_{екв}(X)X) = \frac{n(f_{екв}(X)X)}{V(X(p))} = \frac{m(X)}{M(f_{екв}(X)X) \cdot V(X(p))}.$$

Одиниця вимірювання – моль/дм³; для водних розчинів – моль/л.

Молярна концентрація речовини еквівалента у розчині дорівнює молярній концентрації речовини у розчині, поділеній на фактор еквівалентності:

$$c(f_{екв}(X)X) = c(X)/f_{екв}(X).$$

Коефіцієнти активності різних іонів
(приблизні величини)

Йонна сила	Заряд іона (по модулю)					
	1	2	3	4	5	6
0,05	0,84	0,50	0,21	0,062	0,013	0,0019
0,1	0,81	0,44	0,16	0,037	0,0058	0,00060
0,2	0,80	0,41	0,14	0,028	0,0038	0,00033
0,3	0,81	0,42	0,14	0,032	0,0046	0,00043
0,4	0,82	0,45	0,17	0,042	0,0072	0,00082
0,5	0,84	0,50	0,21	0,062	0,013	0,0020
0,6	0,87	0,56	0,27	0,098	0,027	0,0054
0,7	0,89	0,63	0,36	0,16	0,058	0,016
0,8	0,92	0,72	0,48	0,27	0,13	0,054
0,9	0,96	0,83	0,66	0,48	0,31	0,19
1,0	0,99	0,96	0,91	0,85	0,78	0,69

Константи іонізації слабких кислот та основ

Наведені ступінчаті константи іонізації кислот та основ за кімнатної температури та нульовій іонній силі розчину.

Назва	Формула	K	pK
<i>К и с л о т и</i>			
Азидна	HN_3	$2,0 \cdot 10^{-5}$	4,70
Ацетатна (етанова)	CH_3COOH	$1,74 \cdot 10^{-5}$	4,76
Бензойна	$\text{C}_6\text{H}_5\text{COOH}$	$6,3 \cdot 10^{-5}$	4,20
Гідроген пероксид	H_2O_2	$2,0 \cdot 10^{-12}$	11,70
Карбонатна	H_2CO_3	K_1 $4,5 \cdot 10^{-7}$	6,35
		K_2 $4,8 \cdot 10^{-11}$	10,32
Нітритна	HNO_2	$6,9 \cdot 10^{-4}$	3,16
Оксалатна	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$	K_1 $5,6 \cdot 10^{-2}$	1,25
		K_2 $5,4 \cdot 10^{-5}$	4,27
Сульфитна	H_2SO_3	K_1 $1,4 \cdot 10^{-2}$	1,85
		K_2 $6,2 \cdot 10^{-8}$	7,20
Сульфідна	H_2S	K_1 $1,0 \cdot 10^{-7}$	7,0
		K_2 $2,5 \cdot 10^{-13}$	12,60
Флуоридна	HF	$6,2 \cdot 10^{-4}$	3,21
Форміатна	HCOOH	$1,8 \cdot 10^{-4}$	3,75
Фосфатна(V)	H_3PO_4	K_1 $7,1 \cdot 10^{-3}$	2,15
		K_2 $6,2 \cdot 10^{-8}$	7,21
		K_3 $5,0 \cdot 10^{-13}$	12,3
Цианідна	HCN	$5,0 \cdot 10^{-10}$	9,30
<i>О с н о в и</i>			
Амоніака розчин	$\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$	$1,76 \cdot 10^{-5}$	4,755
Кальцій гідроксид	Ca(OH)_2	K_2 $4,0 \cdot 10^{-2}$	1,40

Добутки розчинності найважливіших малорозчинних речовин

Формула речовини	ДР	рДР	Формула речовини	ДР	рДР
AgBr	$5,3 \cdot 10^{-13}$	12,28	Cu ₂ O	$1 \cdot 10^{-14}$	14,0
AgCl	$1,78 \cdot 10^{-10}$	9,75	Cu(OH) ₂	$2,2 \cdot 10^{-20}$	19,66
Ag ₂ CrO ₄	$1,1 \cdot 10^{-12}$	11,95	Fe(OH) ₂	$8 \cdot 10^{-16}$	15,1
Ag ₂ Cr ₂ O ₇	$1 \cdot 10^{-10}$	10	Fe(OH) ₃	$6,3 \cdot 10^{-38}$	37,2
AgI	$8,3 \cdot 10^{-17}$	16,08	MgF ₂	$6,5 \cdot 10^{-9}$	8,19
Ag ₂ O	$1,6 \cdot 10^{-8}$	7,80	Mg(OH) ₂	$6,0 \cdot 10^{-10}$	9,22
Ag ₂ SO ₄	$1,6 \cdot 10^{-5}$	4,80	Mg ₃ (PO ₄) ₂	$1 \cdot 10^{-13}$	13,0
Al(OH) ₃	$1 \cdot 10^{-32}$	32,0	MnCO ₃	$1,8 \cdot 10^{-11}$	10,74
BaCO ₃	$4,0 \cdot 10^{-10}$	9,40	MnC ₂ O ₄	$5 \cdot 10^{-6}$	5,3
BaC ₂ O ₄	$1,1 \cdot 10^{-7}$	6,96	Mn(OH) ₂	$1,9 \cdot 10^{-13}$	12,72
BaCrO ₄	$1,2 \cdot 10^{-10}$	9,93	Mn(OH) ₃	$1 \cdot 10^{-36}$	36
Ba(OH) ₂	$5,0 \cdot 10^{-3}$	2,3	Mn(OH) ₄	$1 \cdot 10^{-56}$	56
BaSO ₄	$1,1 \cdot 10^{-10}$	9,97	MnS	$2,5 \cdot 10^{-10}$	9,60
CaC ₄ H ₄ O ₆	$7,7 \cdot 10^{-7}$	6,11	Ni(C ₄ H ₇ O ₂ N ₂) ₂	$2,3 \cdot 10^{-25}$	24,64
CaCO ₃	$3,8 \cdot 10^{-9}$	8,42	NiCO ₃	$1,3 \cdot 10^{-7}$	6,87
CaC ₂ O ₄	$2,3 \cdot 10^{-9}$	8,64	NiC ₂ O ₄	$4 \cdot 10^{-10}$	9,4
CaCrO ₄	$7,1 \cdot 10^{-4}$	3,15	Ni(OH) ₂	$2,0 \cdot 10^{-15}$	14,89
CaHPO ₄	$2,7 \cdot 10^{-7}$	6,57	PbCO ₃	$7,5 \cdot 10^{-14}$	13,13
Ca ₃ (PO ₄) ₂	$2,0 \cdot 10^{-29}$	28,70	PbC ₂ O ₄	$4,8 \cdot 10^{-10}$	9,32
CaSO ₄	$2,5 \cdot 10^{-5}$	4,6	PbCl ₂	$1,6 \cdot 10^{-5}$	4,79
CdCO ₃	$1,0 \cdot 10^{-12}$	12,0	PbCrO ₄	$1,8 \cdot 10^{-14}$	13,75
Cd(OH) ₂	$2,2 \cdot 10^{-14}$	13,66	PbI ₂	$1,1 \cdot 10^{-9}$	8,98
CoCO ₃	$1,05 \cdot 10^{-10}$	9,98	Pb(OH) ₂ (черв.)	$5 \cdot 10^{-16}$	15,3
CoC ₂ O ₄	$6,3 \cdot 10^{-8}$	7,2	PbSO ₄	$1,6 \cdot 10^{-8}$	7,80
Co(OH) ₂ (блак.)	$6,3 \cdot 10^{-15}$	14,20	SrCO ₃	$1,1 \cdot 10^{-10}$	9,96
Co(OH) ₂ (рож.)	$1,6 \cdot 10^{-15}$	14,80	SrC ₂ O ₄	$1,6 \cdot 10^{-7}$	6,80
Co(OH) ₃	$4 \cdot 10^{-45}$	44,4	SrCrO ₄	$3,6 \cdot 10^{-5}$	4,44
Cr(OH) ₃	$6,3 \cdot 10^{-31}$	30,20	SrSO ₄	$3,2 \cdot 10^{-7}$	6,49
CuCO ₃	$2,5 \cdot 10^{-10}$	9,6	ZnCO ₃	$1,45 \cdot 10^{-11}$	10,84
CuC ₂ O ₄	$3 \cdot 10^{-8}$	7,5	Zn(OH) ₂	$1,2 \cdot 10^{-17}$	16,92
CuCrO ₄	$3,6 \cdot 10^{-6}$	5,44	Zn ₃ (PO ₄) ₂	$9,1 \cdot 10^{-33}$	32,04
Cu(IO ₃) ₂	$7,4 \cdot 10^{-8}$	7,13	ZnS	$2,5 \cdot 10^{-22}$	

Параметри чутливості реакції

Відкриваний мінімум або абсолютна чутливість ($m_{\min}(X)$) – це найменша маса речовини, яка відкривається дією даного реактиву за певних умов. Одиниці вимірювання: мкг (10^{-6} г), нг (10^{-9} г), пг (10^{-12} г).

Мінімальний об'єм гранично розбавленого розчину ($V_{\min}(X_{(p.)})$) – об'єм досліджуваного розчину, що містить відкриваний мінімум. Одиниця вимірювання – см³.

Граничне розбавлення (чутливість визначення) ($V_{\text{гран}}(X_{(p.)})$) – це величина, обернена граничній концентрації; вона показує, в якому найбільшому об'ємі (у см³) досліджуваного розчину міститься досліджувана речовина масою 1 г. Одиниця вимірювання – см³/г.

Гранична (або найменша) концентрація ($c_{\text{гран}}(X)$) – це відношення однієї масової частини речовини, яку виявляють, до найменшої маси розчинника, вираженої в тих же одиницях. Якщо розчинником є вода, то число грамів її дорівнює числу кубічних сантиметрів, тому масу розчину можна вважати рівною масі розчинника, а оскільки розчин дуже розбавлений, то число грамів його прирівнюють числу кубічних сантиметрів. Одиниця вимірювання – г/см³.

Границя (або межа) виявлення ($c_{\min, P}(X)$) – це найменша маса речовини, яку можна виявити цією реакцією із заданою ймовірністю Р. Для впевненого виявлення Р повинна дорівнювати одиниці, тому часто користуються $c_{\min, 1}(X)$. Це найменший вміст речовини X, яку виявляють, при якому сигнал настільки інтенсивний, що завжди одержують позитивний результат. Одиниця вимірювання – г/см³.

Показник чутливості (pD) – це від'ємний десятковий логарифм границі виявлення.

Q-тест за $P = 0,95$

<i>П</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>
<i>Q</i>	0,94	0,77	0,64	0,56	0,51	0,48	0,46	0,44	0,41

Коефіцієнти Стьюдента ($t_{P,f}$) за $P = 0,95$

<i>f</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>
<i>t</i>	12,71	4,30	3,18	2,78	2,57	2,45	2,36	2,31	2,26

F-критерій за $P = 0,95$

$f_2 \backslash f_1$	1	2	3	4	5	6	8	10	12	20
1	161	200	216	225	230	234	239	242	244	248
2	18,51	19,00	19,16	19,25	19,30	19,33	19,37	19,39	19,41	19,44
3	10,13	9,55	9,28	9,12	9,01	8,94	8,84	8,78	8,74	8,66
4	7,71	6,94	6,59	6,39	6,26	6,16	6,04	5,96	5,91	5,80
5	6,61	5,79	5,41	5,19	5,05	4,95	4,82	4,74	4,68	4,56
6	5,99	5,14	4,76	4,53	4,39	4,28	4,15	4,06	4,00	3,87
7	5,59	4,74	4,35	4,12	3,97	3,87	3,73	3,63	3,57	3,44
8	5,32	4,46	4,07	3,84	3,69	3,58	3,44	3,34	3,28	3,15
9	5,12	4,26	3,86	3,63	3,48	3,37	3,23	3,13	3,07	2,93
10	4,96	4,10	3,71	3,48	3,33	3,22	3,07	2,97	2,91	2,77

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Харитонов Ю. Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ : учеб. для вузов / Ю. Я. Харитонов. – М. : Высш. шк., 2005. – 615 с.

2. Харитонов Ю. Я. Аналитическая химия (аналитика). В 2 кн. Кн. 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа : учеб. для вузов / Ю. Я. Харитонов. – М. : Высш. шк., 2003. – 559 с.

3. Добровольська О. В. Лабораторний практикум з аналітичної хімії. Частина 1. Якісний аналіз : навч. посібник / О. В. Добровольська, І. С. Смірнова. – Х. : ХДУХТ, 2004. – 96 с.

4. Добровольська О. В. Лабораторний практикум з аналітичної хімії. Частина 2. Кількісний аналіз : навч. посібник / О. В. Добровольська, О. І. Упатова, І. М. Гурікова. – Х. : ХДУХТ, 2005. – 179 с.

5. Пілюгіна І. С. Хімія і методи дослідження сировини і матеріалів. Загальні основи аналітичної хімії : лабораторний практикум. Навч. посібник / І. С. Пілюгіна, О. В. Добровольська, Н. В. Мурликіна. – Х. : ХДУХТ, 2008. – 354 с.

6. Лурье Ю. Ю. Справочник по аналитической химии / Ю. Ю. Лурье. – М. : Химия, 1989. – 448 с.

Навчальне електронне видання
комбінованого типу
Можна використовувати в локальному та мережному режимах

ХАРЧОВА ХІМІЯ. РОЗДІЛ 1

Частина 2. Основи хімічного аналізу харчових систем

Методичні вказівки
до самостійної роботи та виконання індивідуальних
домашніх завдань

для студентів денної форми навчання за спеціальністю 181
«Харчові технології та інженерія»

Укладач
ДОБРОВОЛЬСЬКА Олена Владиславівна

Відповідальний за випуск зав. кафедри хімії, мікробіології та гігієни харчування,
д-р техн. наук, проф. В. В. Євлаш

Техн. редактор А. О. Гончарова

План 2017 р., поз. 62 /

Підп. до друку 20.03.2017 р. Один електронний опт. диск (CD-ROM); супровідна
документація. Об'єм даних 1,08 Мб. Тираж 100 прим.

Видавець і виготівник
Харківський державний університет харчування та торгівлі
вул. Клочківська, 333, Харків, 61051.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4417 від 10.10.2012 р.