

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ Й НАУКИ, МОЛОДІ Й СПОРТУ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ ІНСТИТУТ

«Затверджую»
Директор АДІ ДВНЗ«ДонНТУ»
М.М. Чальцев
«_____» _____ 2011 р.

Кафедра «Загальнонаукові дисципліни»

**МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК
ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ХІМІЇ
(ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ 0401) – "ПРИРОДНІ НАУКИ"
(НАПРЯМОК ПІДГОТОВКИ 6.040106 – "ЕКОЛОГІЯ, ОХОРОНА
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА Й СБАЛАНСОВАНЕ
ПРИРОДОВИКОРИСТАННЯ")**

15/33- 2011-04

«РЕКОМЕНДОВАНО»
Начально-методична
комісія факультету
«Автомобільні дороги»
Протокол № 9 від 18.05.11 р.

«РЕКОМЕНДОВАНО»
Кафедра
«Загальнонаукові дисципліни»
Протокол № 8 від 10.05.11 р.

УДК 541.1 (07)

Методичний посібник до лабораторних робіт з хімії (галузь знань 0401– "Природні науки", напрямок підготовки 6.040106 – "Екологія, охорона навколишнього середовища й сбалансоване природовикористання") [Електронний ресурс] /укладачі/ Базаянц Г.В., Карпинець А.П., Доненко В.Д. Електрон. дані. – Горлівка: ДВНЗ "ДонНТУ" АДІ, 2011. – 1 електрон. опт. диск (CD-R); 12 см. – Систем. вимоги: Pentium; 32 RAM; WINDOWS 98/2000/NT/XP; MS Word 2000. – Назва з титул. екрана.

Наведено методики, визначені апаратура і техніка виконання лабораторних робіт з хімії, які враховують специфіку майбутньої спеціальності студентів.

Укладачі:

Базаянц Г.В., д.т.н., проф.;
Карпинець А.П., к.х.н., доц.;
Доненко В.Д.

Відповідальний за випуск:

Базаянц Г.В., д.т.н., проф.
Каф. «Загальнонаукові
дисципліни»

Рецензент:

Піндус Б.І., к.т.н., доц.
Каф. «Проектування
автомобільних доріг»

© Державний вищий навчальний заклад
«Донецький національний технічний університет»
Автомобільно-дорожній інститут, 2014

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
Загальні правила виконання лабораторних робіт.....	5
Правила техніки безпеки.....	5
Правила пожежної безпеки.....	6
Перша допомога у разі нещасного випадку	6
Тема 1. Класи неорганічних сполук.....	7
Тема 2. Розрахунки за хімічними формулами та рівняннями.....	10
Тема 3. Закон еквівалентів.....	13
Тема 4. Будова атомів та періодичний закон Д.І. Менделєєва.....	17
Тема 5. Хімічний зв'язок та будова молекул.....	18
Тема 6. Енергетика хімічних процесів.....	19
Тема 7. Кінетика хімічних процесів.....	21
Тема 8. Хімічна рівновага.....	22
Тема 9. Способи вираження концентрації розчинів.....	24
Тема 10. Властивості розчинів електролітів та неелектролітів.....	26
Тема 11. Щільність розчинів.....	29
Тема 12. Окисно-відновні реакції.....	31
Тема 13. Гальванічні елементи та електрохімічна корозія металів.....	33
Тема 14. Хімічні властивості металів	
Тема 15. Електроліз водних розчинів електролітів.....	
Тема 16. Комплексні сполуки.....	
Тема 17. Жорсткість води.....	
Тема 18 Кислотно-основні властивості водних розчинів.....	
Тема 19 Малорозчинні електроліти.....	
Тема 20 Гідроліз солей.....	
ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	

ВСТУП

У процесі вивчення курсу хімії в першому семестрі студенти спеціальності 6.040106 виконують лабораторні роботи із загальної й неорганічної хімії. Організаційною основою їх виконання є даний методичний посібник, конспекти лекцій і література, список якої наведений наприкінці цього видання.

Лабораторний практикум є частиною навчального плану й програми підготовки фахівців екологічної галузі. Для якісного його виконання рекомендується спочатку уважно вивчити теоретичний матеріал, використовуючи конспект лекцій, рекомендовану літературу й загальні відомості по темах справжнього методичного посібника. На наступному етапі доцільно приступитися до розв'язку типових завдань, викладених по кожній темі в справжньому виданні.

Виконані лабораторні роботи повинні бути акуратно оформлені в окремому зошиті з полями на кожній сторінці. На обкладинці необхідно вказати групу, прізвище й ім'я студента. У тексті слід привести номери й назви тем робіт, завдання до кожної з них, після чого викласти хід їх виконання з усіма отриманими результатами й висновками.

Строк здачі й захисту виконаних робіт визначається графіком, розробленим кафедрою загальнонаукових дисциплін відповідно до навчального плану. При захисті роботи студент повинен показати знання основних закономірностей даного розділу хімії, пояснити порядок виконання кожної лабораторної роботи, математично обробити отримані результати й зробити висновки.

У ході виконання експериментальної частини лабораторного практикуму слід строго дотримуватися вимог техніки безпеки й протипожежної безпеки.

ЗАГАЛЬНІ ПРАВИЛА ВИКОНАННЯ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

При виконанні експериментальної частини лабораторного практикуму необхідно дотримувати наступних правил:

1. Досліди слід проводити, використовуючи тільки чистий посуд.
2. Надлишок рідкого розчину не можна повертати назад у реактивну склянку – його зливають у спеціальну ємкість.
3. Реактиви загального користування не можна нести на своє робоче місце.
4. Сухі реактиви набирають чистим шпателем, ложечкою або керамічним човником, при цьому надлишок реактиву не можна повертати в ємкості, де він зберігався.
5. Не слід плутати пробки від різних склянок. Для збереження чистоти пробок їх слід укладати на стіл зовнішньою стороною.
6. Усі досліди слід проводити на робочих столах (пристінних або острівних) у положенні стоячи.

ПРАВИЛА ТЕХНИКИ БЕЗПЕКИ

1. Без дозволу викладача не включайте рубильники та електричні прилади.
2. Не займайте робоче місце й проходи сторонніми предметами.
3. Категорично забороняється брати хімічні реактиви руками й коштувати їх на смак.
4. При розпізнанні речовин за запахом тримаєте ємкість на відстані, спрямовуючи повітря рухом долоні від отвору склянки до носа.
5. Усі роботи з отруйними або сильно пахучими речовинами слід проводити у витяжній шафі.
6. При переливанні реактивів уникайте попадання бризів на особу й одяг.
7. Не нахиляйтеся над рідиною, що підігрівається щоб уникнути попадання бризів на особу.
8. При розведенні концентрованих кислот, особливо сірчаної, слід вливати кислоту у воду, а не навпаки.
9. Усі досліди з концентрованими розчинами кислот і лугів проводити тільки під тягою.
10. Не можна проводити досвіди з легкозаймистими рідинами поблизу нагрівальних приладів.

ПРАВИЛА ПОЖАРНОЇ БЕЗПЕКИ

1. У всіх випадках загоряння в лабораторії слід викликати пожежну команду по телефону 101, а до її прибуття вжити заходів по ліквідації пожежі власними силами, використовуючи вуглекислотні вогнегасники.

2. У випадку замикання в електромережі насамперед відключіть джерело електроживлення рубильником або вимикачем.

3. Палаючі рідини необхідно прикрити товстою тканиною, після чого засипати піском (а не заливати водою).

4. При запаленні лужних металів гасити полум'я необхідно тільки сухим піском, а не водою.

ПЕРША ДОПОМОГА У РАЗІ НЕЩАСНОГО ВИПАДКУ

1. Для надання першої допомоги в кожній хімічній лабораторії є аптечка.

2. При порізах рук або їх пораненні склом слід вилучити осколки з рани, змазати її краю розчином йоду й перев'язати бинтом.

3. При опіках шкіри реактивами слід його змити струєю води, після чого обробити оцтовою кислотою (у випадку опіку лугом) або содовим розчином (при опіку кислотою), а потім повторно змочити водою.

4. При опіку гарячою рідиною або іншим гарячим предметом, обпалену ділянку тіла слід обробити розчином перманганату калію (марганцівкою) і змазати маззю від опіків або вазеліном. Можна присипати опік питною содою й забинтувати.

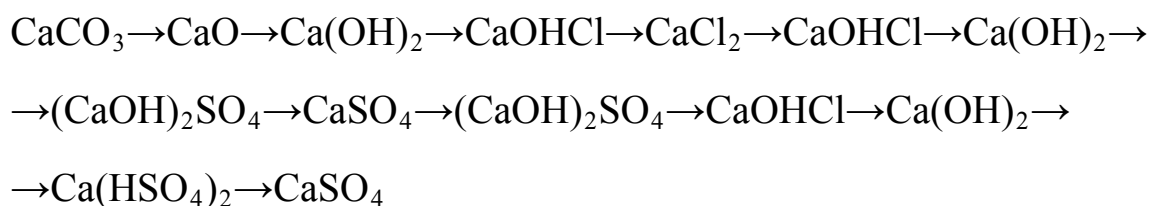
5. При хімічному опіку очей необхідно їх промити водою в очній ванночці, після чого звернутися до лікаря.

ТЕМА 1. КЛАСИ НЕОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

Ціль роботи – ознайомлення з основними хімічними властивостями оксидів, основ, кислот і солей.

Вивчіть теоретичний матеріал за підручниками [4, с. 173 – 216] і [2, с. 34 – 44]. Виконаєте наступні завдання:

1. Складіть рівняння реакцій, за допомогою яких можливо здійснити наступні перетворення:



Назвіть отримані речовини, що містять кальцій.

2. Напишіть формули гідроксидів, що відповідають наступним оксидам:



Які з них реагують із Na_2O , а які – з CO_2 ? Які з них хімічно взаємодіють один з одним при високих температурах? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

3. Напишіть рівняння реакцій одержання солі $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ при взаємодії один з одним наступних речовин:

- а) основного й кислотного оксидів;
- б) основи й кислотного оксиду;
- в) основного оксиду й кислоти;
- г) основи й кислоти.

4. Чи можна одержати розчин, що містить одночасно наступні пари речовин:

- а) Mg(OH)_2 і HCl ;
- б) K_2CO_3 і $\text{Ca(NO}_3)_2$;
- в) NaCl і $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$;
- г) Cu і HCl ;
- д) Na_2SO_4 і HCl ?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1.1

ОДЕРЖАННЯ Й ВЛАСТИВОСТІ НЕОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

Дослід 1

Властивості розчину вапна гашеного

Ціль роботи: визначення кислотно-основних властивостей гідроксиду кальцію.

Посуд і реактиви: пробірки, вапно гашене, дистильована вода, індикатор (фенолфталеїн), соляна кислота.

Хід роботи

Помістіть у пробірку невелику порцію гашеного вапна, долийте 3-5 мл дистильованої води й збовтайте її вміст для прискорення розчинення $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Після нетривалого відстоювання введіть у систему 3-5 крапель фенолфталеїна. Які іони розчину $\text{Ca}(\text{OH})_2$ викликали його фарбування в малиновий колір?

До отриманої суміші долийте трохи крапель соляної кислоти до знебарвлення розчину. Поясніть причину втрати малинового кольору.

Складіть рівняння реакції, що протікає у молекулярній і іонно-молекулярній формі.

Зробіть висновок про кислотно-основні властивості розчину гашеної перевести.

Дослід 2

Властивості амфотерних сполук

Ціль роботи: підтвердження амфотерних властивостей гідроксиду алюмінію.

Посуд і реактиви: пробірки, сіль алюмінію, розчини лугу й кислоти.

Хід роботи

Використовуючи розчинну сіль алюмінію, одержіть в пробірці нерозчинний у воді осад $\text{Al}(\text{OH})_3$.

Розділіть цей осад на дві частини, до однієї з яких долийте розчин кислоти, а до іншої – розчин лугу.

Напишіть рівняння реакцій, що протікають, у молекулярній і іонно-молекулярній формі.

Зробіть висновок про властивості гідроксиду алюмінію.

Дослід 3

Одержання основних солей

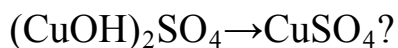
Ціль роботи: встановлення умов утворення основних солей.

Посуд і реактиви: пробірки, розчин CuSO_4 , розчин NaOH .

Хід роботи

Помістіть у дві пробірки по 5 – 6 крапель розчину CuSO_4 . У першу з них додайте стільки ж крапель розчину лугу, а в другу – 1-2 краплі. Зверніть увагу на фарбування сумішей, що утворюються, – гідроксиду міді $\text{Cu}(\text{OH})_2$ у першій пробірці й сульфату гідроксомеді $(\text{CuOH})_2\text{SO}_4$ – у другій.

Напишіть рівняння реакцій, що протікають. Яку реакцію треба провести, щоб відбувся перехід



Дослід 4

Одержання кислих солей

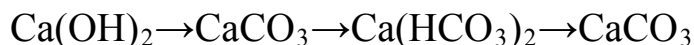
Ціль роботи: виявлення умов утворення кислих солей.

Посуд і реактиви: пробірки, ненасичений розчин гашеного вапна, апарат Киппа.

Хід роботи

Налийте в пробірку 2-3 мл розчину гашеного вапна й пропустіть через нього вуглекислий газ CO_2 з апарата Киппа. Спостерігайте за появою білого осаду CaCO_3 . Продовжуйте насичення розчину вуглекислим газом до повного розчинення осаду. Після цього долийте ще трохи крапель розчину $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Чи з'явиться знову осад у розчині?

Складіть рівняння реакцій, у ході яких спостерігалися наступні перетворення:



ТЕМА 2. РОЗРАХУНКИ ЗА ХІМІЧНИМИ ФОРМУЛАМИ ТА РІВНЯННЯМИ

Ціль роботи – ознайомлення з методами й технікою кількісного аналізу хімічних систем і засвоєння методу виконання стехіометричних розрахунків.

Вивчіть теоретичний матеріал за підручниками [3; §14, 16] і [2, с. 16 – 18, 20 – 26] і конспектом лекцій.

Вирішіть письмово наступні завдання.

1. Є 1,6 т речовини загальної формули $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot 13\text{H}_2\text{O}$. Скільки кілограмів CaO (негашеного вапна) міститься в ньому?

2. Визначіть, чи досить 300 кг води для повного гасіння 1,120 т вапна CaO . Яка маса $\text{Ca}(\text{OH})_2$ при цьому утворюється?

3. При нагріванні карбонату кальцію CaCO_3 він розкладається на CaO й CO_2 . Розрахуйте, яку масу природного вапняку, що містить 80% CaCO_3 (решта – домішки), необхідно нагріти, щоб одержати 6,3т CaO , якщо вихід CaO становить 90%. Який обсяг CO_2 виділиться при цьому?

4. Яка реакція середовища – кисла або основна утворюється при змішуванні 40мл 10%-ого розчину HNO_3 щільністю 1,536 г/мл і 10мл 50%-ого розчину KOH щільністю 1,538 г/мл?

5. Є 3 л газоподібного хлору при нормальних умовах. Визначити його масу.

6. Розрахуйте щільність газоподібного CO_2 у г/л при температурі 125°C і тиску 110 кПа.

7. Визначите масу однієї молекули $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

8. При прожарюванні 100 г алебастру $\text{Ca}(\text{SO})_4\cdot n\text{H}_2\text{O}$ одержали 93,79г безводної солі CaSO_4 . Виведіть формулу даного кристалогідрата.

9. При спалюванні 6,0г вугілля, що містить вуглець і домішки, утворилось 10,6л CO_2 (у перерахуванні на нормальні умови). Скільки відсотків вуглецю утримується в цьому паливі?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2.1
КІЛЬКІСНЕ ВИЗНАЧЕННЯ CaO й MgO
У БУДІВЕЛЬНОМУ ВАПНІ

Найбільш важливою характеристикою неорганічного в'язучого матеріалу – вапна є сумарний вміст у ньому активних оксидів кальцію й магнію. У лабораторії вміст CaO+MgO установлюють методом титрування, заснованому на визначенні невідомої концентрації одного розчину шляхом додавання до нього іншого розчину з відомою концентрацією з наступною фіксацією їх обсягів.

Ціль роботи: визначення вмісту CaO+MgO у гашеному вапні.

Посуд, прилади й реактиви: ваги лабораторні електронні MW-VI-300, колби конічні обсягом 200мл, індикатор фенолфталеїн, бюретка, 0,1н розчин HCl.

Хід роботи

На лабораторних вагах зважте 0,8 – 1,0 г сухого гашеного вапна–пушонки й помістіть цю наважку в конічну колбу обсягом 200 мл. Налийте в колбу 150 мл дистильованої води, збовтайте розчин і залишіть його приблизно на 5 хвилин у спокійному стані. Після цього додайте туди 2 – 3 краплі фенолфталеїна й повільно титруйте соляною кислотою до повного знебарвлення.

Обсяг витраченої кислоти в серії із трьох дослідів запишіть у вигляді табл. 2.1

Таблиця 2.1 – Результати титрування

Номер дослідів	Маса наважки гашеного вапна m_z , г	Маса наважки негашеного вапна m_n , г	Обсяг HCl V , мл	Маса CaO+MgO	
				з дослідів m_o , г	C , %
1	$m_{z(1)}$	$m_{n(1)}$	V_1	$m_{o(1)}$	C_1
2	$m_{z(2)}$	$m_{n(2)}$	V_2	$m_{o(2)}$	C_2
3	$m_{z(3)}$	$m_{n(3)}$	V_3	$m_{o(3)}$	C_3

Обробка результатів

Оскільки кількість оксиду MgO у гашеному вапні у порівнянні з кількістю CaO невелике, а їх молярні маси різняться незначно, то розрахунки CaO+MgO зробіть тільки по CaO, виходячи зі співвідношень:

$$m_n = m_2 \cdot \frac{M_{CaO}}{M_{Ca(OH)_2}} = 0,757 \cdot m_2, \text{ г}; \quad (2.1)$$

$$m_o = m_e \cdot C_n \cdot V = 0.0028 \cdot V, \text{ г}, \quad (2.2)$$

де $m_e=28$ г/екв – маса еквівалента CaO;

$C_n = 0,1$ екв/л – нормальна концентрація розчину HCl;

V – обсяг витраченої HCl, л.

$$C = \frac{m_o}{m_n} \cdot 100, \%. \quad (2.3)$$

Середнє значення вмісту CaO+MgO у вапні

$$C = \frac{1}{3}(C_1 + C_2 + C_3), \%. \quad (2.4)$$

Одиничні відхилення середнього результату:

$$\Delta C_1 = C_1 - C, \%;$$

$$\Delta C_2 = C_2 - C, \%;$$

$$\Delta C_3 = C_3 - C, \%.$$

Абсолютна помилка методу аналізу оцінюється по формулі:

$$\Delta_a = \frac{1}{3}(|\Delta C_1| + |\Delta C_2| + |\Delta C_3|), \%. \quad (2.5)$$

а відносна – по формулі:

$$\Delta_o = \frac{\Delta_a}{C}. \quad (2.6)$$

Тоді точність методу аналізу визначається як:

$$\Delta = \frac{1}{\Delta_o}. \quad (2.7)$$

ТЕМА 3. ЗАКОН ЕКВІВАЛЕНТІВ

Вивчіть теоретичний матеріал за підручниками [4, с. 15 – 17], [2, с. 9 – 13] і конспектом лекцій. Вирішіть письмово наступні завдання.

1. Оксид якого тривалентного елемента містить 31,58% кисню?
 2. При взаємодії з кислотою 376 мг Al утворилось 468 мл водню (у перерахуванні на нормальні умови). Визначите еквівалентний обсяг водню.
 3. При температурі 200 °С и тиску 750 мм рт.ст. на окиснення 2,5г невідомого двовалентного металу витрачено 222 мл кисню. Установіть, який це метал.
 4. Чи однакова величина еквівалентної маси гідроксиду заліза в реакціях, що протікають за схемами:
а) $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 2\text{HCl} \rightarrow$; б) $\text{Fe}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} \rightarrow$.
- Складіть рівняння реакцій і розрахуйте еквівалентну масу $\text{Fe}(\text{OH})_3$ у кожному випадку.
5. При нагріванні оксиду срібла до його повного розкладання на срібло й кисень маса оксиду зменшилась на 6,9%. Визначите еквівалентну масу срібла.
 6. При повному розкладанні 50 г CaCO_3 виділилося 11,2 л CO_2 (н.у). Визначте еквівалентний обсяг цього газу.
 7. На нейтралізацію 1,815 г двохоснової кислоти витрачено 60мл 0,5н розчину КОН. Установіть цю кислоту.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3.1

ВИЗНАЧЕННЯ ЕКВІВАЛЕНТНОЇ МАСИ МЕТАЛУ МЕТОДОМ
ВИТИСНЕННЯ ВОДНЮ

Ціль роботи: оволодіння методикою експериментального визначення еквівалентних мас різних металів.

Посуд, прилади й реактиви: лабораторна установка для визначення еквівалентних мас металів, зразки металів Mg, Al, Zn і ін., розчин H_2SO_4 з концентрацією не менш 0,01 моль/л, ваги лабораторні електронні MW-VI-300.

Хід роботи

Зважте на вагах 20-40 мг металу, отриманого від викладача. Залейте в пробірку сірчану кислоту приблизно на чверть її обсягу, уведіть туди наважку металу й швидко закрийте пробірку пробкою, з'єднаною трубкою з бюреткою лабораторної установки. Спостерігайте виділення пузирів газу й витиснення води з бюретки.

Після закінчення реакції встановіть однаковий рівень води в бюретці, регулюючи висоту лійки, і запишіть різницю їх рівнів до й після досліду ΔV , мл, а також показання термометра T у градусах Кельвіна й барометра P у Па (знаючи, що 1 мм рт.ст рівний 133,322 Па).

Усі дані внесіть у табл.3.1

Таблиця 3.1 – Експериментальні дані

Параметр, позначення, розмірність	Величина
Маса наважки металу m , г	
Рівень води в бюретці, л:	
– до досліду V_1	
– після досліду V_2	
Обсяг водню, ΔV що виділився, л	
Атмосферний тиск P , Па	
Температура повітря T , К	
Тиск насиченого водяної пари при температурі досліду P_{H_2O} , Па (табл. 3.2)	
Тиск водню $P - P_{H_2O}$, Па	

Обробка отриманих результатів

За законом еквівалентів:

$$\frac{m(\text{Me})}{m_e(\text{Me})} = \frac{V(\text{H}_2)}{V_e(\text{H}_2)}, \quad (3.1)$$

звідки еквівалентна маса металу дорівнює:

$$m_e(\text{Me}) = \frac{m(\text{Me}) \cdot V_e(\text{H}_2)}{V(\text{H}_2)}. \quad (3.2)$$

Знаючи, що $V_e(\text{H}_2) = 11,2$ л/моль, а $V(\text{H}_2) = \Delta V$, одержуємо:

$$m_e(\text{Me}) = \frac{m(\text{Me}) \cdot 11,2}{\Delta V}, \text{ г/моль}. \quad (3.3)$$

Використовуючи рівняння об'єднаного газового закону:

$$\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P_1 \cdot V_1}{T_1},$$

а також, враховуючи поправку на тиск водяної пари $P_{\text{H}_2\text{O}}$ (табл. 3.2), одержуємо формулу перерахування обсягу водню ΔV на його обсяг при нормальних умовах:

$$V_0 = \frac{\Delta V \cdot (P - P_{\text{H}_2\text{O}}) \cdot 273}{101320 \cdot T}, \text{ л}. \quad (3.4)$$

У підсумку одержуємо формулу для визначення еквівалентної маси металу у вигляді:

$$m_e(\text{Me}) = \frac{m(\text{Me}) \cdot 11,2}{V_0}, \text{ г/моль}. \quad (3.5)$$

Таблиця 3.2 – Тиск насиченої водяної пари

Температура T , К	Тиск P_{H_2O} , Па	Температура T , К	Тиск P_{H_2O} , Па
1	2	3	4
287	1600	294	2480
288	1706	295	2640
289	1813	296	2800
290	1933	297	2973
291	2066	298	3160
292	2200	299	3360
293	2333	300	3560

Теоретична величина еквівалентної маси металу становить:

$$m_e(Me)_m = \frac{A}{B}, \text{ г/моль}, \quad (3.6)$$

де A – молярна маса металу, г/моль;

B – його валентність.

Відносна помилка експерименту становить:

$$\Delta = \frac{m_e(Me)_m - m_e(Me)}{m_e(Me)_m} \cdot 100, \%. \quad (3.7)$$

ТЕМА 4. БУДОВА АТОМІВ ТА ПЕРИОДИЧНИЙ ЗАКОН Д.І. МЕНДЕЛЄЄВА

Вивчіть теоретичний матеріал по темі за підручниками [4, с. 21 – 34], [2, с. 45 - 53] і конспектом лекцій. Вирішіть письмово наступні завдання.

1. Дайте повну характеристику хімічних елементів з порядковими номерами 14, 20, 24 за наступною схемою:

- назвіть період, групу й підгрупу, у якій розташований даний елемент;
- укажіть, до якого сімейства він відноситься;
- складіть повну електронну й електронно-графічну формули кожного з них в основному стані атома;
- укажіть валентні електрони атома та їхній розподіл по квантовим комірках в основному й збудженому станах атома;
- напишіть, які властивості (металеві або неметалеві) переважають у даного елемента й чому;
- перелічте оксиди й гідроксиди, утворені цими елементами у вищій і нижчій ступенях окиснення, і вкажіть їхні кислотно-основні властивості;
- укажіть, чи утворює кожний із цих елементів з'єднання з воднем і які це з'єднання;
- відзначте, з якими з речовин KOH, H₂SO₄, MgO, CO₂, P₂O₅ реагують оксиди й гідроксиди даних елементів з найвищим ступенем окиснення й приведіть рівняння даних реакцій.

2. Який з елементів четвертого періоду (ванадій або миш'як) має більш виражені металеві властивості й чому? Складіть формули оксидів і гідроксидів цих елементів у нижчій і вищій ступенях окиснення й укажіть їхні кислотно-основні властивості. Який із цих елементів утворює водневі з'єднання?

3. Коротка електронна формула елемента має вигляд: $3d^{54}s^1$. Який це елемент? Укажіть формули його оксидів зі ступенем окиснення +2, +3, +6 і охарактеризуйте їхні кислотно-основні властивості.

4. Виходячи з положення металу в періодичній системі, дайте мотивовану відповідь на питання: який із двох порівнюваних гідроксидів є більш сильною основою:

- а) Ba(OH)₂ чи Mg(OH)₂;
- б) Ca(OH)₂ чи Fe(OH)₂;
- в) Cd(OH)₂ чи Sr(OH)₂.

ТЕМА 5. ХІМІЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК ТА БУДОВА МОЛЕКУЛ

Вивчіть теоретичний матеріал теми за підручниками [4, с. 60 – 94], [2, с. 59 – 79] і конспектом лекцій. Виконайте наступні завдання.

1. Встановіть тип хімічного зв'язку в наступних сполуках: BaI_2 , ZnCl_2 , $(\text{H}_2\text{O})_n$, K_2SO_4 , PH_3 , H_2Se , BF_4^- .

2. Користуючись методом валентних зв'язків, поясніть, чому існує молекула PCl_5 , але неможлива молекула NCl_5 .

3. На прикладі утворення молекули N_2 розгляньте особливості перекривання орбіталей у випадку утвору σ - і π - зв'язку.

4. Укажіть геометрію молекул BeF_2 , BBr_3 , NCl_3 , SiCl_4 , H_2S , SO_2 , CO_2 . У яких з них дипольний момент дорівнює нулю?

5. Зрівняйте довжину й полярність зв'язку в наступних парах сполук: а) H_2O и H_2S ; б) NBr_3 і PBr_3 . Укажіть, яке з порівнюваних сполук більш стійке й чому.

6. Чому і як змінюється полярність хімічного зв'язку у рядах сполук:

а) $\text{CF}_4 - \text{CCl}_4 - \text{CBr}_4 - \text{CI}_4$;

б) $\text{BF}_3 - \text{AlF}_3 - \text{GaF}_3 - \text{InF}_3$;

в) $\text{LiF} - \text{BeF}_2 - \text{BF}_3 - \text{CF}_4$?

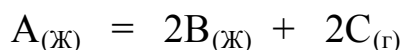
7. Чому H_2O замерзає й кипить при більш високих температурах ніж її аналоги H_2S , H_2Se і H_2Te ?

ТЕМА 6. ЕНЕРГЕТИКА ХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Вивчіть теоретичний матеріал за підручниками [4, с. 119 – 138], [2, с. 80 – 96], [6, с. 76 - 87] і конспектом лекцій. Вирішіть письмово наступні завдання:

1. На розкладання 300 г вапняку CaCO_3 витрачено 471 кДж теплоти. Складіть термохімічне рівняння цього процесу:

2. Процес розкладання речовини A відображає реакція:

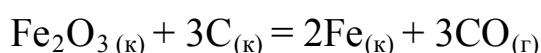


ΔH^0_{298} , кДж/моль	-1300	-235	-390
ΔG^0_{298} , кДж/моль	-920	-170	-390

Використовуючи зазначені довідкові значення стандартних теплот утворення ΔH^0_{298} і енергій Гиббса ΔG^0_{298} , розрахуйте зміну ентропії ΔS^0_{298} , системи при температурі 298 К.

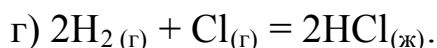
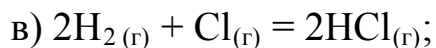
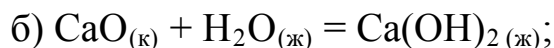
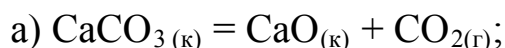
3. Газова суміш містить (за обсягом) 60% CH_4 , 5% H_2S і 35% CO_2 . Яка кількість теплоти виділиться при спалюванні 1 м^3 такої суміші при нормальних умовах?

4. Використовуючи зазначені довідкові значення стандартних теплот утворення речовин ΔH^0_{298} і їх стандартних ентропій S^0_{298} , визначите область температур мимовільного протікання реакції:



ΔH^0_{298} , кДж/моль	-822,10	–	–	-110,52
S^0_{298} , Дж/моль·К	89,96	5,69	27,2	197,91

5. Не роблячи обчислень, визначте знак зміни ентропії ΔS^0_{298} у наступних реакціях:



ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 6.1

ВИЗНАЧЕННЯ ЕНТАЛЬПІЇ РЕАКЦІЇ НЕЙТРАЛІЗАЦІЇ

Ціль роботи: оволодіння основами методики експериментального визначення величини ентальпії хімічних процесів.

Посуд, прилади й реактиви: калориметр, ваги лабораторні електронні MW-VI-300, термометр Бекмана, мірний циліндр, мішалка, лійка, 1н розчини кислоти HCl і лугу NaOH.

Завдання: експериментально визначити ентальпію процесу нейтралізації луги кислотою.

Хід роботи

Зважте на лабораторних вагах внутрішню склянку калориметра, визначивши її масу m_1 . Відміряйте циліндром 150 мл 1н розчину NaOH і залийте його в цю склянку. Перемішайте розчин мішалкою й замірте початкову температуру t_1 рідини. Іншим циліндром відміряйте 150 мл 1н розчину HCl. Використовуючи лійку, швидко вилийте цей розчин до розчину лугу й, інтенсивно перемішуючи отриману суміш, визначте найвищу її температуру t_2 .

Кількість теплоти, що виділилося в калориметрі, розрахуйте за рівнянням (6.1):

$$Q = (c_1 \cdot m_1 + c_2 \cdot m_2) \cdot \Delta t, \quad (6.1)$$

де $c_1 = 0,75$ Дж / г · К – питома теплоємність скла;

m_1 – маса внутрішньої склянки калориметра, г;

$c_2 = 4,2$ Дж / г · К – питома теплоємність розчину;

$m_2 \approx 300$ г – маса рідкої суміші;

$\Delta t = t_2 - t_1$ – зміна температури суміші, К.

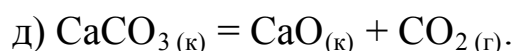
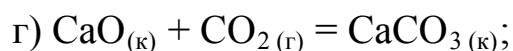
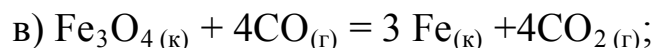
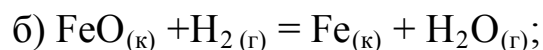
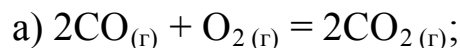
Обчислена за формулою (6.1) кількість теплоти виділяється при нейтралізації 0,15 молу лугу, тому слід перерахувати цю величину на 1 моль NaOH. Це й буде ентальпія $\Delta H = -Q$.

Зіставте значення ΔH у кДж/моль із табличним значенням ентальпії нейтралізації, що дорівнює 57,22 кДж. Дайте відповідь на запитання, чи залежить величина $\Delta H = 57,22$ кДж від природи реагуючих кислот і лугів і чому це відбувається?

ТЕМА 7. КІНЕТИКА ХІМІЧНИИХ ПРОЦЕСІВ

Вивчіть теоретичний матеріал за підручниками [4, с. 156 – 171], [2, с. 96 – 107] і конспектом лекцій. Розв'яжіть письмово наступні завдання:

1. Напишіть кінетичні рівняння швидкості наступних реакцій:



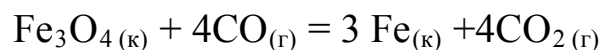
Як зміниться швидкість кожного із цих процесів при збільшенні концентрації вихідних речовин в 3 рази?

2. У скільки разів зростає швидкість гомогенної реакції



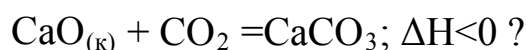
при підвищенні температури на 100°C, на 200°C и на 300°C, якщо температурний коефіцієнт швидкості цього процесу рівний 2,8?

3. Як зміниться швидкість прямої реакції



при збільшенні тиску в системі в 2 рази?

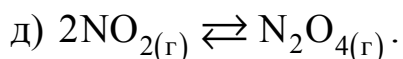
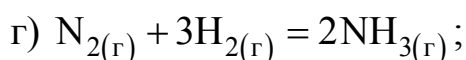
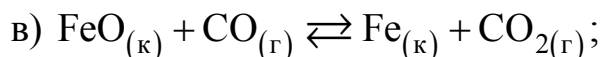
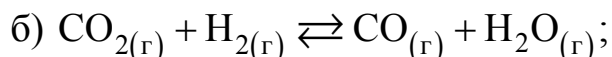
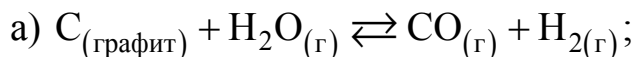
4. При зміні яких факторів можна збільшити швидкість прямої реакції:



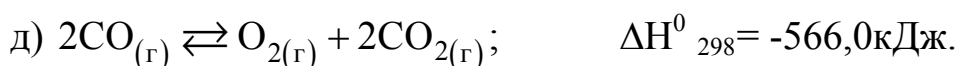
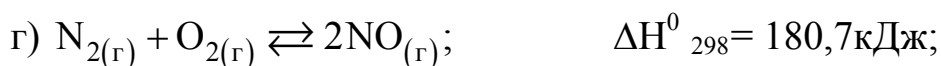
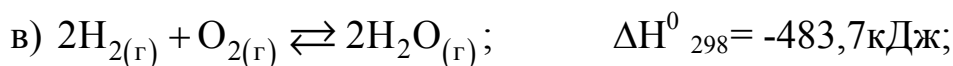
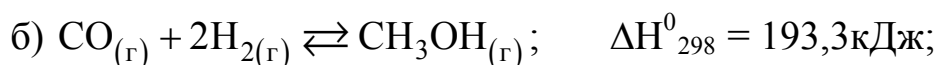
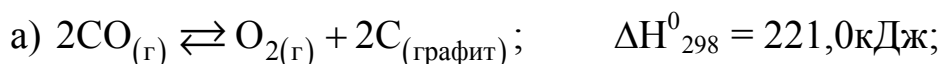
ТЕМА 8. ХІМІЧНА РІВНОВАГА

Вивчіть теоретичний матеріал за підручниками [4, с. 163 – 171], [2, с. 102 – 107] і конспектом лекцій. Розв'яжіть письмово наступні завдання:

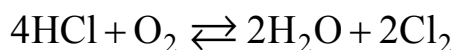
1. Напишіть вираження констант рівноваги для наступних зворотних систем:



2. Як варто змінити концентрацію реагуючих речовин, тиск і температуру в системі, щоб підсилити прямі реакції:

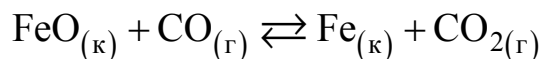


3. Рівновага гомогенної системи



встановилася при наступних концентраціях газоподібних реагентів, моль/л: $[HCl] = 0,20$; $[O_2] = 0,32$; $[H_2O] = 0,14$; $[Cl_2] = 0,14$. Розрахуйте впочаткові концентрації HCl й O_2 .

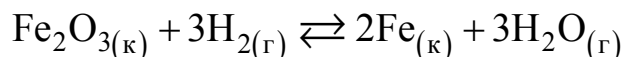
4. Для гетерогенної системи



константа рівноваги дорівнює 0,5. Знайдіть рівноважні концентрації CO й CO_2 , якщо початкова концентрація CO

дорівнює 0,4 моль/л.

5. Знаючи, що в стандартних умовах тепловий ефект реакції



становить 96,8кДж, а зміна ентропії системи дорівнює 142 Дж/К, визначите її константу рівноваги.

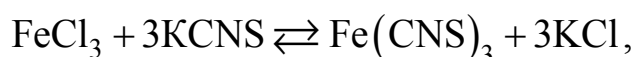
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 8.1

ВПЛИВ КОНЦЕНТРАЦІЇ РЕАГЕНТІВ НА ЗСУВ ХІМІЧНОЇ РІВНОВАГИ

Ціль роботи: вивчення впливу концентрації реагентів на зсув хімічної рівноваги.

Посуд і реактиви: пробірки, розведені розчини FeCl_3 і KCNS , кристалічний KCl , дистильована вода.

У роботі використовується оборотна реакція



що протікає в розчині з утворенням роданіда заліза (III), який зафарбовує рідину в криваво-червоний колір. По зміні цього забарвлення можна робити висновки про зсув рівноваги системи.

Хід роботи

Налийте в пробірку 4мл розчину FeCl_3 й 4 мл розчину KCNS . Легким струшуванням розмішайте суміш і розлийте її рівними порціями в чотири пробірки. У першу з них додайте 0,5мл розчину FeCl_3 , в іншу – стільки ж розчину KCNS , а в третю внесіть декілька кристалів KCl . Розчин у четвертій пробірці залишіть для порівняння забарвлення. Поясніть зміну кольору розчинів у кожній із трьох перших пробірок, користуючись рівнянням для розрахунків константи рівноваги й керуючись принципом Ле Шательє.

ТЕМА 9. СПОСОБИ ВИРАЖЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЇ РОЗЧИНІВ

Вивчіть теоретичний матеріал за підручниками [4, с. 228 – 231], [2, с. 115 – 119] і конспектом лекцій. Розв'яжіть письмово наступні завдання.

1. В 160г води розчинено 40г солі CaCl_2 . Щільність розчину рівна 1,178г/мл. Розрахуйте масову частку солі в розчині, молярну, нормальну й моляльну концентрації, а також мольні частки розчинника й розчиненої речовини.

2. Яка маса речовини HNO_3 утримується в 1л його 32%-ого розчину щільністю 1,4 г/мл?

3. Є 70%-а сірчана кислота щільністю 1,62г/мл. Скільки мл такої кислоти й води треба змішати, щоб одержати 400мл 0,1М розчину?

4. Скільки грамів 20%-ого й 40%-ого розчинів соляної кислоти треба змішати, щоб одержати 300г 30%-ого розчину?

5. Змішали 2л 0,5М и 3л 0,2М розчинів солі. Розрахуйте молярність отриманої суміші.

6. При нормальних умовах в 1л води розчиняється 500л газоподібного HCl . Розрахуйте процентну концентрацію отриманого розчину.

7. Молярність якого із двох розчинів вище: 50%-ого NaOH щільністю 1,525 г/мл або 60%-ого H_2SO_4 щільністю 1,498 г/мл?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 9.1

ПРИГОТУВАННЯ РОЗЧИНУ ЗАДАНОЇ КОНЦЕНТРАЦІЇ

Ціль роботи: оволодіння методикою готування розчинів кристалічних речовин.

Посуд, прилади й реактиви: мірні колби, ваги лабораторні електронні MW-VI-300, вода дистильована, сіль кристалічна, порцеляновий човник, бюкс, лійка скляна.

Завдання: приготуйте 250 мл 10%-ого розчину солі за вказівкою викладача.

Хід роботи

Розрахуйте масу m солі, необхідної для готування 250 мл розчину заданої концентрації. Для цього за довідковими джерелами (наприклад, [1]) визначте щільність 10%-ого розчину заданої солі, а потім з формули для розрахунків масової частки розчину (9.1):

$$C = \frac{m}{m_p} \quad (9.1)$$

визначте масу наважки солі

$$m = C \cdot m_p = C \cdot V_p \cdot \rho, \text{ г}, \quad (9.2)$$

де $C=0,10$ – масова частка солі в розчині;
 ρ – щільність 10%-вого розчину цієї солі, г/мл.

$V_p=250$ мл – заданий обсяг розчину.

Після цього зважте на лабораторних вагах спочатку порожній бюкс і запишіть його масу m_0 . Потім додавайте в цей бюкс малими порціями сіль доти, поки не досягнете сумарної маси ($m_0 + m$), г. Для набору солі користуйтеся порцеляновим човником.

Потім висипте сіль із бюкса в мірну колбу й залийте дистильовану воду до рівня 250 мл. Закрийте колбу гумовою пробкою й перемішуйте до повного розчинення солі. Якщо після розчинення солі обсяг розчину виявиться трохи менш 250 мл, долийте в колбу кількість води, якої не вистачає.

ТЕМА 10. ВЛАСТИВОСТІ РОЗЧИНІВ ЕЛЕКТРОЛІТІВ ТА НЕЕЛЕКТРОЛІТІВ

Вивчіть теоретичний матеріал за підручниками [4, с. 230 –245], [2, с. 126 – 139] і конспектом лекцій. Розв'яжіть письмово наступні завдання:

1. У ємкість залили бл води й 5л етиленгліколя $(\text{CH}_2\text{OH})_2$ щільністю 1,12 г/мл. Розрахуйте температуру замерзання отриманого антифризу, знаючи, що криоскопічна константа води дорівнює $1,86^\circ$.

2. Узимку щоб уникнути зледеніння, автомобільну дорогу посипають сіллю. Яка із солей: NaCl , CaCl_2 або AlCl_3 найбільш ефективна? Розрахунки проведіть для 3-моляльних водяних розчинів і $\alpha=90\%$.

3. При 500°C тиск водяної пари становить 12334 Па. Яким буде тиск пари над розчином, що містить 900г води й 46г етилового спирту $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$?

4. Тиск пари над розчином, що містить 155г аніліну $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ в 20,1г діетилового ефіру, при деякій температурі склало 42,9 кПа. Тиск пари ефіру при цій температурі дорівнює 86,38 кПа. Розрахуйте молярну масу ефіру.

5. У якому об'ємному відношенні потрібно змішати H_2O та $(\text{CH}_2\text{OH})_2$, щоб одержати розчин, що замерзає при температурі -20°C ?

6. Розрахуйте тиск насиченої пари, температури замерзання й кипіння, а також осмотичний тиск 15%-ого водяного розчину солі $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ щільністю 1,234 г/мл при температурі 50°C , умовний ступінь дисоціації солі дорівнює 72%.

7. При розчиненні 0,06моля деякої речовини в 400г води одержали розчин, що замерзає при температурі $-0,36^\circ\text{C}$. Чи є розчинена речовина електролітом?

8. Одномоляльний розчин якої солі – $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, CaS_2O_3 або $\text{Al}_2(\text{S}_2\text{O}_3)_3$ буде замерзати при найбільш низькій температурі? Ступінь дисоціації кожної солі у воді вважати рівним 0,80.

9. Водяний розчин сахарози $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ кипить при температурі $101,04^\circ\text{C}$. Визначите молярну концентрацію розчину.

ТЕМА 11. ЩІЛЬНІСТЬ РОЗЧИНІВ

Ціль роботи: опанування навиків розрахунку та експериментального визначення щільності розчинів, газів або газових сумішей.

Використовуючи данні про щільність розчинів сильних електролітів з довідкової літератури [1, с. 72-83], вирішіть наступні задачі.

1. Молярність 30%-го розчину HCl становить 10,685 моль/л. Розрахуйте щільність розчину.
2. Скільки літрів води та 96%-ої сірчаної кислоти щільністю 1,840 г/мл потрібно змішати, щоб приготувати:
 - а) 100 кг 70%-го розчину щільністю 1,620г/мл;
 - б) 4 л 0,5М розчину;
 - в) 5 л 20%-го розчину щільністю 1,139 г/мл?
3. В 1 л 25%-го розчину міститься 458 г розчиненої речовини. Розрахуйте щільність цього розчину.
4. У якому об'ємному співвідношенні потрібно змішати 20,1%-ий розчин NaOH щільністю 1,220 г/мл з 50,5%-им розчином NaOH щільністю 1,530г/мл, щоб отримати 31,1%-ий розчин щільністю 1,340 г/мл?
5. Щільність водного розчину дорівнює 1,190 г/мл. Який обсяг цього розчину має масу 30г?
6. Є 7,467 л азоту за нормальних умов. Визначте його щільність в г/л та кг/м^3 .
7. Змішали 7 л N_2 , 20 л CO та 110 л H_2S (у перерахунку на нормальні умови). Розрахуйте молярну масу й щільність (в г/л) отриманої газової суміші.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 11.1

ВИЗНАЧЕННЯ ЩІЛЬНІСТІ РОЗЧИНІВ

Ціль роботи: опанування навичок експериментального визначення щільності розчинів, газів або газових сумішей.

Дослід 1

Ваговий метод

Посуд, прилади та реактиви: пікнометр, розчин солі K_2CO_3 , Na_2SO_4 , NaNO_3 та ін. відомої концентрації, ваги лабораторні електронні MW-V-300.

Хід роботи

Зважте порожній пікнометр та визначте його масу m_0 . Залійте в нього досліджуємий розчин до позначки та запишіть об'єм цього розчину V . Зважте пікнометр з розчином та визначте його масу m_1 .

За формулою

$$\rho_0 = \frac{m_1 - m_0}{V}, \text{ г/мл}$$

розрахуйте щільність цього розчину, визначену експериментально.

За довідковим даними [1] визначте истинное значення щільності ρ_0 по відомій концентрації C розчину досліджуємої солі.

Розрахуйте абсолютную помилку

$$\Delta\rho = | \rho_0 - \rho_c |, \text{ г/мл} \quad (11.1)$$

та відносну помилку методу вимірювання

$$\Delta = \frac{\Delta_a}{\rho_c}. \quad (11.2)$$

Визначте точність методу аналізу

$$\Delta = \frac{1}{\Delta_0} \quad (11.3)$$

Дослід 2 Ареометр

Посуд, прилади та реактиви: склянка ємкістю 500мл, розчин солі K_2CO_3 (або Na_2SO_4 , $NaNO_3$ та ін.) відомої концентрації C , набір ареометрів.

Хід роботи

В склянку залійте розчин солі K_2CO_3 з відомою концентрацією та підберіть ареометр з оптимальною шкалою показників щільності ρ_c .

За довідковим даними [1] визначте дійсне значення щільності ρ_c розчину K_2CO_3 відомої концентрації C .

За формулами (11.1 – 11.3) розрахуйте абсолютну й відносну помилки методу вимірювань та його точність.

ТЕМА 12. ОКИСНО-ВІДНОВНІ РЕАКЦІЇ

Ціль роботи – ознайомлення з найважливішими окисниками та відновниками, експериментальне підтвердження залежності напрямку ОВР від умов їх проведення, надбання навичок складання рівнянь ОВР.

Вивчіть теоретичний матеріал за підручниками [4, с. 285 – 310], [2, с. 167 – 184] та конспектом лекцій. Вирішіть письмово наступні завдання.

1. Визначте які із іонів S^{2-} , SO_3^{2-} , SO_4^{2-} , Cl^- , MnO_4^- , MnO_4^{2-} , Cu^{2+} , Sn^{2+} , H^+ , H , CrO_4^{2-} можуть бути:

- тільки окисниками;
- тільки відновниками;
- окисниками й відновниками?

2. Методом електронного балансу розставте коефіцієнти в наступних схемах окисно-відновних реакцій:

- $Al + HNO_3 \rightarrow Al(NO_3)_3 + N_2 + H_2O$;
- $Se + KOH \rightarrow K_2SeO_3 + K_2Se + H_2O$;
- $Pb(NO_3)_2 \rightarrow PbO + NO_2 + O_2$;
- $KNO_3 + Al + KOH + H_2O \rightarrow KAlO_2 + NH_3$.

Визначіть еквівалентну масу солі KNO_3 , участвующей в реакції (г).

3. Визначіть який з процесів – окиснення або відновлення відбувається з атомами підкреслених елементів при наступних переходах:

- $\underline{N}H_3 \rightarrow \underline{N}O_2$;
- $\underline{Mn}SO_4 \rightarrow \underline{KMn}O_4$;
- $\underline{Cr}_2(SO_4)_3 \rightarrow \underline{Cr}SO_4$;
- $\underline{KMn}O_4 \rightarrow \underline{K_2Mn}O_4$.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 12.1 ОКИСНО-ВІДНОВНІ РЕАКЦІЇ

Ціль роботи – визначення можливості протікання прямої або зворотної реакції.

Дослід 1

Напрямок ОВР

Посуд та реактиви: пробірки, розчини солей FeCl_3 , FeCl_2 , SnCl_2 та $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$.

Хід роботи

Використовуючи довідкові [1] значення стандартних електродних потенціалів, вирішіть питання, в якому напрямку буде протікати реакція:



Перевірте свій висновок експериментально. Для виявлення іонів Fe^{2+} , що утворюються (у випадку протікання прямої реакції) введіть у пробірку по 2-3 краплі розчинів FeCl_3 та SnCl_2 , додайте також 2-3 краплі розчину $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ й спостерігайте появу синього забарвлення.

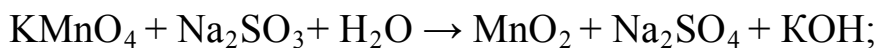
Вдоскональтеся, що вихідний розчин FeCl_3 при додаванні до нього $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ не синіє.

Дослід 2

Вплив середовища на напрямок ОВР

Хід роботи

В три пробірки внесіть по 1 мл 1н розчину солі KMnO_4 . В першу з них додайте 1 мл дистильованої води, в другу – 1 мл розчину H_2SO_4 , а в третю – 2 мл 2н розчину NaOH . Після цього у всі пробірки внесіть по мікрошпателю кристалічної солі Na_2SO_3 . Однаково чи ні протікає реакція у всіх трьох пробірках? Схеми цих реакцій:



На підставі проведених реакцій й табличних [1] значень стандартних електродних потенціалів окиснення оцініть, в якому середовищі найбільш глибоко проявляються окисні властивості перманганату калію KMnO_4 .

ТЕМА 13. ГАЛЬВАНИЧНІ ЕЛЕМЕНТИ ТА ЕЛЕКТРОХІМІЧНА КОРРОЗІЯ МЕТАЛІВ

Ціль роботи – придбання навиків виготовлення гальванічних елементів, вивчення механізмів електрохімічної корозії металів.

Вивчіть теоретичний матеріал за підручниками [4, с. 311 – 324, 335 – 342] й [2, с. 185 – 198] та конспектом лекцій . Вирішіть письмово наступні завдання.

1. Складіть схеми двох гальванічних елементів, в одному з котрих кадмій є катодом, а в другому анодом. Напишіть рівняння електродних процесів й токообразуючих реакцій. Розрахуйте стандартну електрорушійну си-лу кожного з цих елементів.

2. Визначте електрорушійну силу гальванічного елемента, складеного з залізного та срібляного електродів, занурених у розчин H_2SO_4 у стандартних умовах.

3. Оценіть надійність нікелевого покриття на сталевому виробі у випадку локального зруйнування покриття при експлуатації виробу у вологому повітрі та соляній кислоті. Укажіть тип цього покриття. Напишіть рівняння хімічних реакцій, протікаючих у кожному випадку.

4. Який метал доцільно обирати для протекторного захисту від корозії свинцевої оболонки кабелю: цинк, кадмій чи алюміній? Чому? Поясніть механізм протекторного захисту металу в кислому середовищі на прикладі свинцю.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 13.1

ГАЛЬВАНИЧНІ ЕЛЕМЕНТИ

Дослід 1

Виготовлення та принцип дії гальванічного елемента Даніеля-Якобі

Посуд, прилади та реактиви: склянка, 1М розчині солей $ZnSO_4$ та $CuSO_4$, цинковий і мідний електроди, електролітичний місткік.

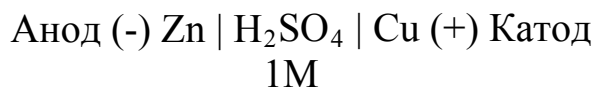
Хід роботи

В дві склянки налійте 1М розчини $ZnSO_4$ та $CuSO_4$ відповідно. Зануріть цинковий електрод в розчин $ZnSO_4$, а мідний – в розчин $CuSO_4$. Приєднайте електроди до клем гальванометра. Вдоскональтеся в отсуствии струму в цепі. Після цього з'єднайте обидва розчини електролітичним місткіком. Поясніть, чому стрілка гальванометра відхиляється.

Дослід 2

Виготовлення та принцип дії гальванічного елемента Вольта

Анологічно попередньому складіть гальванічний елемент відповідно наданій схемі:



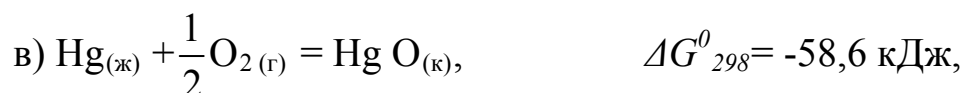
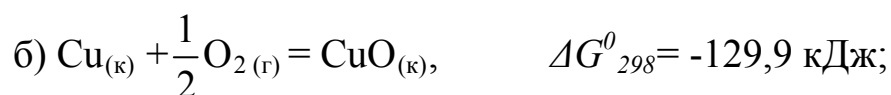
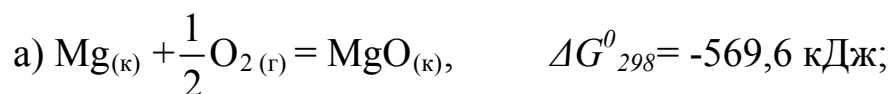
Вкажіть, які іони і в якому напрямку переміщаються в сірчанокиислому розчині при роботі гальванічного елемента, в якому напрямку переміщаються електрони во внешней цепи цього елемента. Складіть рівняння анодного і катодного процесів та сумарне рівняння хімічної реакції, протікаючої при його роботі. Розрахуйте величину стандартной електрорушійної сили.

ТЕМА 14. ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МЕТАЛІВ

Ціль роботи – експериментальне вивчення хімічних властивостей металів різної активності.

Вивчіть теоретичний матеріал за підручником [4, с.393 – 459] та конспектом лекцій. Вирішіть письмово наступні завдання.

1. Виходячи з величин стандартної енергії Гіббса ΔG^0_{298} завданих реакцій:



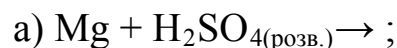
Оцініть, який метал легше окиснюється у повітрі при стандартній температурі та чому?

2. Які з перелічених металів – К, Ва, Zn і Cu взаємодіють з водою та які продукти при цьому утворюються?

3. Можливо чи ні зберігати розчини лугів в алюмінієвом або цинковому посуді? Свою відповідь підтвердіть рівняннями реакцій.

4. Порівняйте відношення Zn, Cd та Hg до розведених й концентрованих кислот: а) HCl; б) H₂SO₄; в) HNO₃. Напишіть рівняння відповідних реакцій.

5. Складіть рівняння реакцій, протікаючих за схемами:



6. Визначте, який мінімальний об'єм 10%-вої HNO₃ щільністю $\rho = 1,054$ г/мл потрібний для розчинення 100 г міді? Однакові чи ні витрати на цю реакцію концентрованої та розбавленої кислоти?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 13.1 ВЗАЄМОДІЯ МЕТАЛІВ С РІДИННИМ СЕРЕДОВИЩЕМ

Дослід 1

Взаємодія металів з водою

Посуд та реактиви: пробірки, склянка, дистильована вода, фенолфталеїн, натрій, магній, мідь, скляна пластинка.

Хід роботи

В хімічну склянку ємкістю 50– 100 мл та в дві пробірки налійте приблизно начверть їхнього обсягу дистильованої води й введіть також по 2-3 краплі фенолфталеїну. В першу пробірку покладіть мідь, в другу – магній, а в склянку кусочек натрію, осушеного від керосину, в якому він зберігався до досліду. Склянку відразу накрийте склом во избежание брызг води через бурний перебіг реакції. Напишіть молекулярні та електронні рівняння протікаючих реакцій.

Дослід 2

Взаємодія металів з розчинами лугів

Посуд та реактиви: пробірки, розчин NaOH, магній та алюміній.

Хід роботи

В дві пробірки, заповнені на чверть обсягу розчином лугу NaOH, введіть магній та алюміній (окремо один від одного). Підігрійте рідини й установіть, в якій з них виділяється водень. Складіть рівняння окремих стадій процесу. Зробіть заключення о можливості експлуатації деталей з магнію та алюмінію в луговому середовищі.

Дослід 3

Взаємодія металів з соляною кислотою

Посуд та реактиви: пробірки, розбавлена соляна кислота, алюміній, мідь.

Хід роботи

В дві пробірки залійте по 2 мл соляної кислоти. В одну з них занурьте пластинку алюмінію, а в другу – міді. Нагрійте кислотні розчини та опишіть ознаки протікання реакції. На підставі ряда напруг металів поясніть отримані результати.

Дослід 4

Взаємодія металів з сірчаною кислотою

Посуд та реактиви: пробірки, розведена й концентрована сірчана кислота, витяжна шафа, мідь, цинк.

Хід роботи

В дві пробірки залійте по 2 мл розведеної сірчаної кислоти, занурьте в одну з них мідну, а в другу – цинкову пластинку та спостерігайте протікання реакцій при нагріванні.

Аналогічний дослід проведіть при використанні (у витяжній шафі) концентрованої сірчаної кислоти. Образуючі продукти реакції – газоподібні SO_2 та H_2S различайте по запаху, а вільну сіру по офарбуванню стінок пробірки у жовтий колір.

Запишіть рівняння протекаючих реакцій, вкажіть окисник та відновник в кожній з них. Відповідіть на питання, чому концентрована кислота розчиняє мідь, а розведена на неї не діє?

Дослід 5

Взаємодія металів з азотною кислотою

Посуд та реактиви: пробірки, розведена й концентрована азотна кислота, витяжна шафа, мідь, цинк.

Хід роботи

В дві пробірки помістіть мідні пластинки та прилійте в одну з них розведену, а в другу – концентровану азотну кислоту. Помістіть пробірки в витяжну шафу. Чому в одній з них виділяється бурий, а в другій безкольоровий газ? Напишіть рівняння протекаючих реакцій та вкажіть окисник й відновник в кожній з них.

Дослід 6

Взаємодія металів з розчинами солей

Посуд та реактиви: пробірки, розчини солей магнію, свинцю і міді, цинкові пластинки.

Хід роботи

В три пробірки залійте по 2 мл розчинів солей магнію, свинцю і міді (окремо одна від одної) та зануріть в кожну з них по одній цинковій пластинці. В який з них произошла реакція та чому? Напишіть рівняння цієї реакції.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 15.1 ЕЛЕКТРОЛІЗ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ СОЛЕЙ

Дослід 1

Електроліз розчину K_2SO_4 (або Na_2SO_4 , $NaNO_3$ та ін.)

Посуд, прилади та реактиви: електролізер з U-образною трубкою, графітові електроди, розчин K_2SO_4 , лакмус.

Хід роботи

В U-образну трубку електролізера введіть графітові електроди, залійте розчин K_2SO_4 та додайте 1-2 краплі лакмусу. Ввімкніть електроживлення приладу та спостерігайте появу червоного забарвлення розчину у одного з електродів і синього – у другого.

Складіть схему електролізу цього розчину та виведіть рівняння реакції, протекаючої при електролізі. Вкажіть склади рідини у катодному та анодному обсягах електролізера.

Дослід 2

Електроліз розчину KI ($NaBr$, NaI)

Посуд, прилади та реактиви: електролізер по досліді 1, 5%-ий розчин солі, фенолфталеїн.

Хід роботи

U-образний електролізер з графітовими електродами заповніть 5%-им розчином солі. В обидва відділення електролізера введіть по 2 краплі фенолфталеїна. Ввімкніть постійний струм та спостерігайте появу малинового забарвлення розчину у одного з електродів та виділення газу у другого електрода.

Складіть схему електролізера та виведіть рівняння реакції, протекаючої в електролізері.

Дослід 2

Електроліз розчину $CuSO_4$ в електролізерах
з інертними та активними електродами

Посуд, прилади та реактиви: електролізер з U-образною трубкою, графітові електроди, 5%-вий розчин $CuSO_4$.

Хід роботи

Введіть в електролізер графітові електроди, налейте розчин $CuSO_4$ та пропустіть постійний струм на протязі 1-2 хв. Відзначте появу нальоту металу на одному з електродів. Складіть рівняння катодного та анодного процесів. Змініть електроди містами і знову пропустіть крізь систему електричний

струм. Поясніть, що відбувається з нальотом металу на електродах. Складіть рівняння катодного та анодного процесів.

ТЕМА 16. КОМПЛЕКСНІ СПОЛУКИ

Вивчіть теоретичний матеріал за підручниками [4, с.260 – 271] , [2, с.206 – 214] та конспектом лекцій. Вирішіть письмово наступні завдання.

1. Визначте заряд комплексного іона, ступень окиснення і коордінаційне число (КЧ) комплексоутворювача в наступних речовинах: $K[AuBr_4]$, $K_4[Fe(CN)_6]$, $Ba[Fe(NH_3)_2(CN)_4]$, $Na_3[Ag(S_2O_3)_2]$. Назвіть ці сполуки.

2. Складіть рівняння первинній та вторинній дисоціації речовини $Na_3[Ag(S_2O_3)_2]$ у водних розчинах. Вкажіть формули щодо розрахунку констант нестійкості комплексного іону при його вторинній дисоціації (загальну та по ступеням).

3. Чи відбудеться зміна ліганда в комплексній сполуці $K_2[Cd(CN)_4]$, якщо до його розчину додати розчин, що містить іони Br^- ?

4. Розрахувати концентрацію іонів комплексоутворювача в 0,01М розчині $K_2[Cd(CN)_4]$.

5. Складіть формулу комплексної сполуки, якщо її комплексоутворювачем є іон Pb^{4+} , КЧ дорівнює 4, а лігандом є іон $S_2O_3^{2-}$. Іони зовнішньої сфери обрати самостійно.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 16.1
ХІМІЧНІ ВЛАСИВОСТІ КОМПЛЕКСНИХ СПОЛУК

Дослід 1

Одержання комплексних сполук

Ціль роботи – способи одержання комплексних сполук в лабораторних умовах.

Посуд і реактиви: пробірки, розчин солі CuSO_4 , розчин NH_4OH .

Хід роботи

У пробірку налійте 2 мл розчину CuSO_4 та додайте по краплях розчин NH_4OH . Спостерігайте появу бірюзового осаду основної солі $(\text{CuOH})_2\text{SO}_4$. Потім долійте в пробірку надлишок розчину NH_4OH . Що відбувається? Яке забарвлення має отримана комплексна сіль? Складіть рівняння реакцій, що протікають.

Дослід 2

Відміна комплексних солей від подвійних

Ціль роботи – дослідження умов утворення комплексних сполук.

Посуд і реактиви: розчини солей $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$, $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ і KCNS , пробірки.

Хід роботи

В одну з пробірок налійте 1-2 мл розчину подвійної солі $\text{NH}_4\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$, а в другу – 1-2 мл розчину комплексної солі $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Потім долійте в кожну з цих пробірок по 1-2 краплі розчину KCNS . У якому випадку з'являється червоне забарвлення? Напишіть молекулярне й іоне рівняння реакцій, що протікають. Чому друга сіль, до складу котрої також входить Fe^{3+} не утворює сполуку $\text{Fe}(\text{CNS})_3$? Дайте відповідь на запитання, порівнюючи дисоціацію подвійної солі і комплексної.

ТЕМА 17. ЖОРСТКІСТЬ ВОДИ

Вивчіть теоретичний матеріал за підручниками [4, с.417 – 418] та конспектом лекцій. Вирішіть письмово наступні завдання.

1. Напишіть рівняння хімічних реакцій, що протікають при додаванні до жорсткої води: а) Na_2CO_3 , б) NaOH , в) $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Розгляньте випадки постійної та тимчасової жорсткості.

2. Обчисліть загальну жорсткість води, враховуючи, що в 600 л її міститься 65,7 г гидрокарбонату магнію і 61,2 г сульфату кальцію.

3. Скільки грамів CaSO_4 міститься в 1 м³ води, якщо жорсткість, обумовлена присутністю цієї солі, дорівнює 4 мекв/л?

4. На титрування 100 см³ жорсткої води витрачено 6,25 см³ 0,08н розчину HCl . Обчисліть карбонатну жорсткість цієї води.

5. Скільки грамів карбонату натрію треба додати до 10 л води, щоб усунути загальну жорсткість, рівну 8,2 мекв/л?

6. Яку масу Na_3PO_4 варто додати до 500 л води для усунення її карбонатної жорсткості, рівної 5 мекв/л?

7. Обчисліть наскільки знизиться жорсткість води, якщо до 20 мл цієї води долити 10 мл 0,1н розчину Na_2CO_3 .

8. До 10 л жорсткої води додали 12,95 г гідроксиду кальцію. Наскільки знизиться карбонатна жорсткість?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 17.1

ВИЗНАЧЕННЯ ЖОРСТКОСТІ ВОДИ

Ціль роботи – опанування методики експериментального визначення тимчасової й загальної жорсткості води.

Дослід 1

Визначення тимчасової жорсткості води

Посуд, прилади та реактиви: колби конічні, бюретка, мірна склянка, 0,1н розчин HCl, індикатор метилоранж.

Хід роботи

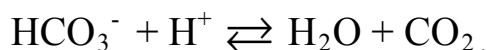
В мірну склянку наберіть 100 мл водопровідної води, жорсткість якої потрібно визначити, злійте її в конічну колбу і додайте 4-6 крапель індикатора. Залійте в бюретку розчин HCl до нульової позначки й титруйте воду в колбі до зміни її кольору. Цю процедуру здійсніть 5-6 разів, а результати кожного заміру обсягу розчину HCl, що був затрачений на титрування води внесіть до табл. 17.1.

Таблиця 17.1 – Результати дослідів

Номер заміру	Обсяг водопровідної води V_v , мл	Обсяг 0,1н розчину HCl V_p , мл	Середнє значення \bar{V}_p , мл

Обробка результатів

При додаванні розчину HCl до води, що містить гідрокарбонати, іони HCO_3^- будуть з'єднуватися з іонами водню по реакції:



Після завершення цієї реакції (в момент еквівалентності) жовте забарвлення індикатора перетворюється в помаранчеве.

Отже, тимчасову (карбонатну) жорсткість вдається визначити методом титрування.

Відповідно до закону еквівалентів

$$C_{n(e)} \cdot V_v = C_{n(p)} \cdot V_p,$$

відкілля нормальна концентрація іонів HCO_3^- дорівнює

$$C_{n(e)} = \frac{C_{n(p)} \cdot V_p}{V_e}, \text{ екв/л.} \quad (16.1)$$

Після розрахунку середнього значення обсягу $\overline{V_p}$ і підстановки його у формулу (16.1) одержуємо середнє значення еквівалентної концентрації гідрокарбонатів кальція й магнія у воді $\overline{C_{n(e)}}$. Тоді тимчасова (карбонатна) жорсткість води дорівнює

$$\overline{Ж_k} = 1000 \cdot \overline{C_{n(e)}}, \text{ мекв/л.} \quad (16.2)$$

Дослід 2

Визначення загальної жорсткості води

Посуд, прилади та реактиви: колби конічні, бюретка, мірна склянка або циліндр, вода дистильована, 0,5н розчин трилона Б, аміачний розчин, індикатор хромовий темно-синій.

Цю характеристику жорсткості визначають комплексометричним титруванням проб води розчином трилону Б в середовищі аміачного буферного розчину в присутності індикатора хромового темно-синього. В крапці еквівалентності забарвлення індикатору переходить від вінно-червоного в бузкове.

Хід роботи

Відмірьте мірним циліндром по 50 мл водопровідної води, що досліджується, та дистильованої. Злійте в конічну колбу та додайте 5 мл аміачного розчину ($\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$) і 5-6 крапель індикатору. Розчин трилону Б злійте в бюретку до нульової позначки й титруйте воду в колбі до зміни її кольору. Цю процедуру здійснюйте 3-5 разів, а результати кожного заміру обсягу трилону Б, що був затрачений на титрування води, внесіть до табл. 17.2.

Таблиця 17.2 – Результати дослідів

Номер заміру	Обсяг водопровідної води V_e , мл	Обсяг 0,05н розчину трилону Б, V_m , мл	Середнє значення $\overline{V_m}$, мл

Обробка результатів

Відповідно до закону еквівалентів

$$C_{n(e)} \cdot V_e = C_{n(m)} \cdot V_m,$$

відкiля нормальна концентрацiя солей, що обумолюють загальну жорсткiсть води, дорiвноє

$$C_{n(e)} = \frac{C_{n(m)} \cdot V_m}{V_e}, \text{ екв/л.} \quad (16.3)$$

Пiсля розрахунку середнього значення обсягу $\overline{V_m}$ титранта(трилону Б) i пiдстановки його до формули (16.3) одержуємо середнє значення еквiвалентної концентрацiї солей $\overline{C_{n(m)}}$. Тодi загальна жорсткiсть води дорiвноє

$$\overline{Ж_3} = 1000 \cdot \overline{C_{n(m)}}, \text{ мекв/л.} \quad (16.4)$$

Середнє значення $\overline{V_m}$ визначаємо з формули:

$$\overline{V_m} = \frac{V_{(m)1} + V_{(m)2} + \dots + V_{(m)n}}{n}, \text{ мл.}$$

Одиничнi вiдхилення результатiв дослiдiв визначаємо з формули:

$$\Delta V_{(m)i} = \overline{V_{(m)n}} - V_{(m)i}.$$

Абсолютну помилку методу аналізу рораховуємо за формулою:

$$\Delta a = \frac{|\Delta V_{(m)1}| + |\Delta V_{(m)2}| + \dots + |\Delta V_{(m)n}|}{n}, \text{ мл,}$$

а вiдносну помилку – з формули:

$$\Delta_0 = \frac{\Delta a}{V_m}.$$

Точнiсть методу аналізу складає:

$$\Delta = \frac{1}{\Delta_0}.$$

ТЕМА 18. КИСЛОТНО-ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ ВОДНИХ РОЗЧИНІВ

Ціль роботи – опанування методами експериментальної оцінки кислотно-основних властивостей водних розчинів.

Вивчіть теоретичний матеріал за підручниками [4, с.250 – 253] і [2, с.144 – 148] та конспектом лекцій. Вирішіть письмово наступні завдання.

1. Напишіть рівняння електролітичної дісоціації наступних кислот та основ : HNO_3 , NaOH , H_2S , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, HCl , H_2O , NH_4OH . Запишіть вираження констант дісоціації слабких електролітів з вищеперелічених.

2. Визначіть іонну силу 0,05М розчину NaOH та активність іонів OH^- в ньому.

3. Активність іонів у водному розчині дорівнює 10^{-3} моль/л. Визначіть показник активності p_{H^+} .

4. Розрахуйте рН 0,005М розчинів наступних кислот та основ (без урахунку активності їх іонів):

а) HNO_3 ; б) HNO_2 ; в) NaOH ; г) NH_4OH .

5. Водневий показник розчину дорівнює 5,5. Яка концентрація іонів H^+ та OH^- в цьому розчині, якщо розчиненою речвиною в ньому є:

а) HCl ; б) HCN ; в) KOH ; г) NH_4OH ?

6. Концентрація основи NH_4OH в розчині складає 0,01 моль/л. Визначіть концентрацію іонів OH^- , рН розчину та ступень дісоціації розчиненого електроліту.

7. Враховуючи тільки перший ступень дісоціації угольної кислоти, розрахуйте водневий показник 0,02М розчину H_2CO_3 .

ЛАБОРАТОРНАЯ РОБОТА 18.1 ВИЗНАЧЕННЯ ВОДНЕВОГО ПОКАЗНИКА РОЗЧИНУ

Дослід 1

Визначення водневого показника рН-метром

Ціль роботи – опанування навичків роботи с рН-метром.

Посуд, прилади та реактиви: колби конічні, склянки, рН-метр «Checker», вода дистильована, розчини кислот та основ.

Хід роботи

Уважно вивчіть інструкцію з експлуатації рН-метру та запишіть у зошит його основні технічні характеристики: шкалу, дозволяючу спроможність, точність, стандартні відхилення, допустиму температуру розчинів, що контролюють.

Наповніть колбу кислотним розчином, зануріть в нього рН-метр та дочекайтесь миті стабілізації його показників. Извлеките прилад з розчину й ополосните в ємкості з дистильованою водою.

Аналогічно цьому повторіть заміри величини рН усіх остальных рідин, запропанованих викладачем.

Обробка результатів

Запишіть результати заміров величини рН у журнал випробувань та розрахуйте значення активності іонів H^+ досліджуваємих рідин за формулою:

$$a_{H^+} = 10^{-pH}, \text{ моль/л.}$$

Дослід 2

Визначення водневого показника розчину методом кислотно-основного титрування

Ціль роботи – опанування методики кислотно-основного титрування.

Посуд, прилади та реактиви: бюретка, колби конічні, мірний циліндр, фенолфталеїн, титрант (0,1н розчин HCl).

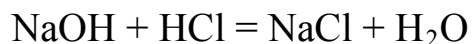
Хід роботи

Залійте в бюретку титрант – розчин HCl до нульової позначки. Заповніть мірний циліндр досліджуємим луговим розчином невідомої концентрації до позначки 25 мл, злійте його у конічну колбу та введіть туди ж 2-3 краплини індикатору фенолфталеїну. Відтитруйте цей розчин до моменту зміни його офарбування. За шкалою бюретки визначіть обсяг витраченого титранту. Виконайте 5-6 визначень та запишіть в журнал обсяги титранту, витрачені у кожному визначенні.

Обробка результатів

Розрахуйте середнє значення обсягу кислоти V_k , витраченої на титрування.

Знаючи, що в ході титрування відбувається реакція



або (в іонній формі)



та використовуючи закон еквівалентів

$$C_{n(k)} \cdot V_k = C_{n(щ)} \cdot V_{щ},$$

розрахуйте нормальну концентрацію досліджуємого розчину за формулою:

$$C_{n(щ)} = \frac{C_{n(k)} \cdot V_m}{V_{щ}}, \text{ екв/л.}$$

Враховуючи те, що у лужних розчинів значення нормальної й молярної концентрацій чисельно рівне, визначить активність іонів OH^- , а потім – активність іонів H^+ в лужному розчині та розрахуйте показник активності іонів водню $p a_{\text{H}^+}$.

ТЕМА 19. МАЛОРОЗЧИННІ ЕЛЕКТРОЛІТИ

Ціль роботи – ознайомлення з загальними властивостями малорозчинних електролітів та методикою розрахунку розчинності таких хімічних сполук.

Вивчіть теоретичний матеріал за підручниками [4, с.245 – 250] і [2, с.150 – 156] та конспектом лекцій. Вирішіть письмово наступні завдання.

1. При деякій температурі T у 10 л води максимально розчинилось 250 мг солі CaF_2 . Визначіть величину добутка розчинності CaF_2 при цієї температурі.

2. Яка маса $\text{Ca}(\text{OH})_2$ міститься в 2 л його насиченого розчину?

3. При 50°C в 200г води розчинилося максимально 9,0 мг CaSO_3 . Визначіть величину добутка розчинності цієї солі при тієї же температурі з урахуванням активності її іонів.

4. За довідковою величиною добутка розчинності $\text{Cu}(\text{OH})_2$ розрахуйте концентрацію іонів OH^- в його насиченом розчині та величину рН цього розчину.

5. рН насиченого розчину малорозчинного гідроксиду тривалентного металу дорівнює 8,15. Визначіть величину добутку розчинності цього гідроксиду.

6. Визначіть чи випаде осад солі CaSO_4 при змішуванні 2 л 0,1М розчину $\text{Ca}(\text{OH})_2$ та 3 л 0,2М розчину Na_2SO_4 .

7. Оценіть, в скільки разів молярна розчинність BaSO_4 у воді вище за розчинність цієї же солі в 0,1М розчині солі Na_2SO_4 .

8. Оценіть, в скільки разів молярна розчинність BaSO_4 у 0,1М розчині NaCl вище її розчинності у воді.

9. Концентрації солей $\text{Sr}(\text{NO}_3)_2$ та BaCl_2 в одному і тому ж розчині складають 0,2 і 0,7 моль/л відповідно. Визначіть, осад якої солі утворюється при поступовому додаванні солі Na_2CO_3 до цього розчину.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 19.1

ВЛАСТИВОСТІ РОЗЧИНІВ МАЛОРОЗЧИННИХ ЕЛЕКТРОЛИТІВ

Дослід 1

Умови утворювання осадів

Ціль роботи – дослідження умов утворення осадів в розчинах малорозчинних електролітів.

Посуд, прилади та реактиви: витяжна шафа, пробірки склянні, 0,25М розчин FeSO_4 , розчини H_2S і $(\text{NH}_4)_2\text{S}$.

Хід роботи

В дві пробірки внесіть по 2-3 краплі розчину FeSO_4 . Розташуйте їх в витяжній шафі та при ввімкнутій тязі в першу пробірку додайте 3-5 крапель розчину H_2S , а в другу – $(\text{NH}_4)_2\text{S}$. Спостерігайте утворення осадів в розчинах.

Обробка результатів

Відповідіть на наступні запитання:

1. В якій пробірці утворився осад? Напишіть рівняння хімічної реакції в молекулярній та іонній формі.

2. За якої умови (а або б) утворюється осад FeS :



3. Знаючи величини ДР_{FeS} (довідкова література [1]) та $[\text{Fe}^{2+}]$ розрахуйте значення $[\text{S}^{2-}]$, необхідне для осадження FeS .

Дослід 2

Умова розчинення осадів

Ціль роботи – дослідження умов розчинення осадів в розчинах малорозчинних електролітів.

Посуд, прилади та реактиви: витяжна шафа, пробірки склянні, 0,25М розчин FeSO_4 та CuSO_4 , розчин $(\text{NH}_4)_2\text{S}$, 2н розчин HCl .

Хід роботи

В одну з пробірок внесіть 2 краплі розчину FeSO_4 , а в другу – стільки ж розчину CuSO_4 . Розтошуйте їх в витяжній шафі та при ввімкнутій тязі додайте в кожную пробірку по 2 краплі розчину $(\text{NH}_4)_2\text{S}$. Відмітьте появу осадів.

До кожного з розчинів з осадом додайте по 5-7 крапель 2н розчину HCl .

Обробка результатів

1. Напишіть іонні рівняння отримання FeS та CuS.
2. Напишіть рівняння реакцій розчинення осаду у молекулярній та іонній формах. В якій з пробірок осад не розчинився?
3. За якої умови (а або б) утворюється осад малорозчинного сульфїду:
 - а) $[Me^{2+}] \cdot [S^{2-}] < DP_{MeS}$;
 - б) $[Me^{2+}] \cdot [S^{2-}] > DP_{MeS}$?
4. Використовуючи співвідношення а) або б) та довідкові величини DP_{MeS} , поясніть чому осад одного з сульфїдів розчинився в HCl, а осад другого – ні.

Дослід 3

Реакції розчинення осадів

Ціль роботи – дослідження реакцій розчинення осадів малорозчинних електролитів.

Посуд, прилади та реактиви: пробірки скляні; 0,25М розчин MgSO₄; 0,5М розчин NaOH; 2н розчин HCl; 2н розчин NH₄Cl; скляна палочка.

Хід роботи

Отримайте Mg(OH)₂ змішуванням розчинів MgSO₄ та NaOH і розлійте суміш у дві пробірки в рівних кількостях.

Додавайте до рідини у першій пробірці розчин HCl по краплі, перемішуючи рідину скляною палочкою після кожної краплі. Підрахуйте загальне число крапель розчину HCl, при якому відбулося повне розчинення осаду Mg(OH)₂.

Повторите теж саме з осадом в другій пробірці, додавая в рідину по краплям розчин NH₄Cl.

Обробка результатів

1. Запишіть іонне рівняння реакції отримання Mg(OH)₂.
2. Запишіть молекулярне та іонне рівняння реакцій розчинення осаду Mg(OH)₂ в розчині HCl та розчині NH₄Cl.
3. Чому в одному випадку розчинення осаду відбулося раніше?

ТЕМА 20 ГІДРОЛІЗ СОЛЕЙ

Ціль роботи – вивчення властивостей солей, обумовлених реакціями гідролізу.

Вивчіть теоретичний матеріал за підручниками [4, с.256 – 260] і [2, с.156 – 166] та конспектом лекцій. Вирішіть письмово наступні завдання.

1. Є розчини солей KCl , $CuCl_2$ та $AlCl_3$. В яких з них концентрація іонів H^+ дорівнює концентрації іонів OH^- ?
2. Є солі Na_2SO_4 та Na_2CO_3 . Можливо чи ні, використовуючи фенолфталеїн, відрізнити один від другого їх водні розчини?
3. Можливо чи ні за допомогою рН-метра відрізнити водні розчини солей KCl й NH_4Cl ?
4. Використовуючи довідкові данні [1], розрахуйте чисельне значення константи гідролізу солі CH_3COONa .
5. Використовуючи довідкові данні [1], розрахуйте ступень гідролізу солі CH_3COONa в 0,01М розчині.
6. Вчисліть рН 0,001М розчину Na_2CO_3 (враховуючи тільки перший ступень гідролізу).
7. Вчисліть рН 0,1М розчину $CuCl_2$ (враховуючи тільки перший ступень гідролізу).
8. рН водного розчину солі NH_4Cl дорівнює 5. Складіть рівняння реакції гідролізу та розрахуйте вихідну концентрацію розчину.
9. Визначіть, в якому напрямку зміститься рівновага реакції гідролізу солі $ScCl_3$, якщо в її розчин додати : а) $NaOH$; б) HCl .
10. Визначіть, в якому напрямку зміститься рівновага реакції гідролізу солі Na_2SeO_3 , якщо в її розчин додати : а) Na_2S ; б) $Pb(NO_3)_2$.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 20.1

ВЛАСТИВОСТІ РОЗЧИНІВ ГІДРОЛІЗУЮЧИХ СОЛЕЙ

Ціль роботи – визначення рН розчинів солей вказаного типу.

Дослід 1

Гідроліз солі, образованной сильною основою та слабкою кислотою

Посуд, прилади та реактиви: мірна колба, солі Na_2CO_3 , NaHCO_3 , CH_3COONa або NaNO_2 ; вода дистильована, ваги лабораторні електронні MW-VI-300 ; рН-метр «Checker».

Хід роботи

Приготуйте 100 мл або 200 мл 10%-го розчину солі, отриманої від викладача. Для цього розрахуйте наважку, взвесьте сіль на лабораторних вагах з точністю до 0,01 г, введіть її у мерну колбу, залійте водою до позначки та перемішуйте до повного розчинення. Измерьте рН приготовленого розчину за допомогою рН-метра.

Обробка результатів

Складіть рівняння реакції гідролізу солі по першому ступеню та розрахуйте рН розчину

Порівняйте експериментально отримане й розраховане значення рН.

Дослід 2

Гідроліз солі, образованной слабкою основою й сильною кислотою

Посуд, прилади та реактиви: мірна колба, наважка солі FeCl_3 , вода дистильована, рН-метр «Checker».

Хід роботи

Отримайте у викладача наважку солі FeCl_3 та приготуйте в мірній колбі розчин цієї солі. Измерьте рН розчину, використовуючи рН-метр.

Обробка результатів

Запишіть рівняння реакції гідролізу солі FeCl_3 по першому ступеню та вчисліть молярні концентрації розчину $C_{(теор.)}$ по відомій масі наважки солі та $C_{(факт.)}$ на підставі вимірювань величини рН. Результати внесіть до табл. 19.1.

Таблиця 20.1 – Результати дослідів 2

Маса наважки, г	Обсяг розчину V , л	Молярна концентрація розчину, моль/л	
		$C_{(теор.)}$	$C_{(факт.)}$

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Базаянц Г.В. Довідкові матеріали з хімії / Г.В. Базаянц, В.Д. Доненко.– Горлівка: ДВНЗ"ДонНТУ" АДІ, 2011. - 89 с. (Библ.№15/25).
2. Глинка Н.Л. Задачи и упражнения по общей химии / Н.Л. Глинка - М.: Химия, 2005. - 264 с.
3. Егоров В.В. Экологическая химия / В.В. Егоров. – СПб.: Изд. «Лань», 2009.– 192 с.
4. Кириченко В.І. Загальна хімія: навч. посіб. / В.І. Кириченко. – К.: Вища шк., 2005. - 639 с.
5. Коровин Н.В. Лабораторные работы по химии / Н.В. Коровин, Э.И. Мигулина, Н.Г. Рыжова. – М.: Высш. шк., 2001. – 256 с.
6. Коровин Н.В. Общая химия: підручник для вузів / Н.В. Коровин. - М. Высш. шк., 2003. - 557 с.
7. Павлоцька Л.Ф. Біологічна хімія / Л.Ф. Павлоцька, Н.В. Дуденко, Л.Ф. Димитрієвич та ін. – Суми: Університетська книга, 2009. – 379 с.
8. Романова Н.В. Загальна та неорганічна хімія: підруч. для студ. вищ. навч. закл. / Н.В. Романова. - К.: Ірпень: ВТФ "Перун", 2002. - 480 с.

ЕЛЕКТРОННЕ НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ВИДАННЯ

Базаянц Георгій Вартанович
Доненко Вікторія Дмитрівна

**МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК
ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ХІМІЇ
(ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ 0401) – "ПРИРОДНІ НАУКИ"
(НАПРЯМОК ПІДГОТОВКИ 6.040106 – "ЕКОЛОГІЯ, ОХОРОНА
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА Й СБАЛАНСОВАНЕ
ПРИРОДОВИКОРИСТАННЯ")**

Підписане до випуску
Услов. друк арк.

Гарнітура Times New.
Зам №

Державний вищий навчальний заклад
«Донецький національний технічний університет»
Автомобільно-дорожній інститут
84646, м. Горлівка, вул. Кірова, 51
E-mail: drukfn@rambler.ru

Редакційно-видавничий відділ

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців, виготовників і розповсюджувачів
видавничої продукції ДК № 2982 від 21.09.2007