

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  
25.08.2011 р.

Кафедра «Загальнонаукові дисципліни»

**МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК  
ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ХІМІЇ  
(ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ 0601) – «БУДІВНИЦТВО І АРХІТЕКТУРА»  
(НАПРЯМОК ПІДГОТОВКИ 6.060101 – «БУДІВНИЦТВО»)**

**15/40-2011-04**

«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 0601 – "Будівництво і архітектура", напрямок підготовки 6.060101 – "Будівництво") [Електронний ресурс] /укладачі/ Г.В. Базаянц, А.П. Карпинець, В.Д. Доненко. – 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, 2011

## 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
ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	27

## ВСТУП

У процесі вивчення курсу хімії в першому семестрі студенти спеціальності 6.060101 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 будівельної галузі. Для якісного його виконання рекомендується спочатку уважно вивчити теоретичний матеріал, використовуючи конспект лекцій, рекомендовану літературу й загальні відомості по темах даного методичного посібника. На наступному етапі доцільно приступитися до розв'язку типових завдань, викладених по кожній темі в цьому виданні.

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. Під час захисту 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 вмикайте 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 бризків на особу й одяг.
7. Не нахиляйтеся над рідиною, що підігрівається, щоб уникнути попадання бризків 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 досліди 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 края розчином йоду й перев'язати бинтом.

3. При опіках шкіри реактивами слід їх 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.

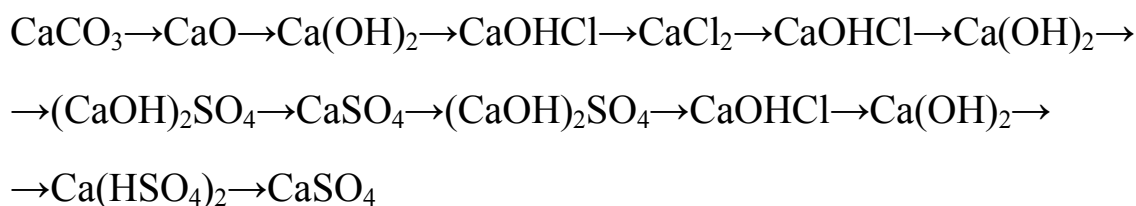
5. При хімічному опіку очей необхідно їх промити водою в очній ванночці, після чого звернутися до лікаря.

## ТЕМА 1. КЛАСИ НЕОРГАНІЧНИХ СПОЛУК

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

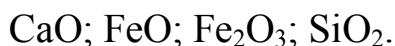
Вивчіть теоретичний матеріал за підручниками [3; §15, 16, 87] і [2, с. 29 – 37]. Виконаєте наступні завдання:

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  $\text{Na}_2\text{O}$ , а які – з  $\text{CO}_2$ ? Які з них хімічно взаємодіють одне з одним при високих температурах? Напишіть рівняння відповідних реакцій.

3. Напишіть рівняння реакцій одержання солі  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  при взаємодії одне 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)  $\text{Mg(OH)}_2$  і  $\text{HCl}$ ;
- б)  $\text{K}_2\text{CO}_3$  і  $\text{Ca(NO}_3)_2$ ;
- в)  $\text{NaCl}$  і  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ;
- г)  $\text{Cu}$  і  $\text{HCl}$ ;
- д)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  і  $\text{HCl}$ ?

## 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 гашеного вапна.

## 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  $\text{CuSO}_4$ , розчин  $\text{NaOH}$ .

*Хід роботи*

Помістіть у дві пробірки по 5 – 6 крапель розчину  $\text{CuSO}_4$ . 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**

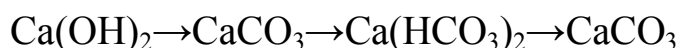
*Ціль роботи:* виявлення умов утворення кислих солей.

*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  $\text{CO}_2$  з апарата Киппа. Спостерігайте за появою білого осаду  $\text{CaCO}_3$ . 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  $\text{CaO}$  (негашеного вапна) міститься в ньому?

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

3. При нагріванні карбонату кальцію  $\text{CaCO}_3$  він розкладається на  $\text{CaO}$  й  $\text{CO}_2$ . Розрахуйте, яку масу природного вапняку, що містить 80%  $\text{CaCO}_3$  (решта – домішки), необхідно нагріти, щоб одержати 6,3т  $\text{CaO}$ , якщо вихід  $\text{CaO}$  становить 90%. Який обсяг  $\text{CO}_2$  виділиться при цьому?

4. Яка реакція середовища – кисла або основна утворюється при змішуванні 40мл 10%-ого розчину  $\text{HNO}_3$  щільністю 1,536 г/мл і 10мл 50%-ого розчину  $\text{KOH}$  щільністю 1,538 г/мл?

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

6. Розрахуйте щільність газоподібного  $\text{CO}_2$  у г/л при температурі  $125^\circ\text{C}$  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  $\text{CaSO}_4$ . Виведіть формулу даного кристалогідрата.

9. При спалюванні 6,0г вугілля, що містить вуглець і домішки, утворилось 10,6л  $\text{CO}_2$  (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:

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

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

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 [3; §12, 13, 16], [2, с. 7 – 9] і [6, с. 14 – 15] 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 °C 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  $\text{CaCO}_3$  виділилося 11,2 л  $\text{CO}_2$  (н.у). Визначте еквівалентний обсяг цього газу.
  7. На нейтралізацію 1,815 г двохосновної кислоти витрачено 60мл 0,5н розчину KOH. 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 та 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. Залийте 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  $\Delta V$ , 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, $\Delta V$ що виділився, л	
Атмосферний тиск $P$ , Па	
Температура повітря $T$ , К	
Тиск насиченої 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  $\Delta V$  на його обсяг при нормальних умовах:

$$V_0 = \frac{\Delta V \cdot (P - P_{\text{H}_2\text{O}}) \cdot 273}{101325 \cdot T}, \text{ л}. \quad (3.4)$$

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 [3, с. 47 – 110], [6, с. 27 – 41] 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 квантових 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, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, MgO, CO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 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:  $3d^5 4s^1$ . 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)<sub>2</sub> чи Mg(OH)<sub>2</sub>;
- б) Ca(OH)<sub>2</sub> чи Fe(OH)<sub>2</sub>;
- в) Cd(OH)<sub>2</sub> чи Sr(OH)<sub>2</sub>.

**ТЕМА 5. ХІМІЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК ТА БУДОВА МОЛЕКУЛ**

Вивчіть теоретичний матеріал теми за підручниками [3, с. 109 – 130], [6, с. 42 – 55] і конспектом лекцій. Виконайте наступні завдання.

1. Встановіть тип хімічного зв'язку в наступних сполуках:  $\text{BaI}_2$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $(\text{H}_2\text{O})_n$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{PH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{Se}$ ,  $\text{BF}_4^-$ .

2. Користуючись методом валентних зв'язків, поясніть, чому існує молекула  $\text{PCl}_5$ , але неможлива молекула  $\text{NCl}_5$ .

3. На прикладі утворення молекули  $\text{N}_2$  розгляньте особливості перекривання орбіталей у випадку утвору  $\delta$ - і  $\pi$ - зв'язку.

4. Укажіть геометрію молекул  $\text{BeF}_2$ ,  $\text{BBr}_3$ ,  $\text{NCl}_3$ ,  $\text{SiCl}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}_2$ . У яких з них дипольний момент дорівнює нулю?

5. Зрівняйте довжину й полярність зв'язку в наступних парах сполук: а)  $\text{H}_2\text{O}$  і  $\text{H}_2\text{S}$ ; б)  $\text{NBr}_3$  і  $\text{PBr}_3$ . Укажіть, яке з порівнюваних сполук більш стійке й чому.

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

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

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

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

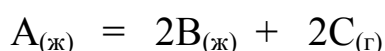
7. Чому  $\text{H}_2\text{O}$  замерзає й кипить при більш високих температурах ніж її аналоги  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{Se}$  і  $\text{H}_2\text{Te}$ ?

## ТЕМА 6. ЕНЕРГЕТИКА ХІМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

Вивчіть теоретичний матеріал за підручниками [3; с. 158 – 161], [2, с. 71 – 81], [6, с. 76 – 87] і конспектом лекцій. Вирішіть письмово наступні завдання:

1. На розкладання 300 г вапняку  $\text{CaCO}_3$  витрачено 471 кДж теплоти. Складіть термохімічне рівняння цього процесу:

2. Процес розкладання речовини  $A$  відображає реакція:



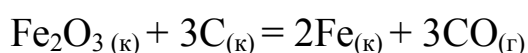
$\Delta H^0_{298}$ , кДж/моль	-1300	-235	-390
-------------------------------	-------	------	------

$\Delta G^0_{298}$ , кДж/моль	-920	-170	-390
-------------------------------	------	------	------

Використовуючи зазначені довідкові значення стандартних теплот утворення  $\Delta H^0_{298}$  і енергій Гиббса  $\Delta G^0_{298}$ , розрахуйте зміну ентропії  $\Delta S^0_{298}$  системи при температурі 298 К.

3. Газова суміш містить ( за обсягом) 60%  $\text{CH}_4$ , 5%  $\text{H}_2\text{S}$  і 35%  $\text{CO}_2$ . Яка кількість теплоти виділиться при спалюванні  $1\text{ м}^3$  такої суміші при нормальних умовах?

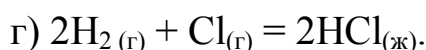
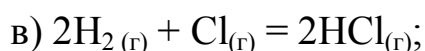
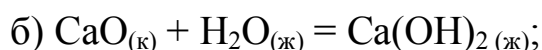
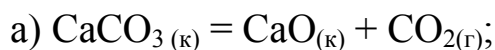
4. Використовуючи зазначені довідкові значення стандартних теплот утворення речовин  $\Delta H^0_{298}$  і їх стандартних ентропій  $S^0_{298}$ , визначите область температур мимовільного протікання реакції:



$\Delta H^0_{298}$ , 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  $\Delta S^0_{298}$  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.

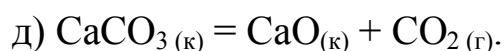
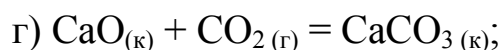
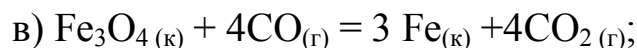
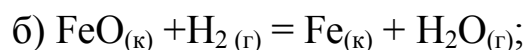
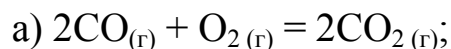
Обчислена за формулою (6.1) кількість теплоти виділяється при нейтралізації 0,15 молу лугу, тому слід перерахувати цю величину на 1 моль NaOH. Це й буде ентальпія  $\Delta H = -Q$ .

Зіставте значення  $\Delta H$  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 [3; с. 161 – 170], [2, с. 88 – 96] і конспектом лекцій. Розв'яжіть письмово наступні завдання:

1. Напишіть кінетичні рівняння швидкості наступних реакцій:



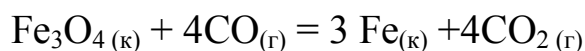
Як зміниться швидкість кожного із цих процесів при збільшенні концентрації вихідних речовин в 3 рази?

2. У скільки разів зростає швидкість гомогенної реакції



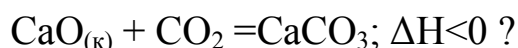
при підвищенні температури на 100°C, на 200°C и на 300°C, якщо температурний коефіцієнт швидкості цього процесу рівний 2,8?

3. Як зміниться швидкість прямої реакції



при збільшенні тиску в системі в 2 рази?

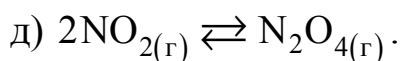
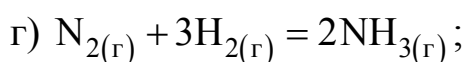
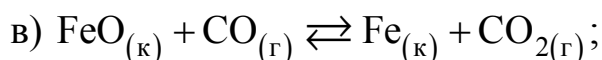
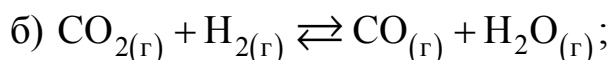
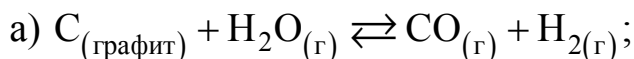
4. При зміні яких факторів можна збільшити швидкість прямої реакції:



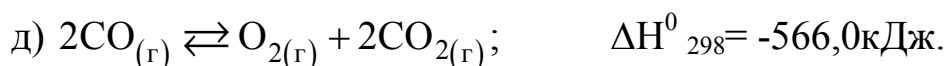
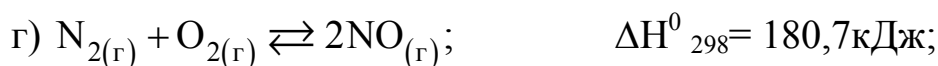
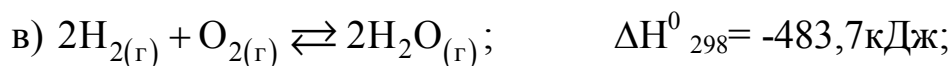
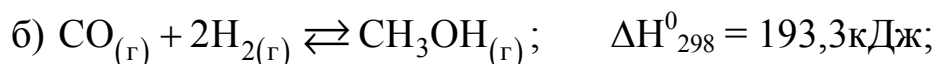
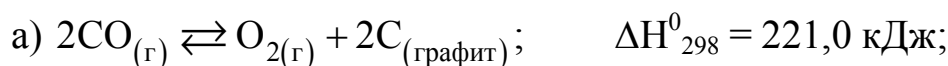
## ТЕМА 8. ХІМІЧНА РІВНОВАГА

Вивчіть теоретичний матеріал за підручниками [3; с. 173 – 183], [2, с. 92 – 106] і конспектом лекцій. Розв'яжіть письмово наступні завдання:

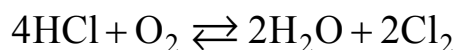
1. Напишіть вираження констант рівноваги для наступних зворотних систем:



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

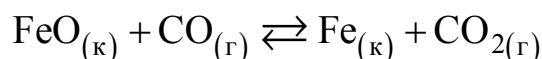


3. Рівновага гомогенної системи



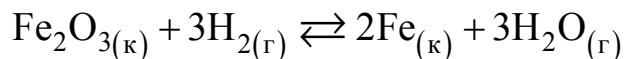
встановилася при наступних концентраціях газоподібних реагентів, моль/л:  $[HCl] = 0,20$ ;  $[O_2] = 0,32$ ;  $[H_2O] = 0,14$ ;  $[Cl_2] = 0,14$ . Розрахуйте початкові концентрації  $HCl$  й  $O_2$ .

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, визначте її константу рівноваги.

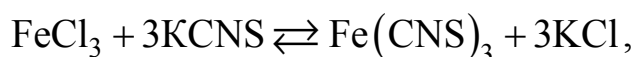
## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 8.1

### ВПЛИВ КОНЦЕНТРАЦІЇ РЕАГЕНТІВ НА ЗСУВ ХІМІЧНОЇ РІВНОВАГИ

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

*Посуд і реактиви:* пробірки, розведені розчини  $\text{FeCl}_3$  і  $\text{KCNS}$ , кристалічний  $\text{KCl}$ , 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  $\text{FeCl}_3$  й 4 мл розчину  $\text{KCNS}$ . Легким струшуванням розмішайте суміш і розлийте її рівними порціями в чотири пробірки. У першу з них додайте 0,5мл розчину  $\text{FeCl}_3$ , в іншу – стільки ж розчину  $\text{KCNS}$ , а в третю внесіть декілька кристалів  $\text{KCl}$ . 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 [3; §74, 76, 79, 80], [2, с. 106 – 110, 117 – 119] і [6, с. 156 – 164] та конспектом лекцій. Розв'яжіть письмово наступні завдання.

1. В 160г води розчинено 40г солі  $\text{CaCl}_2$ . Щільність розчину дорівнює 1,178г/мл. Розрахуйте масову частку солі в розчині, молярну, нормальну й моляльну концентрацію, а також мольні частки розчинника й розчиненої речовини.

2. Яка маса речовини  $\text{HNO}_3$  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  $\text{HCl}$ . Розрахуйте процентну концентрацію отриманого розчину.

7. Молярність якого із двох розчинів вище: 50%-ого  $\text{NaOH}$  щільністю 1,525 г/мл або 60%-ого  $\text{H}_2\text{SO}_4$  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, порцелянова чашка, 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]) визначите щільність 10%-ого розчину заданої солі, а потім з формули:

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

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;  
 $\rho$  – щільність 10%-ого 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 порцеляною чашкою.

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, долейте в колбу кількість води, якої не вистачає.

## ТЕМА 10. ВЛАСТИВОСТІ РОЗЧИНІВ ЕЛЕКТРОЛІТІВ ТА НЕЕЛЕКТРОЛІТІВ

Вивчіть теоретичний матеріал за підручниками [3; §74, 76, 79, 80 – 91], [2, с. 106 – 110, 124 – 130] і [4, с. 156 – 164, 169 – 183] і конспектом лекцій. Розв'яжіть письмово наступні завдання:

1. У ємкість залили 6л води й 5л етиленгліколя  $(\text{C}_2\text{H}_4\text{OH})_2$  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:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$  або  $\text{AlCl}_3$  найбільш ефективна? Розрахунки проведіть для 3-моляльних водяних розчинів і  $\alpha = 90\%$ .

3. При  $500^\circ\text{C}$  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 становить 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  $\text{H}_2\text{O}$  та  $(\text{C}_2\text{H}_4\text{OH})_2$ , щоб одержати розчин, що замерзає при температурі  $-20^\circ\text{C}$ ?

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  $50^\circ\text{C}$ . Умовний ступінь дисоціації солі дорівнює 72%.

7. При розчиненні 0,06 моля 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 –  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaS}_2\text{O}_3$  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  $101,04^\circ\text{C}$ . Визначте молярну концентрацію розчину.

**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. Глинка Н.Л. Общая химия / Н.Л. Глинка. – М.: Химия, 2004. – 704 с.
4. Кириченко В.І. Загальна хімія: навч. посіб. / В.І. Кириченко. – К.: Вища шк., 2005. – 639 с.
5. Коровин Н.В. Общая химия: учебник для вузов / Н.В. Коровин. – М. Высш. шк., 2003. – 557 с.
6. Лучинский Г.П. Курс химии / Г.П. Лучинский. – М.: Высш. шк., 1998. – 416 с.
- 7 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**  
**Карпинець Антонина Павлівна**  
**Доненко Вікторія Дмитрівна**

## **МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ З ХІМІЇ (ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ 0601) – «БУДІВНИЦТВО Й АРХІТЕКТУРА» (НАПРЯМОК ПІДГОТОВКИ 6.060101 – «БУДІВНИЦТВО»)**

Підписано до випуску 21.11.2011 Гарнітура Times New.  
Услов. друк арк. 2,93 Зам № 448

---

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

Редакційно-видавничий відділ

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