

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет

ФІЗИЧНА ХІМІЯ

Методичні рекомендації
до виконання курсової роботи
і домашніх завдань для студентів напрямів
0916 “Хімічна технологія та інженерія”
та 0929 “Біотехнологія”

Київ 2005

УДК 544 (076)
ББК Г5р
Ф505

Укладачі: О.І. Косенко, С.В. Іванов, М.Р. Максимюк

Рецензент Н.М. Манчук

Затверджено на засіданні методично-редакційної ради Інституту екології та дизайну НАУ 8 грудня 2004 року.

Ф 505 **Фізична хімія:** Методичні рекомендації до виконання курсової роботи і домашніх завдань / Уклад.: О.І. Косенко, С.В. Іванов, М.Р. Максимюк. – К.: НАУ, 2005. – 24 с.

Містять рекомендації щодо структури курсової роботи і домашніх завдань, порядку їх виконання, оформлення та захисту.

Для організації самостійної роботи студентів напрямів 0916 “Хімічна технологія та інженерія” та 0929 “Біотехнологія”.

1. ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Курсова робота з дисципліни “Фізична хімія” є завершальним етапом у лабораторному практикумі з фізичної хімії. Мета цієї роботи – познайомити студента з навичками дослідницької експериментальної роботи, починаючи від роботи з літературою та планування експерименту і закінчуючи оформленням та захистом цієї роботи. Виконання курсової роботи має сприяти поглибленню, закріпленню та узагальненню теоретичних знань, розвитку навичок їх практичного застосування у вирішенні фахових задач.

Курсова робота з фізичної хімії є одним з етапів підготовки студентів до виконання та захисту атестаційної роботи випускника відповідного освітньо-кваліфікаційного рівня – дипломного проекту або дипломної роботи.

Метою виконання двох домашніх завдань, передбачених навчальною програмою, є поглиблення теоретичних знань і застосування їх до вирішення практичних задач і розрахунків, а також формування у студента навичок користування довідковою літературою.

2. ВИКОНАННЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ

2.1. Організація виконання курсової роботи

Виконання студентом курсової роботи передбачає такі етапи:

- отримання теми курсової роботи;
- літературний пошук;
- розробка методики проведення експерименту;
- виконання експериментальної частини курсової роботи;
- оформлення пояснювальної записки;
- захист курсової роботи.

Теми курсових робіт повністю охоплюють тематику теоретичного курсу фізичної хімії, передбаченого навчальною програмою, а саме: термодинаміку, хімічну і фазові рівноваги, розчини, електрохімію, кінетику хімічних реакцій та каталіз.

Нижче наводиться приблизний перелік тем курсових робіт з

відповідних розділів фізичної хімії.

Термодинаміка

1. Визначення теплот розчинення для концентрованих та насичених розчинів.

2. Визначення інтегральних і диференційних теплот розчинення і розведення.

3. Побудова ізотерми інтегральної теплоти розчинення.

4. Визначення теплоти утворення твердого розчину.

5. Термометричне титрування.

6. Визначення теплоти реакції окиснення.

7. Визначення теплот змішування органічних і неорганічних рідин.

Хімічна рівновага

1. Вивчення хімічної рівноваги в розчинах при утворенні комплексних сполук методом розподілення.

2. Вивчення хімічної рівноваги в розчинах спектрофотометричним методом.

3. Вивчення хімічної рівноваги процесів гідролізу методом рН-метрії.

Фазові рівноваги

1. Побудова діаграм плавкості подвійних легкоплавких систем.

2. Визначення теплоти плавлення за діаграмою плавкості.

3. Побудова діаграм плавкості систем з хімічною взаємодією.

4. Побудова діаграм плавкості систем, які утворюють тверді розчини.

Розчини

1. Визначення межі підпорядкування розчинів закону Рауля.

2. Визначення ебуліоскопічної константи неполярної рідини.

3. Ебуліоскопічний метод визначення молекулярної маси речовини.

4. Визначення молекулярної маси високомолекулярної сполуки методом віскозиметрії.

5. Вивчення залежності молекулярної рефракції від температури.

6. Дослідження процесу екстрагування.

7. Дослідження залежності коефіцієнта розподілу від рН водної фази.

8. Побудова діаграм температура кипіння – склад для рідин,

які необмежено змішуються.

9. Побудова діаграм тиск пари – склад для рідин, які необмежено змішуються.

10. Визначення взаємної розчинності в трикомпонентній системі.

11. Вивчення рівноваги рідина – пара в подвійних рідких системах.

12. Вивчення залежності розчинності від температури в трикомпонентних системах.

13. Побудова діаграм ізотермічної рівноваги в трикомпонентних системах.

14. Вивчення рівноваг в потрійних системах з обмеженою взаємною розчинністю двох або трьох пар компонентів.

15. Визначення молекулярної маси методом криоскопії.

16. Визначення криоскопічної постійної розчинника.

17. Визначення ступеня дисоціації та асоціації речовини в розчині методом криоскопії.

Розчини електролітів

1. Визначення температурного коефіцієнта електропровідності.

2. Визначення розчинності методом електропровідності.

3. Кондуктометричне титрування.

Електрохімія

1. Визначення окисно-відновних потенціалів.

2. Визначення коефіцієнтів активності електролітів.

3. Потенціометричне титрування.

4. Визначення складу і констант стійкості комплексних сполук в розчині.

5. Визначення термодинамічних функцій окисно-відновних реакцій методом потенціометричного титрування.

Кінетика і каталіз

1. Вивчення кінетики гомогенних процесів.

2. Вивчення кінетики гетерогенних процесів.

3. Вивчення кінетики хімічних реакцій за участю твердих фаз.

4. Визначення коефіцієнтів дифузії.

5. Вивчення кінетики гетерогенних процесів методом елек-

тропровідності.

Тему курсової роботи студент обирає разом з керівником, при цьому враховується ступінь підготовленості студента, його здібності до виконання даного завдання. Студент має можливість запропонувати власну тему, обґрунтувавши доцільність її розробки.

Керівник надає рекомендації про необхідну літературу, узгоджує план-графік виконання курсової роботи і консультує щодо порядку виконання роботи, розробки методики експериментальної частини роботи, обробки отриманих результатів і оформлення теоретичної і експериментальної частин роботи.

У терміни, передбачені планом-графіком курсової роботи, студент зобов'язаний інформувати керівника про виконану роботу. Керівник контролює планомірність виконання завдання та відповідність його ходу встановленому графіку, перевіряє всі розрахунки, обговорює їх зі студентом. Студент переходить до виконання наступного етапу тільки після перевірки викладачем попереднього етапу.

Виконання курсової роботи необхідно починати з літературного пошуку за заданою темою та опанування теоретичного матеріалу, законів та закономірностей, які лежать в основі вирішення поставленої задачі. На підставі роботи з літературою студент повинен скласти план експерименту та розробити детальну методику його виконання, визначитися з необхідним обладнанням, приладами та реактивами, з методиками обробки експериментальних даних.

Після того, як методика проведення експерименту узгоджена з керівником, студент приступає до виконання експериментальної частини роботи та обробки отриманих результатів, обрахунку необхідних величин, побудови графіків, діаграм тощо. Заключним етапом роботи є оформлення пояснювальної записки та захист курсової роботи.

2.2. Структура пояснювальної записки курсової роботи

Пояснювальна записка повинна розкривати зміст курсової

роботи, містити обґрунтування вибору методів рішення поставленого завдання, описання проведення експериментів, необхідні розрахунки, аналіз отриманих результатів тощо.

Матеріал пояснювальної записки повинен бути викладений грамотно, чітко та стисло. У тексті записки обов'язково мають бути посилання на використані літературні джерела.

Пояснювальна записка повинна мати таку структуру:

- титульний аркуш;
- завдання до виконання курсової роботи;
- реферат;
- зміст;
- вступ;
- основна частина;
- висновки;
- список літератури;
- додатки.

Титульний аркуш повинен вміщувати назву навчального закладу, тему курсової роботи, прізвище виконавця і керівника. Зразок оформлення титульного аркуша пояснювальної записки наведено в дод. 1.

Завдання до виконання курсової роботи має вміщувати тему курсової роботи, термін виконання роботи, вихідні дані до роботи. Зразок оформлення аркуша завдання на виконання курсової роботи наведено в дод. 2.

Реферат пояснювальної записки призначений для ознайомлення зі змістом курсової роботи. Він має бути стислим, але інформативним, містити відомості, що дозволяють отримати повну уяву про роботу, що розглядається.

Реферат повинен займати не більше однієї сторінки пояснювальної записки і містити:

– відомості про обсяг пояснювальної записки, кількість ілюстрацій, таблиць, додатків, літературних джерел;

– основний текст, в якому повинні бути відображені об'єкт дослідження, мета роботи, методи дослідження, результати та висновки;

– перелік ключових слів (словосполучень), які є визначальними для розкриття суті курсової роботи (від 5 до 15 слів

або словосполучень).

Зразок оформлення реферату наведено в дод. 3.

Зміст пояснювальної записки розміщується на аркуші після реферату, починаючи з нової сторінки.

До змісту включають заголовки структурних елементів пояснювальної записки: вступ; послідовно назви (заголовки) всіх розділів, підрозділів, пунктів і підпунктів пояснювальної записки; висновки; список використаної літератури; назви додатків (якщо вони є). Справа наводяться номери сторінок, з яких починається зазначений матеріал.

Вступ є важливою складовою пояснювальної записки, незважаючи на його невеликий обсяг (1–2 сторінки). Він розміщується на новій сторінці після змісту. У вступі повинні відображатися актуальність, наукове та практичне значення обраної теми, формулюватися мета і завдання курсової роботи.

Основна частина курсової роботи складається з наступних підрозділів:

- огляд літератури;
- методика виконання експерименту;
- обробка експериментальних даних.

В огляді літератури наводяться основні поняття, принципи, закони та закономірності, які лежать в основі вирішення поставленої задачі, та методи, які можуть бути застосовані для її вирішення.

Методика виконання експерименту розробляється на підставі роботи з літературою. Методика повинна бути послідовною, включати перелік необхідних приладів і реактивів, схеми установок і детальний порядок проведення експерименту, таблиці для запису експериментальних даних.

Обробка експериментальних даних полягає в обчисленні отриманих результатів дослідів, побудові графіків, діаграм тощо. При цьому наводяться всі формули, які застосовуються для розрахунків, і пояснюються всі величини, що містяться в формулах. Результати розрахунків можуть бути зведені в таблицю.

У **висновках** підводяться підсумки виконання курсової роботи. В стислій формі у цьому розділі аналізується, що досліджувалось у процесі даної роботи, які результати були при

цьому отримані, як ці результати узгоджуються з відомими даними, де вони можуть бути використані.

У **списку літератури** наводяться всі використані під час курсової роботи літературні джерела. Бібліографічні видання наводяться у порядку їх згадування в тексті згідно з вимогами чинних стандартів, наприклад:

1. *Стромберг А.Г., Семченко Д.П.* Физическая химия. – М.: Высш. шк., 2001. – 526 с.

Розділ “**Додатки**” включається у пояснювальну записку за бажанням студента. У цей розділ можуть бути винесені таблиці, графіки, діаграми тощо, побудовані на підставі отриманих експериментальних даних. Якщо розділ “Додатки” у пояснювальній записці відсутній, то необхідний графічний матеріал розміщується безпосередньо в основній частині курсової роботи у підрозділі “Обробка експериментальних даних”.

2.3. Правила оформлення пояснювальної записки курсової роботи

Оформлення курсової роботи повинно відповідати вимогам ДСТУ 3008–95. “Державний стандарт України. Документація. Звіти в сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення”, які детально наведені в “Положенні про курсове проектування”, затвердженому наказом ректора від 3 жовтня 2002 року №152 /од. [9].

Нижче наводяться основні правила оформлення курсової роботи.

Пояснювальна записка оформлюється в одному примірнику. Вона має бути зброшурованою таким чином, щоб аркуші були щільно стиснутими. Не допускається їх зшивання скріпкою або швидкозшивачем.

Обсяг пояснювальної записки курсової роботи повинен складати від 20 до 30 аркушів формату А4. Текстовий матеріал записки друкується комп’ютерним способом на одному боці аркушів через 1,5 міжрядкового інтервалу, текст вирівнюється по ширині аркуша. Текстовий редактор – Word for Windows, шрифт – Times New Roman, кегль 14 пт.

Заголовки структурних елементів та розділів друкуються великими напівжирними літерами без крапки в кінці і вирівнюються посередині рядка.

Заголовки підрозділів, пунктів та підпунктів друкуються з абзацу (5 знаків) нормальними літерами, починаючи з першої великої літери. Відстань між заголовками та наступним чи попереднім текстом повинна бути не менше двох рядків.

Розміщення заголовка в нижній частині аркушу, якщо після нього залишається менше двох рядків тексту, забороняється. Перенесення слів та їх підкреслювання в заголовку не допускаються.

Розділи, підрозділи, пункти та підпункти нумеруються арабськими цифрами. У кінці номера має бути крапка.

Номер підрозділу складається з номера розділу та порядкового номера підрозділу, розділених крапкою, наприклад:

1.6. Методи визначення сталої калориметра.

Номер пункту складається з номера підрозділу та порядкового номера пункту, розділених крапкою, наприклад:

1.6.1. Розрахунковий метод.

Заголовки структурних елементів пояснювальної записки: РЕФЕРАТ, ЗМІСТ, ВСТУП, ОСНОВНА ЧАСТИНА, ВИСНОВКИ, СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ, ДОДАТКИ не нумеруються.

Ілюстрації (схеми, графіки, креслення, таблиці) мають бути розташовані таким чином, щоб їх можна було розглядати без повороту або з поворотом по ходу годинникової стрілки.

Ілюстрації позначаються словом “Рисунок” (крім таблиць) і нумеруються арабськими цифрами в межах розділу (за винятком ілюстрацій, наведених у додатках). Позначення ілюстрації з номером, що складається з номеру розділу та її порядкового номера, розділених крапкою, та пояснювальною назвою без крапки в кінці розташовується нижче під ілюстрацією, наприклад: “Рисунок 1.2. Принципова схема калориметра”.

Ілюстрації розташовуються безпосередньо після тексту, в якому вони згадуються вперше, або на наступній сторінці з обов'язковим посиланням на них у тексті, наприклад: “... на рис. 1.2 ...”, “... (див. рис. 1.2)”.

Таблиці нумеруються арабськими цифрами в межах розділу (за винятком ілюстрацій, наведених у додатках). Надпис “Таблиця”

з вказівкою номера, що складається з номера розділу та її порядкового номера, розділених крапкою, без знака №, розташовується праворуч над її заголовком, наприклад: Таблиця 2.3.

Таблиці розташовуються безпосередньо після тексту, в якому вони згадуються вперше, або на наступній сторінці з обов'язковим посиланням на них у тексті, наприклад: "...в табл. 2.3..."

Формули розташовуються безпосередньо після тексту, в якому вони згадуються вперше, причому, вище та нижче кожної формули має бути по одному вільному рядку. Номер формули складається з номера розділу та її порядкового номера, розділених крапкою. Номер вказується в круглих дужках на рівні формули в крайній правій позиції по рядку, наприклад: (3.1).

Пояснення символів та числових коефіцієнтів формул приводиться безпосередньо під формулою в тій послідовності, в якій вони наведені в формулі. Причому, перший рядок пояснення починається з абзацу словом "де" без двокрапок, а пояснення нового символу надається з нового рядка.

Посилання на формули зазначають їх порядковим номером в дужках, наприклад: "...в формулі (3.1) ...".

Посилання в тексті на використані літературні джерела треба зазначати порядковим номером зі списку використаної літератури, виділеним квадратними дужками, наприклад: "... до вимог, наведених у праці [7] ...".

Сторінки пояснювальної записки нумеруються арабськими цифрами в їх правому нижньому куті, з наскрізною нумерацією по всій записці. Нумерація сторінок починається з цифри 3 на аркуші реферату.

Додатки оформлюються як продовження основної частини пояснювальної записки і розташовуються в порядку згадування в основному тексті.

Кожний додаток має починатися з нової сторінки з вказівкою в її правому верхньому куті слова "Додаток" з номером (якщо кількість додатків більше одного), наприклад: "Додаток 2", і мати змістовний заголовок, що розташовується нижче. Заголовки додатків друкуються великими напівжирними літерами без крапки в кінці і вирівнюються посередині рядка.

2.4. захист курсової роботи

Захист курсової роботи є особливою формою перевірки її виконання. Він повинен привчати студента до всебічного обґрунтування запропонованих ним рішень поставленого завдання та до глибокого розуміння виконаної роботи.

Захист курсової роботи здійснюється у присутності комісії, яка складається з двох або трьох викладачів, призначених завідувачем кафедри. Одним із членів комісії є керівник курсової роботи. Голову комісії призначає завідувач кафедри.

Комісія працює прилюдно за присутності студентів даної академічної групи та інших осіб у термін, визначений графіком виконання курсових робіт.

Захист складається зі стислої, але змістовної доповіді студента тривалістю сім – вісім хвилин та з його відповідей на запитання членів комісії. З дозволу голови комісії запитання можуть бути задані також присутніми на захисті студентами або іншими особами.

Студент під час захисту повинен дати відповіді та пояснення на всі запитання стосовно своєї роботи.

Студент, який не подав до захисту курсову роботу у встановлений графіком термін, або не захистив її з позитивною оцінкою, вважається таким, що має академічну заборгованість. Порядок її ліквідації регламентується відповідними нормативними документами.

Курсові роботи, що мають практичну та теоретичну цінність, можуть бути представлені до участі в конкурсі, а також рекомендовані до впровадження в навчальному процесі або на виробництві.

3. ВИКОНАННЯ ДОМАШНЬОГО ЗАВДАННЯ

Організація виконання, оформлення та захисту домашніх завдань

Навчальною програмою з дисципліни передбачено виконання двох домашніх завдань. Темою першого домашнього завдання є

термодинаміка, другого – хімічна рівновага. Умови домашніх завдань і їх варіанти наводяться нижче.

Завдання № 1

Для реакції, наведеної в дод. 4:

1) обчислити тепловий ефект ΔH і ΔU при температурі $T = 298 \text{ K}$;

2) розрахувати наближене значення ΔH_{323} , вважаючи, що ΔC_p не залежить від температури;

3) вивести рівняння залежності теплового ефекту заданої реакції від температури, враховуючи залежність теплоємності від температури; вказати інтервал температур, в якому дійсне рівняння;

4) розрахувати за виведеним рівнянням теплові ефекти при температурах 400, 500 і 600 K і побудувати графік залежності теплового ефекту від температури (за п'ятьма точками);

5) розрахувати стандартні зміни: ентропії (ΔS_{298}°), ізохорного потенціалу (ΔF_{298}°) та ізобарного потенціалу (ΔG_{298}°);

6) розрахувати зміну ізобарного потенціалу ΔG_{500}° наближено та точно;

7) розрахувати значення ΔG_{600}° і ΔG_{700}° за методом Гьомкіна-Шварцмана.

Завдання № 2

Для реакції, наведеної в дод. 4:

1) розрахувати для 298 K константи K_p (в атм і Па) і K_c (в моль/л і моль/м³);

2) вивести рівняння залежності константи рівноваги від температури [$\lg K_p = f(T)$]; вказати інтервал температур, в якому рівняння є справедливим;

3) розрахувати за виведеним рівнянням K_p при температурах 400, 500 і 600 K (в атм);

4) перевірити достовірність виведеного рівняння: розрахувати $\lg K_p$ при температурі 500 K за формулою:

$$\lg K_{500} = - \frac{\Delta G_{500}^{\circ}}{2,3 \cdot R \cdot 500}$$

і порівняти із значенням, розрахованим за виведеним рівнянням;

5) розрахувати K_p при температурах 700 і 800 К за методом Тьомкіна-Шварцмана;

6) побудувати графіки $\lg K_p - T$ і $\lg K_p - 1/T$ (за шістьма точками);

7) визначити напрямок реакції при температурі 500 К, якщо в реакційній суміші парціальні тиски всіх газів дорівнюють $1 \cdot 10^4$ Па.

Кожен студент отримує індивідуальне домашнє завдання, яке складається з декількох задач і передбачає не лише виконання розрахунків, але й аналіз отриманих результатів, їх порівняння, побудову графічних залежностей тощо.

Необхідні для розрахунків вихідні дані щодо термодинамічних властивостей речовин містяться у дод. 5 та у довіднику [10].

Домашні завдання виконуються в окремому зошиті. При оформленні домашнього завдання необхідно:

- 1) навести умови кожного завдання (задачі);
- 2) виписати з довідників необхідні вихідні табличні дані;
- 3) дати пояснення, які закони, правила і формули використовуються при виконанні розрахунків і навести всі розрахунки;
- 4) побудувати необхідні графіки.

Домашнє завдання перевіряється викладачем, який проводить заняття у даній групі, і зараховується за умови дотримання студентом усіх вимог з його виконання. Студент доводить самостійність виконання домашнього завдання і глибоке розуміння виконаної роботи шляхом відповідей на контрольні запитання викладача.

Додаток 1
**ЗРАЗОК ОФОРМЛЕННЯ ТИТУЛЬНОГО АРКУША
ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ**

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра хімії і хімічної технології

КУРСОВА РОБОТА
(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)
з дисципліни “Фізична хімія”

Тема: Діаграма стану системи з хімічною
сполукою, яка плавиться конгруентно

Виконав: студент групи ХП-305 ФОД
Денисенко Андрій Іванович

Керівник: канд.хім.наук, доцент Косенко О.І.

Київ 2004

**ЗРАЗОК ОФОРМЛЕННЯ ЗАВДАННЯ
ДЛЯ КУРСОВОЇ РОБОТИ**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра хімії і хімічної технології**

**ЗАВДАННЯ
на виконання курсової роботи
студента Денисенка Андрія Івановича**

Тема курсової роботи: **Діаграма стану системи з хімічною сполукою, яка плавиться конгруентно**

Термін виконання роботи: з 15.03.2004 р. до 01.05.2004 р.

Вихідні дані до роботи: система $\text{CaCl}_2 - \text{CsCl}$.

Етапи курсової роботи:

- літературний пошук;
- розробка методики виконання експерименту;
- виконання експериментальної частини роботи;
- оформлення пояснювальної записки.

Завдання видав _____

(підпис керівника) (П.І. Б. керівника)

“ _____ ” _____ 2004 р.

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис студента)

Курсова робота захищена з оцінкою _____

Голова комісії: _____

Члени комісії: _____

ЗРАЗОК ОФОРМЛЕННЯ РЕФЕРАТУ

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до курсової роботи “Діаграма стану системи з хімічною сполукою, яка плавиться конгруентно”: 21 с., 2 рис., 5 табл., 1 додаток, 4 літературних джерела.

Об’єкт дослідження – система $\text{CaCl}_2 - \text{CsCl}$ з хімічною сполукою, яка плавиться конгруентно.

Мета роботи – дослідження сумішей речовин різного складу, побудова кривих охолодження та діаграми плавкості.

Метод дослідження – термічний аналіз.

Для системи з хімічною сполукою, яка плавиться конгруентно, досліджено процес охолодження сумішей різного складу, побудовані криві охолодження та діаграма плавкості системи.

ТЕРМІЧНИЙ АНАЛІЗ, КРИВА ОХОЛОДЖЕННЯ, ДІАГРАМА ПЛАВКОСТІ, КОНГРУЕНТНЕ ПЛАВЛЕННЯ, ДИСТЕКТИКА, ФАЗА, СТУПІНЬ СВОБОДИ.

Варіанти домашнього завдання № 1 і № 2

Номер варіанта	Реакція
1	$2\text{H}_2 + \text{CO} = \text{CH}_3\text{OH}_{(r)}$
2	$4\text{HCl} + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}_{(r)} + 2\text{Cl}_2$
3	$\text{MgO} + \text{CO}_2 = \text{MgCO}_3$
4	$\text{S}_{2(r)} + 2\text{H}_2 = 2\text{H}_2\text{S}$
5	$\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl} = \text{C}_2\text{H}_4 + \text{HCl}$
6	$2\text{NO}_2 = 2\text{NO} + \text{O}_2$
7	$\text{N}_2\text{O}_4 = 2\text{NO}_2$
8	$\text{CaCO}_3 = \text{CaO} + \text{CO}_2$
9	$\text{SO}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 = \text{SO}_3$
10	$\text{CO} + 3\text{H}_2 = \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}_{(r)}$
11	$\text{SO}_2 + \text{Cl}_2 = \text{SO}_2\text{Cl}_{2(r)}$
12	$\text{COCl}_{2(r)} = \text{CO} + \text{Cl}_2$
13	$\text{CO}_2 + \text{H}_2 = \text{CO} + \text{H}_2\text{O}_{(r)}$
14	$\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 = \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}_{(r)}$
15	$\text{CH}_4 + \text{I}_{2(r)} = \text{CH}_3\text{I}_{(r)} + \text{HI}$
16	$2\text{CO} + 2\text{H}_2 = \text{CH}_4 + \text{CO}_2$
17	$\text{C}_2\text{H}_6 = \text{C}_2\text{H}_4 + \text{H}_2$
18	$\text{C}_6\text{H}_{6(r)} + 3\text{H}_2 = \text{C}_6\text{H}_{12(r)}$
19	$\text{CO} + \frac{1}{2} \text{O}_2 = \text{CO}_2$
20	$\text{PCl}_3 + \text{Cl}_2 = \text{PCl}_5$
21	$\text{Mg}(\text{OH})_2 = \text{MgO} + \text{H}_2\text{O}_{(r)}$
22	$\text{NO} + \frac{1}{2} \text{O}_2 = \text{NO}_2$
23	$\text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}_{(r)}$
24	$\text{H}_2 + \text{C}_2\text{H}_4 = \text{C}_2\text{H}_6$
25	$\text{CO} + \text{H}_2\text{O}_{(r)} = \text{CH}_2\text{O}_{2(r)}$

**Термодинамічні властивості простих речовин
і хімічних сполук**

Речовина	$\Delta H_{f,298}^0$ кДж/моль	S_{298}^0 Дж/моль·К	$\Delta G_{f,298}^0$ кДж/моль	$C_p^{\circ},298$ Дж/моль·К
Прості речовини				
С (графіт)	0	5,74	0	8,54
Cl _{2(r)}	0	222,98	0	33,93
H _{2(r)}	0	130,52	0	28,83
I _{2(r)}	62,43	260,60	19,39	36,90
N _{2(r)}	0	191,50	0	29,12
O _{2(r)}	0	205,04	0	29,37
S _{2(r)}	128,37	228,03	79,42	32,51
S _(r)	0	31,92	0	22,68
Неорганічні сполуки				
CO _(r)	-110,53	197,55	-137,15	29,14
CO _{2(r)}	-393,51	213,66	-394,37	37,11
COCl _{2(r)}	-219,50	283,64	-205,31	57,76
CS _{2(r)}	116,7	237,77	66,55	45,48
CaCO _{3(r)}	-1206,83	91,71	-1128,35	83,47
CaO _(r)	-653,09	38,07	-603,46	42,05
Ca(OH) _{2(r)}	-985,12	83,39	-897,52	87,49
HCl _(r)	-92,31	186,79	-95,3	29,14
HF _(r)	-273,3	173,67	-275,41	29,14
HI _(r)	26,36	206,48	1,58	29,16
H ₂ O _(r)	-241,81	188,72	-228,61	33,61
H ₂ O _(p)	-285,83	69,95	-237,23	75,30
H ₂ S _(r)	-20,6	205,7	-33,5	33,44
MgCO _{3(r)}	-1095,85	65,10	-1012,15	76,11
MgO _(r)	-601,49	27,07	-569,27	37,20
Mg(OH) _{2(r)}	-924,66	63,18	-833,75	76,99
NH _{3(r)}	-45,94	192,66	-16,48	35,16
NH ₄ Cl _(r)	-314,22	95,81	-203,22	84,10

Речовина	$\Delta H_{f,298}^0$ кДж/моль	S_{298}^0 Дж/моль·К	$\Delta G_{f,298}^0$ кДж/моль	$C_p^{\circ},298$ Дж/ моль·К
NO _(г)	91,26	210,64	87,58	29,86
NO _{2(г)}	34,19	240,06	52,29	36,66
N ₂ O _{4 (г)}	11,11	304,35	99,68	79,16
SO _{2(г)}	-296,9	248,07	-300,21	39,87
SO ₂ Cl _{2(г)}	-363,17	311,29	-318,85	77,40
SO _{3(г)}	-395,85	256,69	-371,17	50,09
PCl _{3(р)}	-320,91	213,49	-274,08	131,38
PCl _{3(г)}	-287,02	311,71	-267,98	71,84
PCl _{5(г)}	-445,87	170,80	-318,36	(138)
PCl _{5(г)}	-374,89	364,47	-305,10	112,97
Органічні сполуки				
CH _{4(г)}	-74,85	186,3	-50,85	35,79
C ₂ H _{4(г)}	52,3	219,45	68,14	43,56
C ₂ H _{6(г)}	-84,67	229,49	-32,93	52,64
C ₆ H _{6(г)}	82,93	269,20	129,68	81,67
C ₆ H _{6(р)}	49,03	173,26	124,38	135,14
C ₆ H _{12(г)}	-123,14	298,24	31,70	106,27
C ₆ H _{12(р)}	-156,2	204,35	26,6	156,48
CH ₂ O _{2(г)}	-378,80	248,77	-351,51	45,80
CH ₂ O _{2(р)}	-424,76	128,95	-361,74	99,04
CH ₃ OH _(г)	-201,00	239,78	-162,38	44,13
CH ₃ OH _(р)	-238,57	126,78	-166,27	81,60
C ₂ H ₅ OH _(г)	-234,80	281,38	-167,96	65,75
C ₂ H ₅ OH _(р)	-276,98	160,67	-174,15	111,96
CH ₃ CHO _(г)	-166,0	264,2	-132,95	54,64
CH ₃ I _(г)	13,97	254,01	15,63	44,14
C ₂ H ₅ Cl _(г)	-111,72	275,85	-60,04	62,72

Значення коефіцієнтів в рівняннях залежності теплоємності від температури: $C_p^0 = a + bT + c'T^{-2}$ або $C_p^0 = a + bT + cT^2$

Речовина	a	b·10 ³	c'·10 ⁻⁵	c·10 ⁶	Температурний інтервал, К
Прості речовини					
C (графіт)	16,86	4,77	-8,54	–	298 – 2500
Cl _{2(r)}	37,03	0,67	-2,85	–	298 – 3000
H _{2(r)}	27,28	3,26	0,50	–	298 – 3000
I _{2(r)}	37,40	0,59	-0,71	–	298 – 3000
N _{2(r)}	27,88	4,27	–	–	298 – 2500
O _{2(r)}	31,46	3,39	-3,77	–	298 – 3000
S _(r)	22,68	–	–	–	273 – 368
S _{2(r)}	36,11	1,09	-3,51	–	298 – 2000
Неорганічні сполуки					
CO _(r)	28,41	4,10	-0,46	–	298 – 2500
CO _{2(r)}	44,14	9,04	-8,54	–	298 – 2500
COCl _{2(r)}	67,15	12,03	-9,04	–	298 – 1000
CS _{2(r)}	52,09	6,69	-7,53	–	298 – 1800
CaCO _{3(r)}	104,52	21,92	-25,94	–	298 – 1200
CaO _(r)	49,62	4,52	-6,95	–	298 – 1800
Ca(OH) _{2(r)}	105,19	12,01	-19,0	–	298 – 600
HCl _(r)	26,53	4,60	1,09	–	298 – 2000
HF _(r)	26,9	3,43	1,09	–	298 – 2500
HI _(r)	26,32	5,94	0,92	–	298 – 2000
H ₂ O _(r)	30,00	10,71	0,33	–	298 – 2500
H ₂ O _(p)	39,02	76,64	11,96	–	273 – 380
H ₂ S _(r)	29,37	15,40	–	–	298 – 1800
MgCO _{3(r)}	77,91	57,74	-17,41	–	298 – 750
MgO _(r)	48,98	3,14	-11,44	–	298 – 3000
Mg(OH) _{2(r)}	46,99	102,85	–	–	298 – 541
NH _{3(r)}	29,80	25,48	-1,67	–	298 – 1800

Закінчення дод. 6

Речовина	a	b·10 ³	c'·10 ⁻⁵	c·10 ⁶	Температурний інтервал, К
NH ₄ Cl _(т)	–	–	–	–	298 – 458
NO _(т)	29,58	3,85	–0,59	–	298 – 2500
NO _{2(т)}	41,16	11,33	–7,02	–	298 – 1500
N ₂ O _{4 (т)}	83,89	39,75	–14,90	–	298 – 1000
SO _{2(т)}	46,19	7,87	–7,70	–	298 – 2000
SO ₂ Cl _{2(т)}	87,91	16,15	–14,23	–	298 – 1000
SO _{3(т)}	64,98	11,75	–16,37	–	298 – 1300
PCl _{3(п)}	131,38	–	–	–	298 – 340
PCl _{3(т)}	80,11	3,10	7,99	–	298 – 1000
PCl _{5(т)}	(138)	–	–	–	298 – 432
PCl _{5(т)}	129,5	2,93	–16,40	–	298 – 1500
Органічні сполуки					
CH _{4(т)}	14,32	74,66	–	–16,4	298 – 1500
C ₂ H _{4(т)}	11,32	122,01	–	–37,9	298 – 1500
C ₂ H _{6(т)}	5,75	175,11	–	–57,9	298 – 1500
C ₆ H _{6(т)}	–21,09	400,12	–	–169,9	298 – 1000
C ₆ H _{6(п)}	59,50	255,01	–	–	281 – 353
C ₆ H _{12(т)}	–51,71	598,77	–	–230,0	298 – 1000
C ₆ H _{12(п)}	–	–	–	–	–
CH ₂ O _{2(т)}	19,40	112,80	–	–47,5	298 – 1000
CH ₂ O _{2(п)}	–	–	–	–	–
CH ₃ OH _(т)	15,28	105,20	–	–31,04	298 – 1000
CH ₃ OH _(п)	–	–	–	–	–
C ₂ H ₅ OH _(т)	10,99	204,70	–	–74,20	298 – 1000
C ₂ H ₅ OH _(п)	–	–	–	–	–
CH ₃ CHO _(т)	13,00	153,50	–	–53,70	298 – 1000
CH ₃ I _(т)	19,67	92,67	–	–32,28	298 – 1000
C ₂ H ₅ Cl _(т)	11,63	193,00	–	–72,92	298 – 1000

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Физическая химия*. В 2 кн. Кн.1. Структура вещества. Термодинамика: Учебн. для вузов / К.С.Краснов, Н.К.Воробьев, И.Н.Годнев и др.; Под ред. К.С. Краснова. – М.: Высш. шк., 2002. – 512 с.
2. *Физическая химия*. В 2 кн. Кн.2. Электрохимия. Химическая кинетика и катализ: Учебн. для вузов / К.С.Краснов, Н.К.Воробьев, И.Н.Годнев и др.; Под ред. К.С. Краснова. – М.: Высш. шк., 2002. – 319 с.
3. *Стромберг А.Г., Семченко Д.П.* Физическая химия. – М.: Высш. шк., 2001. – 526 с.
4. *Зимон А.Д., Лещенко Н.Ф.* Физическая химия. – М.: Химия, 2000. – 320 с.
5. *Фролов Ю.Г., Белик В.В.* Физическая химия. – М.: Химия, 1993. – 464 с.
6. *Практикум по физической химии* / Под ред. И.В. Кудряшова. – М.: Высш. шк., 1986. – 495 с.
7. *Физическая химия* / Под ред. Б.П. Никольского. – Ленинград: Химия, 1987. – 880 с.
8. *Практические работы по физической химии* / Под ред. К.П. Мищенко. – М.: Химия, 1982. – 324 с.
9. *Кулик М.С., Полухин А.В.* Положения про курсовые проектирования. – К.: НАУ, 2002. – 32 с.
10. *Краткий справочник физико-химических величин* / Под ред. А.А. Равделя, А.М. Пономаревой. – Л.: Химия, 1983. – 232 с.

ЗМІСТ

1. Загальні методичні вказівки	3
2. Виконання курсової роботи	
2.1. Організація виконання курсової роботи	3
2.2. Структура пояснювальної записки курсової роботи	6
2.3. Правила оформлення пояснювальної записки курсової роботи	9
2.4. захист курсової роботи	11
3. Виконання домашнього завдання. Організація виконання, оформлення та захисту домашніх завдань	12
Додаток 1. Зразок оформлення титульного аркуша поясню- вальної записки	15
Додаток 2. Зразок оформлення завдання для курсової роботи ...	16
Додаток 3. Зразок оформлення реферату	17
Додаток 4. Варіанти домашнього завдання № 1 і № 2	18
Додаток 5. Термодинамічні властивості простих речовин і хімічних сполук	19
Додаток 6. Значення коефіцієнтів в рівняннях залежності теплоємності від температури	21
Список літератури	23

Навчально-методичне видання

ФІЗИЧНА ХІМІЯ

Методичні рекомендації
до виконання курсової роботи
і домашніх завдань для студентів напрямів
0916 “Хімічна технологія та інженерія”
та 0929 “Біотехнологія”

Укладачі: КОСЕНКО Олена Іванівна
ІВАНОВ Сергій Віталійович
МАКСИМЮК Марія Романівна

Технічний редактор А.І. Лавринович
Коректор Л.М. Романова

Підписано