

---

---

## НАВЧАЛЬНІ ПРОГРАМИ З ХЕМІЇ

---

---

УДК 544(075.8)

Г.О. Сіренко, Л.Я. Мідак, О.В. Шийчук

### Навчальна програма поглибленого вивчення курсу «Фізична хемія: 4. Хемічна кінетика та каталіз» (для студентів спеціальности «Хемія»)

*Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника,  
вул. Шевченка, 57, м. Івано-Франківськ, 76025, Україна*

**Сіренко Г.О., Мідак Л.Я., Шийчук О.В.** Навчальна програма поглибленого вивчення курсу «Фізична хемія: 4. Хемічна кінетика та каталіз». – Івано-Франківськ: Прикарп. нац. ун-т ім. В. Стефаника, 2009. – 26 с.

Репрезентовано навчальну програму поглибленого вивчення курсу «Фізична хемія: 4. Хемічна кінетика та каталіз». Теоретична частина програми містить розділи: «Основи кінетики хемічних реакцій», «Питання теорії кінетики рідкофазних реакцій», «Механізми реакцій», «Кінетика гетерогенних реакцій», «Ланцюгові реакції», «Каталіз. Каталітичні реакції», «Кінетика хемічних реакцій в термодинаміці нерівноважних процесів. Кінетика електрохемічних реакцій», «Хемічні реакції при дії на речовину світла і частинок», «Кінетика утворення та перетворення макромолекул», «Макрокінетика», «Кінетичні методи дослідження». Затверджено на засіданні кафедри теоретичної і прикладної хемії 17 березня 2009 року (протокол № 7).

Навчальна програма курсу призначена для підготовки спеціалістів зі спеціальности «Хемія» в університетах класичного типу. Літ. джерел 118.

**Ключові слова:** фізична хемія, кінетика, каталіз, гомогенні реакції, гетерогенні реакції, ланцюгові реакції, макрокінетика, макрокінетика, порядок реакції, гомогенний каталіз, гетерогенний каталіз.

*Програма постуила до редакції 2.09.2009; прийнята до друку 2.10.2009.*

#### **I. Основи кінетики хемічних реакцій.**

*1. Хемічна кінетика.* Основні поняття хемічної кінетики. Хемічна кінетика як наука про механізми фізико-хемічних явищ у термінах диференціальних або інтегрально-диференціальних рівнянь. Кінетична класифікація хемічних реакцій. Елементарні стадії реакції. Складні реакції. Швидкість утворення компонента і швидкість хемічних реакцій. Відкриті системи.

*2. Основні закони кінетики хемічних реакцій.* Моделювання хемічних процесів. Вплив концентрації на швидкість реакції. Кінетичні рівняння. Кінетична крива. Закон діючих мас і принцип незалежности протікання реакцій. Формулювання закону діючих мас. Методи визначення порядку реакцій. Експериментальні методи вимірювання швидкостей реакції. Константа швидкості хемічної реакції. Закон Ареніуса.

*3. Формальна кінетика.* Елементарні і формально прості гомогенні односторонні реакції в закритих системах. Застосування основного

закону кінетики до простих односторонніх реакцій. Формальна кінетика елементарних і формально простих гомогенних односторонніх реакцій в закритих системах. Способи визначення порядку реакції і константи швидкості реакції для елементарних і формально простих реакцій в закритих системах.

Формальна кінетика елементарних і формально простих реакцій у відкритих системах. Реакції першого порядку. Реакції другого порядку. Реакції третього порядку. Реакції нульового порядку. Реакції  $n$ -го порядку. Обмеження, накладені термодинамікою, на форму кінетичного рівняння. Механізми хемічних реакцій.

*4. Формальна кінетика. Складні реакції.* Застосування основного закону кінетики до складних реакцій. Оборотні рівновагові реакції. Двосторонні оборотні реакції. Паралельні реакції. Конкуруючі реакції. Послідовні реакції. Складні реакції у відкритих системах  $n$ -послідовних реакцій першого порядку. Дві послідовні реакції другого порядку. Послідовно-паралельні реакції.

Принцип детальної рівноваги. Послідовні реакції з рівноваговими стадіями. Стаціонарне і квазістаціонарне протікання реакцій. Метод квазістаціонарних концентрацій і механізм складних газових реакцій. Спряжені реакції. Автокаталітичні реакції. Кінетичні відмінності між простою і складною реакціями. Кінетика реакцій у відкритих системах. Основні поняття і визначення. Кінетика реакцій в реакторі ідеального змішування. Реактори ідеального витіснення і проміжного типу.

5. *Теорії хемічної кінетики*. Елементарна теорія активних зіткнень. Елементарний хемічний акт. Газокінетична теорія зіткнень. Кінетична теорія газів. Обмін енергією при зіткненні частинок. Теорія зіткнень. Нерівновагові хемічні реакції. Бімолекулярні реакції в газах. Мономолекулярні реакції в газах. Інші теорії мономолекулярних реакцій. Тримолекулярні реакції.

Теорія активованого комплексу (перехідного стану). Основні положення теорії. Активований комплекс. Статистичні суми станів. Неадиабатні реакції. Кінетичний ізотопний ефект. Поверхні потенціальної енергії. Статистичний розрахунок швидкості реакції. Застосування основного рівняння до окремих типів реакцій. Термодинамічний аспект теорії перехідного стану. Передекспоненціальний множник в рівнянні Ареніуса за теорією перехідного стану. Симетрія МО і енергія активації хемічних реакцій. Розрахунок ентальпії і ентропії активації. Мономолекулярні реакції. Тримолекулярні реакції. Реакції вільних радикалів Розгалужені ланцюгові реакції. Реакції в розчинах, швидкість яких визначається швидкістю дифузії. Час релаксації для простої реакції.

## **II. Питання теорії кінетики рідкофазних реакцій.**

Особливості рідкого стану речовини. Дифузія молекул в рідині. Особливості кінетики реакцій в розчинах. Вплив середовища на константу швидкості реакції. Кінетика йонних реакцій в розчинах. Теорія зіткнень в рідині. Теорія перехідного стану. Клітковий ефект.

Бімолекулярні реакції полярних частинок. Загальні питання. Йонні реакції. Реакції йонів з дипольними молекулами. Реакції частинок-диполів. Кореляційні рівняння.

## **III. Механізми реакцій.**

Окиснювально-відновні реакції. Класифікація реакцій. Теоретичні моделі реакцій переносу електрону. Механізми окиснювально-відновних реакцій.

Гомолітичні реакції. Мономолекулярний розпад молекул на радикали. Бімолекулярний і тримолекулярний розпад молекул на радикали. Мономолекулярні реакції радикалів. Реакції

атомів і радикалів з молекулами. Реакції між атомами і радикалами. Бірадикали. Складні радикальні реакції.

Гетеролітичні реакції. Дисоціація на йони і реакції йонів. Поділ реакцій на нуклеофільні і електрофільні. Реакції заміщення в органічних сполуках. Реакції приєднання і відщеплення. Реакції заміщення лігандів в комплексних сполуках. Вплив замісників. Кореляційні рівняння в хемічній кінетиці.

Молекулярні реакції. Ізомеризація і розпад молекул. Реакція дієнового синтезу. Правило Вудворда-Гофмана.

## **IV. Кінетика гетерогенних реакцій.**

1. *Гетерогенні реакції*. Загальні закономірності гетерогенних реакцій. Гетерогенні процеси при нестационарній дифузії. Гетерогенні процеси при стаціонарній конвективній дифузії. Кінетика гетерогенних реакцій. Кінетичне дослідження хемічних процесів. Твердий реагент. Загальна характеристика процесів перетворення твердих речовин.

2. *Розвиток процесів на поверхні поділу фаз*. Основні параметри. Утворення реакційної поверхні поділу фаз. Зародкоутворення: зародкоутворення у фізичних процесах та в хемічній реакції. Кінетичний опис процесів зародкоутворення. Утворення зародків в залежності від часу: теоретичний розгляд процесів зародкоутворення в хемічній реакції; період індукції; формальні закони утворення зародків; застосування законів зародкоутворення.

Пересування реакційної поверхні поділу. Швидкість пересування поверхні поділу. Параметри, що визначають швидкість на поверхні поділу. Вплив концентрації та тиску: фазові переходи; розчинення і осадження; хемічні реакції в системах, в яких існує взаємодія між поверхнею поділу і частинками рідини чи газу. Вплив температури: випаровування і конденсація; алотропні перетворення; хемічні реакції. Вплив розмірів зародків.

Розвиток реакційної поверхні поділу: протікання явищ при накладанні процесів утворення і пересування поверхні поділу. Хід процесу на початкових стадіях: ріст зародків; залежність кількості прореагованого реагенту від часу; уявний період індукції. Перекривання зародків і знищення потенціальних центрів зародкоутворення. Кінцевий період реакції.

3. *Принципи визначення кінетичних констант*. Методи кінетичного дослідження. Виділення основних процесів: кінетичне дослідження утворення реакційної поверхні поділу; кінетичне дослідження розвитку реакційної поверхні поділу; виділення шляхом виродження; метод, заснований на порівнянні з вимірюваннями в стандартних умовах, і споріднені методи; природне зародкоутворення в стандартних умовах; штучне

зародкоутворення; порівняння з емпіричними методами дослідження. Можливості методів виділення для дослідження хемічних процесів. Застосування методу приведених координат в кінетиці гетерогенних реакцій.

4. *Одночасний початок реакції на всій поверхні зразка.* Реакція з участю одного зерна (вплив співвідношення розмірів): основи розрахунків; виведення формул; розрахунок графіків, пов'язаних із впливом відносних розмірів зерна. Частинні випадки.

Реакція сукупності зерен, що характеризується різними відносними розмірами.

Реакція зразка, що складається із зерен різних розмірів (вплив гранулометрії): визначення гранулометричного розподілу; виведення формул. Використання в деяких типових випадках: зразки, утворені із зерен, що скорочуються гомотетично; зразки, утворені із зерен, в яких реакція розвивається тільки в одному напрямку.

5. *Зародкоутворення в рідкому та газовому середовищі.* Основні формули: зародкоутворення без розгалуження; зародкоутворення із розгалуженням.

Загальні розв'язки основних рівнянь. Використання перетворення Лапласа: первинне зародкоутворення, що відбувається з постійною швидкістю або за степеневим законом; миттєве первинне зародкоутворення. Застосування розкладу в ряд: загальний розв'язок; ділянка збіжності.

Робочі формули. Зародкоутворення без розгалуження: миттєве зародкоутворення; зародкоутворення з постійною швидкістю ( $q=0$ ); зародкоутворення за степеневим законом ( $q=1$ ) та ( $q=2$ ). Зародкоутворення з розгалуженням.

6. *Зародкоутворення в об'ємі твердого реагенту.* Основи розрахунку: виникнення і ріст зародків; поняття про фіктивний ступінь перетворення; відношення між реальним і фіктивним ступенями перетворення.

Кінетика процесу. Зародкоутворення з рівномірним розподілом ймовірності в об'ємі реагенту: зародкоутворення з постійною швидкістю та за степеневим законом; інші типи зародкоутворення з рівномірним розподілом ймовірності в об'ємі. Зародкоутворення в присутності потенційних зародків: зародкоутворення за законом першого порядку або за степеневим законом; загальна формула; інші типи зародкоутворення за степеневим законом; загальний випадок. Залежність кінетики реакції від дисперсності реагенту.

7. *Зародкоутворення на поверхні твердого реагенту.* Основи розрахунку. Зразки, утворені зі сферичних частинок. Загальні формули: фіктивна швидкість зародкоутворення; ступінь перетворення сферичних шарів; глибина протікання реакції. Миттєве зародкоутворення:

хід процесу, початковий і кінцевий періоди. Зародкоутворення з постійною швидкістю: розвиток процесу; початковий і кінцевий періоди. Інші закони зародкоутворення.

Наближений розгляд: загальні формули; миттєве зародкоутворення; зародкоутворення з постійною швидкістю; зародкоутворення за степеневим законом. Зразки, утворені зі сферичних зерен різних розмірів.

8. *Зразки, утворені з пластинок.* Загальні формули: ступінь перетворення шарів, розташованих на глибині  $x$ ; вираз для загальної глибини протікання реакції. Миттєве зародкоутворення і зародкоутворення з постійною швидкістю. Протікання реакції на плоскій поверхні: загальна формула; миттєве зародкоутворення; зародкоутворення з постійною швидкістю.

9. *Зародкоутворення за розгалуженим ланцюговим механізмом.* Теорії Гарнера і Хайлса; Проута і Томпкінса; Хілла; Хасімото та ін. Загальні риси розглянутих теорій. Теорії ланцюгового зародкоутворення для ниткових зародків. Зародкоутворення: загальний опис; виведення формул, що описують зародкоутворення. Перетворення твердої речовини за рахунок розвитку зародків: розрахунок уявного об'єму перетвореної частинки реагенту; розрахунок дійсного ступеня перетворення. Кінетичні формули: миттєве зародкоутворення; зародкоутворення за реакцією першого порядку за рахунок активації потенційних центрів або зародкоутворення за реакцією нульового порядку, що проходить з однаковою ймовірністю; зародкоутворення за степеневим законом, що проходить з однаковою ймовірністю.

10. *Кінетика топохемічних реакцій.* Загальна характеристика топохемічних реакцій. Механізм топохемічних реакцій. Експериментальні дані з кінетики розкладу твердих речовин.

## V. Ланцюгові реакції.

Загальні закономірності ланцюгових реакцій. Термінологія, поняття та означення ланцюгових реакцій. Принцип стаціонарності.

Ланцюгові нерозгалужені реакції. Елементарна ймовірнісна теорія ланцюгових реакцій. Приклади ланцюгових реакцій в газовій фазі. Ініційоване окиснення органічних сполук в рідкій фазі.

Ланцюгова розгалужена реакція. Два режими протікання ланцюгової розгалуженої реакції. Горіння водню. Реакції за участю фтору.

Ланцюгова реакція з виродженим розгалуженням ланцюгів. Вироджене розгалуження ланцюгів. Кінетика накопичення проміжного продукту. Кінетика автоокиснення вуглеводнів.

## **VI. Каталіз. Каталітичні реакції.**

*1. Гомогенний каталіз.* Основні поняття та означення. Причини каталітичної дії. Найпростіша схема каталітичної реакції. Каталітична активність та селективність. Взаємодія реагентів з каталізатором і принципи каталітичної дії. Енергія активації в гомогенних каталітичних реакціях. Співвідношення Бренстеда-Поляні. Механізм гетерокаталітичних реакцій. Повільні реакції в розчинах. Особливості каталізу в розчинах. Проміжні продукти в гомогенному каталізі. Теорія Шпитальського.

Кислотно-основний каталіз: поняття; приклади кислотно-основного каталізу; функції кислотності. Інші види гомогенного каталізу: йонні окиснювально-відновні реакції; розпад гідроген пероксиду, каталізований йонами феруму; каталіз йонами металів в реакціях автоокиснення. Гомогенний каталіз в газовій фазі. Автокаталіз; інгібування та періодичні каталітичні реакції. Особливості кінетики автокаталітичних реакцій. Спряжені реакції. Хемічна індукція. Швидкі реакції в розчинах.

Металокомплексний каталіз: кислотно-основні реакції; реакції гомогенного гідрування, карбонілювання, ізомеризації. Ферментативний каталіз: основні поняття; міжнародна класифікація ферментів; кінетичні закономірності ферментативних реакцій; інгібітори і активатори ферментів; складні ферментативні реакції. Кінетика металокомплексного і ферментативного каталізу. Застосування теорії проміжних сполук до ферментативних реакцій.

*2. Гетерогенний каталіз.* Гетерогенні каталізатори. Активація в гетерогенних каталітичних реакціях. Структура поверхні гетерогенних каталізаторів. Адсорбція на поверхні каталізатора. Мікрокінетика гетерогенного каталізу. Зовнішньокінетична ділянка гетерогенного каталізу. Адсорбційна і проміжна ділянки гетерогенного каталізу. Внутрішньодифузійна і проміжна ділянки гетерогенного каталізу. Внутрішньодифузійна і внутрішньокінетична ділянки гетерогенного каталізу. Теорія гетерогенного каталізу. Прогнозування каталітичної активності.

Теорія активних центрів в гетерогенному каталізі. Активні центри гетерогенних каталізаторів. Мультиплетна теорія каталізу. Теорія активних ансамблів. Електронні уявлення в гетерогенному каталізі.

## **VII. Кінетика хемічних реакцій в термодинаміці нерівноважних процесів. Кінетика електрохемічних реакцій.**

Оборотні електродні процеси. Швидкість електрохемічної реакції. Струм обміну. Електрохемічна реакція як лімітуюча стадія. Теорія сповільненого розряду-йонізації. Електродні процеси з двома контролюючими

стадіями. Електродні процеси, ускладнені додатковими стадіями. Нерівновагові електрохемічні процеси. Електроліз. Поляризація електродів. Дифузійна та електрохемічна перенапряга. Інші види перенапряги. Температурно-кінетичний метод визначення природи поляризації в електрохемічних процесах. Перенапряга при електрохемічному виділенні водню. Поляррографія. Електрохемічне виділення металів. Поляризаційні явища в хемічних джерелах електричного струму. Електрохемічне розчинення і пасивність металів. Електрохемічна корозія металів. Пасивність металів. Методи захисту від корозії.

## **VIII. Хемічні реакції при дії на речовину світла і частинок.**

*1. Елементарні процеси у фотохемії.* Поглинання і випромінювання. Переходи без випромінювання: загальні відомості; вплив температури; електронні матричні елементи; переходи без випромінювання в ізольованих молекулах. Перенос енергії в конденсованій фазі. Синглет-синглетний і триплет-синглетний перенос енергії. Триплет-триплетні переноси енергії. Вплив температури і закон енергетичної щільності.

Перенос енергії і згасання люмінесценції в газах: основні поняття; синглет-синглетний і триплет-синглетний перенос енергії; триплет-триплетний перенос енергії. Співвідношення між константами швидкості і перерізами.

Молекулярний перенос енергії в газах. Ймовірність переходу.

Поведінка релаксуючої системи з часом. Рівняння Ліувілля. Рівняння Паулі. Релаксаційні кінетичні рівняння. Коливальна релаксація в конденсованій фазі. Модель відштовхувального потенціалу. Модель борн-оппенгеймерівської взаємодії. Порівняння двох моделей. Вплив молекулярних обертань на коливальну релаксацію.

*2. Реакції під дією випромінювання.* Взаємодія світла з речовиною. Фотофізичні процеси. Фотохемічні реакції. Основні закони фотохемії. Основні типи фотохемічних процесів. Кінетика фотохемічних реакцій. Хемолюмінісценція.

Кінетика фотохемічних реакцій в газах. Поглинання світла однорідним середовищем. Визначення первинного квантового виходу. Деякі кінетичні рівняння фотохемічних реакцій без участі та з участю ланцюгів. Приклади простих фотохемічних газових реакцій.

*3. Радіаційно-хемічні реакції.* Радіаційна хемія: основні означення. Первинні радіаційно-хемічні процеси. Радіаційно-хемічні реакції в газах. Радіоліз у рідкій фазі. Радіаційна полімеризація.

*4. Кінетика і механізм реакцій в електричних розрядах.* Види електричних розрядів. Збудження та йонізація молекул в електророзряді. Хемічні

реакції в електророзряді. Кінетика електрокрекінгу метану. Кінетика і механізм реакцій перетворення вуглеводнів при низьких тисках в тліючому розряді. Синтез нітроген оксидів з повітря і азото-кисневих сумішей. Розклад нітроген (II) оксиду. Основні поняття про механізми активації молекул в електричному розряді.

#### **IX. Кінетика утворення та перетворення макромолекул.**

Радикальна полімеризація: ініціювання, ріст і обрив ланцюга; співполімеризація. Йонна полімеризація: аніонна полімеризація, катіонна полімеризація, координаційно-йонна полімеризація. Поліконденсація і ступенева полімеризація. Процеси деструкції полімерів: деполімеризація полімерів; термічна деструкція (піроліз); радикальні реакції в твердих полімерах; окиснення полімерів; різні типи деструкції полімерів.

#### **X. Енергетика та кінетика біохімічних процесів.**

1. Ефект Гіббса-Доннана та рівняння адсорбції Гіббса при біохімічних процесах. Мембранний гідроліз.

2. Кінетика біохімічних реакцій. Реакції 1-го та 2-го порядків. Вплив концентрації на порядок біохімічних реакцій. Енергія активації. Вплив температури на швидкість біохімічних реакцій.

Послідовні реакції та цикли біохімічних реакцій. Відкриті системи: кожна реакція всередині клітини; кожна клітина всередині організму; кожний цілісний організм.

3. Кінетика ферментативних реакцій. Інтегральне рівняння Міхаеліса-Ментена. Конкурентне інгибування.

#### **XI. Макрокінетика.**

Дифузійна кінетика. Рівняння дифузії. Коефіцієнт дифузії. Хемічні реакції, що

супроводжуються дифузією. Термодифузія.

Хемічна гідродинаміка. Елементи гідродинаміки. Критерії подібності. Конвективна дифузія в рідині. Дифузійна кінетика при турбулентній течії рідини.

Теплопередача. Теплопровідність. Критерії режимів теплопровідності. Конвективний теплообмін. Теплове випромінювання.

Реакції вибухового перетворення. Основні означення. Тепловий спалах. Теорія теплового горіння та вибуху. Поширення полум'я.

#### **XII. Кінетичні методи дослідження.**

Повільні хемічні реакції. Кінетика повільної реакції. Методи вивчення кінетики газозфазних реакцій. Методи контролю за протіканням реакції. Застосування ізотопів в хемічній кінетиці.

Вивчення механізму ланцюгових реакцій. Метод акцепторів вільних радикалів (метод інгібіторів). Вивчення розпаду ініціаторів на радикали. Кінетичні методи вивчення інгібіторів окиснення. Метод зміщення меж ланцюгового займання. Методи вивчення гомогенних і гетерогенних реакцій.

Методи вивчення швидких реакцій. Метод конкуруючих реакцій. Метод зупинки реакції. Проведення реакцій за низьких температур. Струменеві методи. Метод фотохемічної переддії і післядії. Секторний метод (метод перервного освітлення). Флуоресцентний метод. Імпульсні методи. Релаксаційні методи з однократним збуренням. Релаксаційні методи з періодичним збуренням. Метод ЯМР. Електронний парамагнітний резонанс (ЕПР). Метод дзеркал. Ударна труба. Молекулярні пучки. Водневий квантовий генератор.

Неізотермічні методи вивчення кінетики. Адіабатне стиснення газу. Тепловий вибух, як метод неізотермічної кінетики. Горіння. Визначення кінетичного рівняння за кінетичними кривими розігріву. Термографічний метод. Інші неізотермічні методи.

#### **Рекомендована література**

1. **Браун М., Доллимор Д., Галвей А.** Реакции твердых тел / Пер. с англ. В.Б. Охотникова, А.П. Чупахина; под ред. В.В. Болдырева. – М.: Мир, 1983. – 360 с.: ил. (22 рис.). – Табл. 17. – Выводы: с. 313-318. – Библиогр.: с. 319-349 (1294 назв.). – Предмет. указ.: с. 350-354.
2. **Даниэльс Ф., Олберти Р.** Физическая химия / Пер. с англ. «Physical chemistry» под ред. К.В. Топчиевой. – М.: Мир, 1978. – 647 с.: ил. (168 рис.). Табл. 68. – Библиогр.: в конце гл. – Прилож.: с. 626-630. – Предмет. указ.: с. 631-638.
3. **Дельман Б.** Кинетика гетерогенных реакций / Пер. с фр. Н.М. Бажина, Э.Г. Малыгина, В.М. Бердникова; под ред. В.В. Болдырева. – М.: Мир, 1972. – 556 с.: ил. (229 рис.). – Табл. 39. – Выводы: после гл. – Библиогр.: после гл. (363 назв.). – Прилож.: с. 459-521. – Список обозн.: с. 534-545.
4. **Денисов Э.Т.** Кинетика гомогенных химических реакций: Учеб. пособие. – М.: Высш. шк., 1978. – 368 с.: ил. (31 рис.). – Табл. 88. – Приложение: с. 323-345. – Библиогр.: с. 346-357 (310 назв.). – Предмет. указ.: с. 358-362.
5. **Еремин Е.Н.** Основы химической кинетики: Учеб. пособие. – Изд. 2-е, доп. – М.: Высш. шк., 1976. – 376 с.: ил. (105 рис.). – Табл. 45. – Библиогр.: с. 371 (30 назв.).

6. **Жуховицкий А.А., Шварцман Л.А.** Краткий курс физической химии. – М.: Металлургия, 1979. – 368с.
7. **Зимон А.Д., Лещенко Н.Ф.** Физическая химия: Учебник. – М.: Химия, 2000. – 320с.: ил. (78 рис.). – Табл. 7. – Словарь-указатель основных терминов: с. 307-316. – Библиогр.: с. 317 (11 назв.). – ISBN 5-7245-1090-1.
8. **Краткий курс физической химии / С.М. Кочергин, Г.А. Добренъков, В.Н. Никулин и др. / Под ред. С.Н. Кондратьева.** –2-е изд., перераб. и доп. –М.: Высш. шк., 1978. – 312с.: ил (96 рис.). – Табл. 9. – Библиогр.: с. 309 (17 назв.).
9. **Лебідь В.І.** Фізична хімія: Підручник. – Харків: Фоліо, 2005. – 480с.: іл. (125 рис.). – Табл. 18. – Контрол. запит.: після гл. – Предмет. покаж.: с. 470-477. – Бібліогр.: с. 478- (21 назва). – ISBN 966-03-2751-X.
10. **Стромберг А.Г., Семченко Д.П.** Физическая химия: Учебник / Под ред. А.Г. Стромберга. – 3-е изд., исправ. и доп. – М.: Высш. шк., 1999. – 528 с.: ил. (151 рис.). – Библиогр.: с. 511-515 (176 назв.). – Предмет. указ.: с. 516-522. – Приложение: с. 489-510. – ISBN 5-06-003627-8.
11. **Физическая химия.** В 2-х кн. – Изд. 3-е, испр. / К.С. Краснов, Н.К. Воробьев, И.Н. Годнев и др. / Под ред. К.С. Краснова. – М.: Высш. шк., 2001. –Кн. 1. Строение вещества. Термодинамика. – 512с.: ил. (160 рис.). – Табл. 22. – Прилож.: с. 495-496 (1 табл.). – Предмет. указ.: с. 497-505. – Библиогр.: с. 303-304 (кн. 2); 24 назв. (кн. 1). – ISBN 5-06-004025-9 (кн. 1); ISBN 5-06-004027-5.
12. **Цветкова Л.Б.** Фізична хімія: Теорія і задачі: Навч. посіб. – Львів: Магнолія-2006, 2008. – 415 с.: іл. (34 рис.). – Табл. 45. – Розв'язання типових задач: після гл. – Задачі для самоконтролю: після гл. – Додатки: с. 396-412 (17 табл.). – Бібліогр.: 413 (20 назв.). – ISBN 978-966-2025-40-8.
13. **Эйринг Г., Лин С.Г., Лин С.М.** Основы химической кинетики / Пер. с англ. Е.Л. Розенберга; под ред. А.М. Бродского. – М.: Мир, 1983. – 528 с.: ил. (111 рис.). – Табл. 50. – Библиогр.: после гл. (543 назв.). – Прилож.: с. 490-521. – Предмет. указ.: 522-524.

#### Використані джерела інформації

1. **Агафонова Е.И., Карпенко П.Г., Рябина Л.В.** Практикум по физической и коллоидной химии. – М.: Высш. шк., 1985. – 167с.
2. **Афонский С.И.** Физическая и коллоидная химия. – М.: Совет. наука, 1954. – 268с.
3. **Ахметов Б.В., Новиченко Ю.П., Чапурин В.И.** Физическая и коллоидная химия. – Л.: Химия, 1986. – 320с.: ил. (101 рис.). – Табл. 5. – Библиогр.: с. 305 (18 назв.). – Упраж. после гл. – Предмет. указ.: с. 307-315.
4. **Балезин С.А., Парфенов Г.С.** Основы физической и коллоидной химии. – М.: Просвещение, 1964. – 456с.
5. **Баталин Г.И.** Сборник примеров и задач по физической химии: Учеб. пособие. – К.: Изд-во КДУ, 1960. – 548 с.: ил. (133 рис.). – Табл. 51. – Прилож.: с. 471-539 (15 табл.). – Ответы: с. 540-546.
6. **Білий О.В., Біла Л.М.** Фізична і колоїдна хімія. – К.: Вища шк., 1981. – 128с.
7. **Біофізична та колоїдна хімія / А.С. Мороз, Л.П. Яворська, Д.Д. Луцевич та ін.** – Вінниця: Нова книга, 2007. – 600с.: іл. (162 рис.). – Табл. 35. – Контр. Запит. і задачі в кінці гл. – Бібліогр.: с. 598-599 (29 назв.). – Предм. Покажчик: с. 590-597. – Авт. покажчик законів. – с. 576-589. – ISBN 978-966-382-024-8.
8. **Болдырев А.И.** Физическая и коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1974. – 504с.: ил. (210 рис.). – Табл. 94. – Библиогр.: с. 495-496 (54 назв.). – Предмет. указ.: с. 497-500.
9. **Болдырев А.И.** Физическая и коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1983. – 408с.
10. **Боресков Г.К.** Гетерогенный катализ. – М., 1986.
11. **Браун М., Доллимор Д., Галвей А.** Реакции твердых тел / Пер. с англ. В.Б. Охотникова, А.П. Чупахина; под ред. В.В. Болдырева. – М.: Мир, 1983. – 360 с.: ил. (22 рис.). – Табл. 17. – Выводы: с. 313-318. – Библиогр.: с. 319-349 (1294 назв.). – Предмет. указ.: с. 350-354.
12. **Булгакова Т.И.** Реакции в твердых фазах. – М.: Изд-во Москов. ун-та, 1972. – 55 с.: ил. (30 рис.). – Табл. 6. – Библиогр.: с. 51 (7 назв.).
13. **Галинкер В.С., Хоцяновский О.И.** Лекционные опыты и демонстрационные материалы по физической и коллоидной химии. – К.: Киев. Ун-т, 1965. – 116 с.: ил. (37 рис.). – Табл. 12. – Библиогр.: с. 112 (29 назв.).
14. **Галинкер И.С., Медведев П.И.** Физическая и коллоидная химия. – М.: Высшая школа, 1972. – 304с.
15. **Галяс В.Л., Колотницький А.Г.** Фізична і колоїдна хімія. – Львів: Стрийська міська друкарня, 2004. – 272 с.
16. **Гамеева О.С.** Физическая и коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1977. – 328с.
17. **Гамеева О.С.** Сборник задач и упражнений по физической и коллоидной химии. – М.: Высш. шк., 1966. – 276 с.: ил.

18. **Гетман Ф., Даниельс Ф.** Основы физической химии: Учеб. пособие / Пер с англ. «Outlines of theoretical chemistry» Б. Веселовского, Л. Ченцовой, Л. Шварцмана, Л. Шамовского; под ред. А. Капустинского. – М.-Л.: Госнаучтеххимиздат, 1941. – 628 с.: ил. (170 рис.). – Табл. 82. – Х. Коллоиды: с. 188-224. – Библиогр.: после гл. (132 назв.). – Задачи: после гл. – Прилож.: с. 593-617 (Физ. и мат. формулы). – Имен. указ.: с. 616-620. – Предмет указ.: с. 620-627. – Символы, сокращ.: с. 627.
19. **Глазгов В.М.** Основы физической химии. – М.: Высш. шк., 1981. – 456с.
20. **Глінка М.Л.** Загальна хімія / Пер. з рос. М.М. Матійка. – 5-те вид. – К.: Вища шк., 1982. – 608 с.: іл. (173 рис.). – Табл. 40. – Бібліогр.: с. 592 (30 назв.). – Імен. покажчик: с. 593-594. – Предмет покажчик: с. 594-608.
21. **Голиков Г.А.** Руководство по физической химии: Учебное пособие. – М.: Высш. шк., 1988. – 384 с.: ил. 89 рис., 6 табл. – Вопросы для повтор.: в конце гл. – Заключ.: с. 364-365. – Библиогр.: с. 366 (14 назв.). – Прилож.: с. 367- (2 табл.). – Предмет. указ. 368-378. – ISBN 5-06-001332-4.
22. **Гомонай В.І.** Фізична та колоїдна хімія. – Підручник. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 496с.: іл. (93 рис.). – Табл. 26. – Бібліогр.: с. 486 (18 назв.). – Предмет. покажчик: с. 477-485. – Додаток: с. 473-476 (5 табл.). – ISBN 978-966-382-056-9.
23. **Горшков В.И., Кузнецов И.А.** Физическая химия. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1986. – 264с.
24. **Горшков В.И., Кузнецов И.А.** Основы физической химии. – М.: Изд-во МГУ, 1993. – 335 с.
25. **Гречанюк В.І.** Фізична хімія і хімія силікатів: Підручник. – К.: Кондор, 2006. – 434 с.: іл. (123 рис.). – Табл. 17. – Бібліогр.: с. 423-424 (37 назв.). – Предмет. покажчик: с. 425-431. – ISBN 966-8251-90-3.
26. **Дамаскин Б.Б., Петрий О.А.** Введение в электрохимическую кинетику. – М., 1983.
27. **Даниельс Ф, Олберти Р.** Физическая химия / Пер с англ. «Physical chemistry» под ред. К.В. Топчиевой. – М.: Мир, 1978. – 647 с.: ил. (168 рис.). Табл. 68. –Библиогр.: в конце гл. – Прилож.: с. 626-630. – Предмет. указ.: с. 631-638.
28. **Дельман Б.** Кинетика гетерогенных реакций / Пер. с фр. Н.М. Бажина, Э.Г. Малыгина, В.М. Бердникова; под ред. В.В. Болдырева. – М.: Мир, 1972. – 556 с.: ил. (229 рис.). – Табл. 39. – Выводы: после гл. – Библиогр.: после гл. (363 назв.). – Прилож.: с. 459-521. – Список обозн.: с. 534-545.
29. **Денисов Э.Т.** Кинетика гомогенных химических реакций: Учеб. пособие. – М.: Высш. шк., 1978. – 368 с.: ил. (31 рис.). – Табл. 88. – Приложение: с. 323-345. – Библиогр.: с. 346-357 (310 назв.). – Предмет. указ.: с. 358-362.
30. **Денисов Э.Т., Саркисов О.М., Лихтенштейн Г.И.** Химическая кинетика. – М., 2000.
31. **Диксон М., Уэбб Э.** Ферменты. – В 3-х том./ Пер. с англ. Л.М. Гиномдана, М.И. Левянт, В.К. Антонова, А.Е. Браунштейна. – М.: Мир, 1982. – Т.1. – 390 с. – Т.2. – 807 с.
32. **Долгоплоск Б.А., Тинякова Е.И.** Генерирование свободных радикалов и их реакции. – М.: Наука, 1982. – 252 с.: ил. (137 рис.). – Табл. 73. – Библиогр.: после гл. (484 назв.).
33. **Дулицкая Р.А., Фельдман Р.И.** Практикум по физической и коллоидной химии. – М.: Высш. шк., 1978. – 296с.: ил.
34. **Евстратова К.И., Купина Н.А., Малахова Е.Е.** Физическая и коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1990. – 487с.
35. **Еремин Е.Н.** Основы химической кинетики в газах и растворах. – М.: Изд-во МГУ, 1971. – 384с.
36. **Еремин Е.Н.** Основы химической кинетики: Учеб. пособие. – Изд. 2-е, доп. – М.: Высш. шк., 1976. – 376 с.: ил. (105 рис.). – Табл. 45. – Библиогр.: с. 371 (30 назв.).
37. **Жуховицкий А.А., Шварцман Л.А.** Краткий курс физической химии. – М.: Металлургия, 1979. – 368с.
38. **Жуховицкий А.А., Шварцман Л.А.** Физическая химия. – М.: Металургія, 1976. – 544 с.: іл. (127 рис.). – Табл. 18. –Библиогр.: с. 540-541 (39 назв.). – Указ. Определений: с. 542-543.
39. **Задачи по физической химии:** Учеб. пособие / В.В. Яремин, С.И. Каргов, И.А. Успенская, Н.Е. Кузьменко, В.В. Лунин. – М.: Экзамен, 2003. – 319 с.: ил. (29 рис.). – Табл. 78. – Приложения: с. 260-272 (20 табл.); с. 273-280 (мат. минимум); с. 281-290 (Основные физ.-мат. форм.). – Ответы к задач.: с. 291-315. – Библиогр.: с. 316-318 (49 назв.). – ISBN 5-94692-155-X.
40. **Зайцев О.С.** Общая химия. Состояние веществ и химические реакции: Учеб. пособие. – М.: Химия, 1990. – 352 с.: ил. (108 рис.). – Табл. 79. – Библиогр.: с.8 (4 назв.). – ISBN 5-7245-0193-7.
41. **Захарченко В.Н.** Сборник задач и упражнений по физической и коллоидной химии: Учеб. пособ. – М.: Просвещение, 1978. – 175 с.: ил. (128 рис.). – Табл. 29. – Библиогр.: с. 173 (17 назв.). – Приложения: с. 168-169 (3 табл.). – Ответы к задач.: с. 170-172. – Кол. химия: с. 146-167.
42. **Зимон А.Д., Лещенко Н.Ф.** Физическая химия: Учебник. – М.: Химия, 2000. – 320с.: іл. (78 рис.). – Табл. 7. – Словарь-указатель основных терминов: с. 307-316. – Библиогр.: с. 317 (11 назв.). – ISBN 5-7245-1090-1.
43. **Каданер Л.І.** Фізична і колоїдна хемія. – 2е вид., перероб і доп. – К.: Вища шк., 1983. – 288 с.: іл.

- (110 рис.). – Табл. 4. – Додатки: с. 282-283 (2 табл.).
44. **Касаточкин В.И., Пасынский А.Г.** Физическая и коллоидная химия. – М.: Медгиз, 1960. – 292с.
  45. **Киперман С.Л.** Основы химической кинетики в гетерогенном катализе. – М., 1979.
  46. **Киреев В.А.** Краткий курс физической химии. – изд. 5-е. – М.: Химия, 1978. – 624 с.
  47. **Киреев В.А.** Краткий курс физической химии. – М. – Л.: Химия, 1975. – 630 с.
  48. **Киреев В.А.** Курс физической химии. – М. – Л.: Госхимиздат, 1951. – 704 с.
  49. **Киреев В.А.** Курс физической химии. – М.: Госхимиздат, 1955. – 832 с.
  50. **Киреев В.А.** Курс физической химии. – М.: Химия, 1975. – 776 с.
  51. **Киреев В.А.** Краткий курс физической химии. – М.: Госхимиздат, 1959. – 596 с.: ил. (195 рис.). – Табл. 70. – Библиогр.: с. 570-574 (150 назв.). – Предмет. указ.: с. 580-595. – Прилож.: с. 575-579.
  52. **Киреев В.А.** Методы практических расчетов в термодинамике химических реакций. – Изд. 2-е, испр., доп. – М.: Химия, 1975. – 536 с.: ил.: 43 рис., 164 табл. – Библиогр.: после гл. и прилож. (1324 назв.). – Прилож.: с. 509-528 (24 табл.). – Предмет. указ.: с. 529-535.
  53. **Кириченко В.І.** Загальна хімія: Навч. посіб. – К.: Вища шк., 2005. – 640 с.: іл. (83 рис.). – Табл. 80. – Задачі та вправи: після гл. – Бібліогр.: с. 635 (22 назви). – ISBN 966-642-182-8.
  54. **Клюковский Г.И., Мануйлов Л.А., Чичагова Ю.Л.** Физическая и коллоидная химия, химия кремния. – М.: Высш. шк., 1979. – 336с.
  55. **Клюковский Г.И., Мануйлов Л.А.** Физическая химия и химия кремния. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Промстройиздат, 1957. – 264 с.: ил. (102 рис.). – Табл. 26. – Дисперсные системы: с. 160-193.
  56. **Кнорре Д.Г., Крылова Л.Ф., Музыкантов В.С.** Физическая химия. – М.: Высш. шк., 1981. – 328с.
  57. **Кононський О.І.** Фізична і колоїдна хімія: Підручник. – 2-е вид., доп. і випр. – К.: Центр учбової л-ри, 2009. – 312 с.: іл. (117 рис.). – Табл. 35. – Бібліогр.: с. 299 (7 назв.). – Додатки: с. 300-301 (3 табл.). – Предмет. покажчик: с. 302-307. – ISBN 978-966-364-921-4; ISBN 978-966-7417-98-5.
  58. **Красовский И.В., Вайль Е.И., Безуглый В.Д.** Физическая и коллоидная химия. – К.: Вища шк., 1983. – 296с.
  59. **Краснов К.С.** Физическая химия. – В 2-х ч. – Изд. 2-е, перераб. и доп./ Под ред. К.С. Краснова. – М.: Высш.шк., 1995. – 512 с. (Ч.1); 332 с. (Ч.2).
  60. **Краткий курс физической химии / С.М. Кочергин, Г.А. Добренев, В.Н. Никулин и др. / Под ред. С.М. Кочергина, С.Н. Кондратьева.** – М.: Высш. шк., 1968. – 280с.: ил. – Табл.
  61. **Краткий курс физической химии / С.М. Кочергин, Г.А. Добренев, В.Н. Никулин и др. / Под ред. С.Н. Кондратьева.** – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1978. – 312с.: ил (96 рис.). – Табл. 9. – Библиогр.: с. 309 (17 назв.).
  62. **Краткий справочник физико-химических величин / Под ред. К.П. Мищенко, А.А. Равделя, А.М. Пономаревой.** – Л.: Химия, 1983.-231с.
  63. **Кузнецов В.В.** Физическая и коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1964. – 387с.
  64. **Кузнецов Н.М.** Кинетика мономолекулярных реакций. – М.: Наука, 1982. – 222 с.: ил. (18 рис.). – Табл. 6. – Библиогр.: С. 86-91; С. 203-208 (226 назв.). – Прилож.: С. 209-217.
  65. **Кульман А.Г.** Общая химия: Учеб. пособие. – М.: Сельхозлитиздат, 1961. – 568 с.: ил. (144 рис.). – Табл. 74. – Прилож.: С. 551-556 (9 табл.). – Предм. указ.: С.557-567.
  66. **Куриленко О.Д.** Фізична хімія: Учебний посібник. – К.: Держтехвидав, 1962. – 400 с.: іл.: (142 рис.). – Табл. 22. – Додатки: с. 378-385 (5 табл.). – Бібліогр.: с. 386-387 (44 назв.). – Предмет. покаж.: с. 388-394.
  67. **Курс физической химии.** – В 2-х т /Под ред. Я.И. Герасимова. – М.: Химия, 1963. – Т. 1; 1966. – Т. 2.
  68. **Курс физической химии:** в 2-х т. /Под ред. Я.И. Герасимова. – М.: Химия. – Т.1. – 1970. – 502с.; Т.2. – 1973. – 623с.
  69. **Курс физической химии:** в 2-х т. /Под ред. Я.И. Герасимова. – М.: Химия, 1973. – Т.1,2.
  70. **Лабовиц Л., Аренс Дж.** Задачи по физической химии с решениями / Пер. с англ. В.П. Вендило; под ред. Ю.В. Филиппова. – М.: Мир, 1972. – 444 с.: ил. (101 рис.). – Табл. 11. – Библиогр.: с. 440-442 (114 назв.). – Прилож.: с. 438-439.
  71. **Лебідь В.І.** Фізична хімія: Підручник. – Харків: Фоліо, 2005. – 480с.: іл.. (125 рис.). – Табл. 18. – Контрол. запит.: після гл. – Предмет. покаж.: с. 470-477. – Бібліогр.: с. 478 (21 назва). – ISBN 966-03-2751-X.
  72. **Липатников В.Е., Козаков К.М.** Физическая и коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1975. – 200с.
  73. **Липатова Т.Э.** Каталитическая полимеризация олигомеров и формирование полимерных сеток. – К.: Наук. думка, 1974. – 208 с.: ил. (285 рис.). – Табл. 126. – Библиогр.: С.196-205 (394 назв.).
  74. **Ліпатніков В.Є., Козаков К.М.** Фізична і колоїдна хімія. – К.: Вища шк., 1983.-198с.
  75. **Лукьянов А.Б.** Физическая и коллоидная химия. – М.: Химия, 1980. – 224с.
  76. **Лукьянов А.Б.** Физическая и коллоидная химия. – М.: Химия, 1988. – 288с.
  77. **Луцевич Д.Д.** Довідник з хімії: Навч. видання. – 2-е вид. / За ред. Б.С. Зіменковського. – Львів: НВФ «Українські технології», 2005. – 420 с.: іл. (221 рис.). – Табл. 199. – Бібліогр.: с. 410-411 (28 назв.). –



ISBN 966-666-077-6.

78. **Малахова А.Я.** Физическая и коллоидная химия. – Минск: Высшая школа, 1981. – 304 с.
79. **Малюшицкий Г.П.** Фізична і колоїдна хімія: колоїдна хімія. – К.: Радянська школа, 1964. – 184с.
80. **Медицинская химия:** Учебник / В.А. Калибабчук, Л.И. Грищенко, В.И. Галинская и др. / Под ред. В.А. Калибабчук. – К.: Медицина, 2008. – 400 с.: ил. (67 рис.). – Табл. 29. – 6. Физикохимия поверхностных явлений...: с. 217-251; 7. Физикохимия дисперсных систем: с. 252-317; 8. Физикохимия биополимеров и их растворов: с. 318-341. – Библиогр.: с. 393 (15 назв.). – Предмет. указ.: с. 394-399. – Вопросы и задания для самоконтроля: в конце гл. – ISBN 978-966-8144-90-5.
81. **Мелвин – Хьюз Э.А.** Физическая химия. В 2-х кн. /Пер. с англ. Е.Н. Еремина, О.М. Полторака, Ю.В. Филиппова. – М.: Инлитиздат, 1962. – Кн. 1. – 520с. – Кн. 2. – 624 с.
82. **Менковский М.А., Шварцман Л.А.** Физическая и коллоидная химия. – М.: Химия, 1981. – 296с.
83. **Миронович Л.М., Мардашко О.О.** Медична хімія: Навч. посібник. – К.: Каравела, 2008. – 165 с.: іл. (36 рис.). – Табл. 16. – 4. Фізико-хімія поверхневих явищ: с. 104-154. – Бібліогр.: с. 155 (6 назв.). – Додатки: с. 156-162. – ISBN 966-8019-69-5.
84. **Михалічко Б.М.** Курс загальної хімії. Теоретичні основи: Навч. посіб. – К.: Знання, 2009. – 548 с.: іл. (255 рис.). – 24 табл. – Бібліогр.: с. 511 (21 назва). – Додатки: с. 512-542 (12 табл.). – Предмет. покажчик: с. 543-548. – ISBN 978-966-346-712-2.
85. **Мороз А.С., Ковальова А.Г.** Фізична та колоїдна хімія. – Львів: Світ, 1994. – 278с.
86. **Накамура А., Цуцун М.** Принципы и применение гомогенного катализа. – М., 1983.
87. **Основные сведения по физической и коллоидной химии // Теплоэнергетика и теплотехника:** Общие вопросы. Справочник в 4-х кн. /Под ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина. – Кн. 1. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – С. 239 – 276.
88. **Панченков Г.М., Лебедев В.** Химическая кинетика и катализ. – М., 1985.
89. **Патон А.** Энергетика и кинетика биохимических процессов / Пер. с англ. З.Ф. Богаутдинова. – М.: Мир, 1968. – 160 с.: ил. (29 рис.). – Упраж.: после гл. – Библиогр.: с. 138 (15 назв.). – Прилож.: с. 139-157.
90. **Практикум по физической и коллоидной химии / Е.В. Бугреева, К.И. Евстратова, Н.А. Купина и др.; под ред. К.И. Евстратовой.** – М.: Высш. шк., 1990. – 255с.
91. **Равич – Щербо М.И., Новиков В.В.** Физическая и коллоидная химия. – М.: Высш. шк., 1975. – 256с.: ил. (115 рис.). – Табл. 44. – Библиогр.: с. 245 (17 назв.). – Предмет. указ.: с. 246-251.
92. **Семиохин И.А.** Физическая химия. – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 272 с.
93. **Складанюк Р.В., Тарас Т.М., Малахова І.В.** Приклади та задачі з фізичної хімії: Хімічна кінетика. Електрохімія: Навч. посібник. – Івано-Франківськ: ВДВ ЦІТ Прикарп. нац. ун-ту ім. В. Стефаника, 2006. – 123 с.: іл. (9 рис.), 37 табл. – Бібліогр.: с. 115 (16 назв.). – Додаток: с. 116-123 (8 табл.). – ISBN 966-640-166-5.
94. **Соловьев Ю.И.** Очерки по истории физической химии. – М.: Наука, 1964. – 343с.
95. **Стромберг А.Г., Семченко Д.П.** Физическая химия. – Изд. 2-е, перераб. / Под ред. А.Г. Стромберга. – М.: Высш. шк., 1988. – 496с.
96. **Стромберг А.Г., Семченко Д.П.** Физическая химия: Учеб. пособие / Под ред. А.Г. Стромберга. – М.: Высш. шк., 1973. – 480 с.: ил. (114 рис.). – Табл. 2. – Библиогр.: с. 467 (12 назв.). – Предмет. указ.: с. 468-477.
97. **Стромберг А.Г., Семченко Д.П.** Физическая химия: Учебник / Под ред. А.Г. Стромберга. – 3-е изд., исправ. и доп. – М.: Высш. шк., 1999. – 528 с.: ил. (151 рис.). – Библиогр.: с. 511-515 (176 назв.). – Предмет. указ.: с. 516-522. – Приложение: с. 489-510. – ISBN 5-06-003627-8.
98. **Уильямс В., Уильямс Х.** Физическая химия для биологов. – М.: Мир, 1976. – 600с.
99. **Физическая химия / А.А. Пашенко, А.А. Мясников, Е.А. Мясникова и др.; под ред. А.А. Пашенко.** – М.: Высш. шк., 1986. – 368с.
100. **Физическая химия / И.Н. Годнев, К.С. Краснов, Н.К. Воробьев и др. / Под ред. К.С. Краснова.** – М.: Высш. шк., 1982. – 687с.
101. **Физическая химия / Под ред. Никольского Б.П.** – Л.: Химия, 1987. – 880с.
102. **Физическая химия в вопросах и ответах / Под общ. ред. Топиновой, Н.Ф. Федорович.** – М.: Изд-во МГУ, 1981. – 264с.
103. **Физическая химия.** В 2-х кн. – Изд. 3-е, испр. / К.С. Краснов, Н.К. Воробьев, И.Н. Годнев и др. / Под ред. К.С. Краснова. – М.: Высш. шк., 2001. – Кн. 2. Электрохимия. Химическая кинетика и катализ. – 319с.: ил. (62 рис.). – Табл. 9. – Библиогр.: с. 303-304 (12 назв.). – Прилож.: с. 305-311 (3 табл.). – Предмет. указ.: с. 312-315. – ISBN 5-06-004027-5.
104. **Физическая химия.** В 2-х томах /Я.И. Герасимов и др. – М. – Л.: Химия, 1970 – 1973.
105. **Физическая химия.** Современные проблемы. Ежегодник /Под ред. Я.М. Колотыркіна. – М.: Химия, 1982. – 248с., 1983. – 224с., 1985. – 264с., 1986. – 264с., 1987. – 264с., 1988. – 248с.
106. **Физическая химия.** Теоретическое и практическое руководство / Под ред. Б.А. Никольского. – Л.:

- Химия, 1984. – 368с.
107. **Физическая** химия. Теоретическое и практическое руководство / Под ред. Б.А. Никольского. – Л.: Химия, 1987. – 880с.
  108. **Фізична і колоїдна хімія** / В.І. Кабачний, Л.К. Осіпенко, Л.Д. Грицан та ін. – Х.: Прапор, вид-во Укр.ФА, 1999. – 368 с.: іл. (137 рис.). – Табл. 8. – Бібліогр.: с. 358 (25 назв). – Предмет. покажчик: с. 359-363. – Контрол. питання і задачі: після гл. – ISBN 5-7766-0765-5; ISBN 966-615-021-2.
  109. **Фізична та колоїдна хімія**. – Вип. III. – Метод. вказівки до проведення лаб.-практ. занять студ. агробіол. / Уклад. Я.П. Меженний. – К.: Урожай, 1964. – 146с. – Додатки: с. 138-144 (10 табл.).
  110. **Фізична та колоїдна хімія**. Збірник задач: Навч. посібник / В.І. Кабачний, Л.К. Осіпенко, Л.Д. Грицан та ін. / За ред. В.І. Кабачного. – Х.: НФАУ; Золоті сторінки, 2001. – 208 с.: іл. (22 рис.). – Додатки: с. 195-203 (11 табл.). – Відповіді до задач: с. 181-194. – ISBN 966-615-074-3, ISBN 966-95981-1-7.
  111. **Цветкова Л.Б.** Фізична хімія: Теорія і задачі: Навч. посіб. – Львів: Магнолія-2006, 2008. – 415 с.: іл. (34 рис.). – Табл. 45. – Розв'язання типових задач: після гл. – Задачі для самоконтролю: після гл. – Додатки: с. 396-412 (17 табл.). – Бібліогр.: 413 (20 назв). – ISBN 978-966-2025-40-8.
  112. **Чанг Р.** Физическая химия с приложениями к биологическим системам. – М.: Мир, 1980. – 662с.
  113. **Эйринг Г., Лин С.Г., Лин С.М.** Основы химической кинетики / Пер. с англ. Е.Л. Розенберга; под ред. А.М. Бродского. – М.: Мир, 1983. – 528 с.: ил. (111 рис.). – Табл. 50. – Библиогр.: после гл. (543 назв.). – Прилож.: с. 490-521. – Предмет. указ.: 522-524.
  114. **Эммануэль Н.И., Кнорре Г.Д.** Курс химической кинетики. – М.: Высш. шк., 1984. – 463 с.
  115. **Эткинс П.** Физическая химия. В 2-х томах /Пер. с англ. под ред. К.П. Бутина. – М.: Мир, 1980. – Т. 1. – 582с. – Т. 2. – 584с.
  116. **Яковлев А.Г.** Практикум по физической и коллоидной химии. – М.: Высш. шк., 1967. – 127с.
  117. **Яцимирський В.К.** Фізична хімія процесів. – К.: ВЦ «Київ. ун-т», 1999. – 143с.
  118. **Яцимирський В.К.** Фізична хімія рівноважних систем. – К.: НОК ВО, 1992. – 112 с.

**Сіренко Г.О.** – професор, доктор технічних наук, завідувач кафедри теоретичної та прикладної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

**Мідак Л.Я.** – кандидат хімічних наук, доцент кафедри теоретичної та прикладної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

**Шийчук О.В.** – професор, доктор хімічних наук, професор кафедри теоретичної та прикладної хемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.

#### **Рецензент**

**Мазена І.В.** – професор, доктор медичних наук, професор кафедри біохемії Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника.