

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

ФІЗИЧНА ХІМІЯ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ
для студентів технологічних спеціальностей
напряму 0917 “Харчова технологія та інженерія”
денної та заочної форм навчання

СХВАЛЕНО
на засіданні кафедри
фізичної та колоїдної хімії
як конспект лекцій
Протокол №2
від 14.10.98 р.

КИЇВ НУХТ 2003

Фізична хімія: Конспект лекцій для студ. технолог. спец. напрямку 0917 "Харчова технологія та інженерія" ден. та заоч. форм навчання / Уклад.: Л.С. Воловик, Є.І. Ковалевська, О.М. Мірошников та ін. — К.: НУХТ, 2003. — 92 с.

**Укладачі: В.В. Манк, д-р хім. наук
Л.С. Воловик,
Є.І. Ковалевська,
О.М. Мірошников,
О.В. Подаревська,
М.І. Сербова,
Н.О. Стеценко,
В.В. Тимохін,
Г.А. Федоренко, кандидати хім. наук**

Відповідальний за випуск В.В. Манк, д-р хім. наук, проф.

ВСТУП

Формування фізичної хімії як науки. Історичний огляд

Поняття **фізична хімія** виникло у XVII ст., а набуло поширення тільки в XVIII ст. У першій половині XVIII ст. з'явилося видання з назвою "Фізична хімія", де описано фізико-хімічні природні явища. У ньому хімія сприймалася як мистецтво розділяти речовини на складові частини (аналіз) та складати тіла з цих джерел (синтез). Але все це не мало жодного відношення до науки.

Основним завданням вчених на той час було перетворити хімію з мистецтва на науку. Приміром, утвердження фізики як самостійної науки було визначене значною мірою працями Ісаака Ньютона. Становленню ж хімії помітно сприяли роботи Михайла Ломоносова, який наголошував на перспективі корисного взаємозв'язку фізики та хімії: "Обидві науки, — стверджував він, — завдяки взаємній допомозі отримують потужний розвиток, оскільки легше розпізнати приховану природу тіл, об'єднавши фізичні істини з хімічними".

Термін "фізична хімія" та визначення цієї науки були запропоновані М. Ломоносовим у 1752–1754рр.: "Фізична хімія є наука, яка на основі положень та дослідів фізики пояснює те, що відбувається у змішаних тілах під час хімічних реакцій".

Саме М. Ломоносову належить перша програма фізико-хімічних досліджень, центральне місце в якій відводилось кількісним вимірюванням: "Перевірити все, що тільки можна виміряти, зважити та визначити розрахунками". Щоб зрозуміти це висловлювання М. Ломоносова, треба згадати, що до нього всі хіміко-аналітичні описи явищ піддавалися лише якісному аналізу. Невміння кількісно описати те чи інше явище не давало можливості встановити певні закономірності в хімії. Наприклад, вага речовин вважалася за їх якість і, вона, як і будь-яка якість, мала залежати від температури, тиску тощо. Якісно це підтверджувалося і дослідями, оскільки нагрівання деяких матеріалів спричиняло зменшення (приміром, за рахунок десорбції газів) або підвищення (за рахунок окиснення) їх ваги.

З огляду на це стає зрозумілим, чому всі досліди М.Ломоносова в 1752–1756 рр. були спрямовані на “вимірювання міри, ваги та їх пропорцій”. Мине багато часу і Д.Менделєєв скаже: “У природі міра та вага — головна зброя пізнання”. Таким чином, роботи М.Ломоносова та паралельно англійця Д.Блека стверджували основоположний принцип збереження маси речовин у хімічних реакціях. Тоді ж було висловлено здогад, що атоми речовин мають досить визначену масу. Це дало можливість Дж.Дальтону в 1803 р. відкрити один з найважливіших законів хімії — закон протистих кратних відношень, який за допомогою уявлень про атоми дав змогу пояснити причину певних відношень елементів у хімічних сполуках. Таким чином сформувалося атомне вчення — хімічна атомістика, яка визначила розвиток хімії до нашого часу.

Фізична хімія як самостійна наука та навчальна дисципліна набула визнання із створенням у Лейпцигському університеті в 1887 р. першої кафедри фізичної хімії на чолі з видатним хіміком В.Оствальдом.

У XIX — XX ст. фізична хімія працями В.Гіббса, Д.Менделєєва, Я.Вант-Гоффа, В.Оствальда, С.Арреніуса, А.Ле Шательє, В.Нерста та ін. сформувалася в так звану класичну фізичну хімію, яка включила в себе термохімію, електрохімію, фазові рівноваги, вчення про розчини та хімічну кінетику.

Оновлення класичної фізичної хімії відбулося на початку XX ст. На цей час в ній особливо відчувалася нестача чіткої фізично обґрунтованої теорії будови атомів і хімічного зв'язку. Все це вона потім отримала від фізики, яка створила квантову теорію будови атома та утворення хімічного зв'язку. Сучасна фізична хімія включає в себе також вчення про будову атомів та молекул, природу хімічного зв'язку та хімічну кінетику.

Предмет та значення фізичної хімії

Фізична хімія — самостійна наука, що вивчає взаємозв'язки фізичних та хімічних явищ. Головне завдання фізичної хімії — передбачення перебігу хімічного процесу в часі та кінцевого результату (стану рівноваги) в різних умовах на основі даних про будову та властивості молекул речовин, з яких складається система. Іншими словами, фізична хімія — це наука, що використовує закони фізики для пояснення хімічних явищ.

Розрізняють фізичну та хімічну форми руху матерії. Для хімічного процесу характерна зміна числа та розташування атомів у молекулах речовин, що реагують між собою. А цю зміну визначає фізична форма руху — коливання атомів та молекул.

Фізична хімія поділяється на класичну та сучасну. Класична фізична хімія складається з таких розділів:

хімічна термодинаміка – вивчає фундаментальні спів- відношен- ня, які ґрунтуються на I та II законах термодинаміки. Ці співвідно- шення дають можливість: розрахувати кількість тепла, що поглинається або виділяється під час будь-якого процесу; визначити можливість са- мовільного перебігу процесу в бажаному напрямку; визначити умови рівноваги та напрямок зміщення процесу у разі зміни зовнішніх умов;

термодинаміка розчинів, розглядає природу, внутрішню структуру та найважливіші властивості розчинів. Властивості вивчаються у функці- ональній залежності від концентрації та хімічної природи компонентів;

фізико-хімічний аналіз багатофазних гетерогенних систем – вивчаються питання фазових рівноваг одно-, дво-, трикомпонентних систем, їх фазові діаграми та методи фізико-хімічного аналізу;

електрохімія – досліджує взаємозв'язок між перетвореннями хімічної енергії в електричну, властивості розчинів електролітів, їх електропровідність, явище електролізу, роботу гальванічних елементів та електрохімічну корозію металів;

хімічна кінетика та каталіз — визначають швидкості та механізм хімічних реакцій, а також явища каталізу.

Сучасна фізична хімія доповнена розділами про будову речови- ни, в яких розглядаються зв'язок між будовою атомів і молекул та їх фізичними й хімічними властивостями, та розділом фотохімії — на- уки про хімічні реакції під впливом світла.

Як визначив видатний сучасний фізико-хімік К.Еммануель, є три головні складові хімії нашого часу: хімічна статика, що вивчає склад і будову речовин, хімічна динаміка, яка має справу з механіз- мами та законами перетворень речовин, і, нарешті, хімічні явища, відкриття та використання яких багато в чому визначають успіхи су- часного науково-технічного прогресу (високотемпературна над- провідність, напівпровідникова техніка, термоядерний синтез та ін.).

ЗМІСТ

ВСТУП	3
Формування фізичної хімії як науки. Історичний огляд	3
Предмет та значення фізичної хімії	4
Розділ 1. ХІМІЧНА ТЕРМОДИНАМІКА	5
РІВНОВАЖНИХ СИСТЕМ	5
1.1. Основні положення	6
1.2. Перший закон термодинаміки	7
1.3. Теплоємність	9
1.4. Ентальпія та способи її визначення	9
1.5. Термохімія	10
1.6. Мимовільні та немимовільні, зворотні та незворотні процеси	13
1.7. Формулювання другого закону термодинаміки	14
1.8. Ентропія та її розрахунок у зворотних термодинамічних процесах	15
1.9. Аналітичний вираз першого і другого законів термодинаміки та його використання для ізольованих систем	17
1.10. Термодинамічні потенціали	18
1.11. Характеристичні функції	20
1.12. Термодинаміка хімічних реакцій	22
1.13. Третій закон термодинаміки	25
1.14. Хімічний потенціал. Вільна ентальпія сумішей	26
1.15. Умови хімічної рівноваги	28
1.16. Термодинаміка хімічної рівноваги	31
1.17. Умови гетерогенної хімічної рівноваги	34
1.18. Напрямок фізико-хімічних перетворень у гетерогенних системах	35
Розділ 2. ФІЗИКО-ХІМІЧНИЙ АНАЛІЗ	35
2.1. Застосування другого закону термодинаміки до фазових перетворень	35
2.2. Діаграма стану однокомпонентної системи	38
2.3. Діаграми стану двокомпонентних систем	39
2.4. Діаграма стану системи з евтектикою	41
2.5. Системи з конгруентно та інконгруентно плавкими хімічними сполуками	43
2.6. Діаграма стану двокомпонентної системи з твердими розчинами	44
2.7. Діаграма стану трикомпонентної системи	45

Розділ 3. ФІЗИЧНА ХІМІЯ РОЗЧИНІВ	46
3.1. Загальна характеристика розчинів	46
3.2. Розчини неелектролітів.....	48
3.2.1. Зниження пружності пари розчинника над розчином	48
3.2.2. Кипіння та замерзання розчинів	48
3.2.3. Осмотичний тиск розчинів	50
3.2.4. Розчинність газів у рідинах	52
3.2.5. Парціальні молярні величини	52
3.3. Бінарні рідкі суміші	54
3.3.1. Взаєморозчинні рідини	54
3.3.2. Розподіл речовини між двома розчинниками	55
3.3.3. Обмежено розчинні рідини	56
3.3.4. Необмежено розчинні рідини	57
3.4. Розчини електролітів	59
3.4.1. Теорія електролітичної дисоціації	59
3.4.2. Електропровідність розчинів електролітів	60
3.4.3. Числа переносу	62
3.4.4. Теорія електролітичної дисоціації сильних електролітів	63
3.4.5. Практичне застосування вимірів електропровідності ..	65
3.5. Електрорушійні сили	66
3.5.1. Рівноважні електродні процеси	66
3.5.2. Термодинаміка гальванічних ланцюгів	68
3.5.3. Класифікація електродів	69
3.5.4. Концентраційні елементи	71
3.5.5. Потенціометричне визначення рН	72
3.5.6. Електроліз	72
3.5.7. Явище поляризації	73
3.5.8. Корозія та захист від корозії	75
3.5.9. Хімічні джерела енергії.....	76
Розділ 4. ХІМІЧНА КІНЕТИКА І КАТАЛІЗ	77
4.1. Швидкість хімічної реакції	77
4.2. Кінетична класифікація реакцій	78
4.3. Кінетика реакцій першого порядку	78
4.4. Кінетика реакцій другого порядку	79
4.5. Кінетика реакцій третього порядку	80
4.6. Методи визначення порядку реакції	80
4.7. Кінетика складних реакцій	81
4.8. Ланцюгові реакції	82
4.9. Фотохімічні реакції	83
4.10. Залежність швидкості хімічних реакцій від температури	84
4.11. Кінетика гетерогенних процесів	85
4.12. Каталіз	86
ЛІТЕРАТУРА	88

Навчальне видання

ФІЗИЧНА ХІМІЯ

КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

**для студентів технологічних спеціальностей
напряму 0917 "Харчова технологія та інженерія"
денної та заочної форм навчання**

**Укладачі: Манк Валерій Веніамінович
Боловик Людмила Сергіївна
Ковалевська Єлізавета Іванівна
Мірошников Олег Миколайович
Подаревська Ольга Василівна
Сербова Марія Іванівна
Стеценко Наталія Олександрівна
Тимохін В'ячеслав Васильович
Федоренко Георгій Андрійович**

**Редактор Т.П. Хоменко
Комп'ютерна верстка І.Є. Падалки**

**Підп. до друку 21.01.03 р. Обл.-вид. арк. 5,35. Наклад 500 пр.
Вид. № 7/99. Безплатно. Зам. № 81 .**

РВЦ НУХТ. 01033 Київ-33, вул. Володимирська, 68