

# **ФІЗИЧНА ХІМІЯ**

## **ПЛАНИ ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

**Харків 2017**

## **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №1**

### **Тема 1. Предмет і зміст курсу фізичної хімії**

1. Знайомство з програмою курсу (20 хв.).
2. Знайомство з вимогами і порядком вивчення курсу (30 хв.).
3. Написання вхідного контролю (30 хв.)

#### **Питання для самоконтролю**

1. Які Вам відомі теоретичні методи фізичної хімії?
2. Які Вам відомі експериментальні методи фізичної хімії?
3. Яке значення має фізична хімія для хімічної технології?
4. Які Вам відомі основні розділи фізичної хімії?

## **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №2**

### **Тема 1. Перший закон термодинаміки**

1. Термодинаміка вивчає загальні закони взаємного перетворення енергії з однієї форми в іншу.
2. Поняття "термодинамічна система". Типи систем.
3. Термодинамічні параметри.
4. Перший закон термодинаміки.
5. Розрахунки теплових ефектів.

#### **Задачі для розв'язання**

1. Визначити теплоту що необхідна для переведення 1 кг води зі стану льоду при  $T=263\text{K}$  до стану пари з  $T=400\text{K}$  і  $P = 101,3 \text{ кПа}$ .
2. Розрахувати роботу розширення 2 молей ідеального газу при  $T=500 \text{ K}$  від об'єму 20 л до 45 л.
3. Використовуючи довідкові данні розрахувати теплоємність водяної пари при температурі 350 K.

#### **Питання для самоконтролю**

1. Дати характеристику основним термодинамічним поняттям.
2. Яки види термодинамічних систем Вам відомі?
3. Що таке теплота процесу і робота процесу?
4. Як розрахувати роботу розширення?
5. Які процеси називаються оборотними, а які необоротними сформулюйте перший закон термодинаміки.?
6. Сформулювати перший закон термодинаміки. Що таке ентальпія системи?

## **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №3**

### **Залежність теплового ефекту від температури. Рівняння Кірхгоффа.**

1. Залежність теплового ефекту від температури.
2. Рівняння Кірхгоффа.
3. Розрахунки теплових ефектів за нестандартної температури.
4. Задача 1: Визначити тепловий ефект при стандартному тиску при температурі 500 K для реакції  $2\text{NH}_3 = \text{N}_2 + 3\text{H}_2$ .
5. Задача 2. Яка кількість тепла виділиться при повному окисненні 1 кг графіту при температурі 1000 K?

#### **Питання для самоконтролю**

1. Як тепловий ефект реакції залежить від температури?
2. Що таке теплота утворення?
3. Що таке теплота згоряння?
4. Що таке теплота розчинення і теплота розведення?
5. Яки види теплот розчинення Вам відомі?

### **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №4**

#### **Другий закон термодинаміки**

1. Ентропія як критерій спрямування самочинних процесів і рівноваги в ізольованих системах.
2. Статистичний характер другого закону термодинаміки. Залежність ентропії від температури, об'єму і тиску.
3. Зміна ентропії під час фазових переходів і змішуванні ідеальних газів.
4. Стандартні ентропії речовин, їх використання для розрахунків змін ентропій під час хімічних реакцій.

#### Питання для самоконтролю

1. Як ентропія залежить від температури.
2. Як розрахувати зміну ентропії під час фазових перетворень.
3. В яких системах ентропія може бути використана як критерій спрямування самочинних процесів.

### **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №5**

1. Об'єднаний перший та другий закони термодинаміки для оборотних та необоротних процесів.
2. Максимальна та максимальна корисна роботи.
3. Енергія Гельмгольца. Енергія Гіббса. Визначення напрямку процесу та стану рівноваги за змінами термодинамічних потенціалів.
4. Характеристичні функції. Рівняння Гіббса – Гельмгольца.
5. Робота та теплота хімічного процесу.
6. Теплова теорема Нернста (третій закон термодинаміки).

#### Питання для самоконтролю

1. Яке рівняння описує об'єднаний перший та другий закон термодинаміки?
2. Що таке енергія Гіббса і енергія Геймгольца?
3. Що таке третій закон термодинаміки?
4. Що таке хімічний потенціал?

#### Питання для самоконтролю

### **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №6**

#### **Хімічна рівновага в гомогенних системах.**

1. Динамічні і термодинамічна характеристика хімічної рівноваги.
2. Закон діючих мас.
3. Рівняння ізотерми хімічної реакції.
4. Хімічна спорідненість.
5. Вплив температури на хімічну спорідненість.

#### Питання для самоконтролю

1. Дайте визначення поняття хімічна рівновага.
2. Запишіть термодинамічний вираз умови хімічної рівноваги.
3. Запишіть вираз для константи рівноваги.
4. У яких концентраційних шкалах можна виражати константу хімічної рівноваги?
5. Які фактори впливають на константи рівноваги  $K_p$  і  $K_c$  для ідеальної газової суміші?
6. Які фактори впливають на стан хімічної рівноваги?
7. Навести рівняння ізотерми хімічної реакції.

### **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №7**

#### **Хімічна рівновага в гомогенних системах.**

1. Рівняння ізобари та ізохори хімічної реакції.
2. Залежність константи рівноваги від температури.
3. Розрахунки констант рівноваги з використанням таблиць стандартних термодинамічних даних.
4. Експериментальні методи дослідження хімічних рівноваг.

Питання для самоконтролю

1. Що таке хімічна спорідненість?
2. Що є кількісною мірою хімічної спорідненості?
3. Як впливає температура на константу хімічної рівноваги?
4. Запишіть вираз для константи гетерогенної реакції. Чим він відрізняється від виразу для гомогенної реакції?
5. Як можна розрахувати константу рівноваги за термодинамічними даними?

### **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №8**

#### **Хімічна рівновага в гетерогенних системах.**

1. Особливості хімічної рівноваги в гетерогенних системах.
2. Термічна дисоціація рідких та твердих речовин.
3. Гетерогенні процеси в хімічній технології та металургії.
4. Розв'язання задач.

Питання для самоконтролю

1. Що таке хімічна спорідненість?
2. Що є кількісною мірою хімічної спорідненості?
3. Як впливає температура на константу хімічної рівноваги?
4. Запишіть вираз для константи гетерогенної реакції. Чим він відрізняється від виразу для гомогенної реакції?
5. Як можна розрахувати константу рівноваги за термодинамічними даними?

### **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №9**

#### **Термодинамічна теорія фазових рівноваг**

1. Основні поняття теорії фазових рівноваг: фаза, компонент, ступінь свободи.
2. Рівноважне співіснування фаз.
3. Правило фаз Гіббса.
4. Аналіз рівнянь, що виражають умови рівноваги в гетерогенних системах.
5. Фазові переходи першого і другого роду.

Питання для самоконтролю

1. Що таке фазова рівновага? Чим вона відрізняється від хімічної рівноваги?
2. Які умови рівноважного співіснування фаз?
3. Що таке фаза, компонент, ступінь свободи?
4. Може лі кількість компонентів не співпадати з кількістю речовин які присутні в системі?
5. Запишіть правило фаз Гіббса.
6. Які фазові переходи називаються переходами першого та другого роду?

### **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №10**

#### **Однокомпонентні системи**

1. Реальні і ідеальні гази. Рівняння стану. Рівняння Ван-дер-Ваальса.
2. Принцип відповідних станів. Леткість і коефіцієнт леткості.
3. Залежність термодинамічних властивостей реальних газів від тиску і температури.
4. Хімічний потенціал реального газу.
5. P–V–T діаграми однокомпонентних систем та їх проекції. Потрійна точка.

6. Рівняння Клапейрона. Залежність тиску насиченої пари від температури.
7. Рівняння Клапейрона–Клаузіуса. Залежність теплот фазових переходів від температури.
8. Емпіричні правила Трутона і Річардса.

#### Питання для самоконтролю

1. Які гази називають ідеальними?
2. За яких умов поведінку газу можна вважати за ідеальну?
3. Які рівняння стану Вам Відомі?
4. Запишіть рівняння Ван-дер-Ваальса.
5. Що таке леткість і коефіцієнт леткості?
6. Наведіть P–T діаграми води і вкажіть на неї області існування різних фаз.
7. Яка точка на фазових діаграмах називається потрійною?
8. Скільки ступенів свободи в потрійній точці води?
9. Як залежить тиск насиченої пари від температури?
10. Запишіть рівняння Клапейрона–Клаузіуса.
11. Сформулюйте правило Трутона.

### **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №11-12**

#### **Двокомпонентні та багатоконпонентні системи. Розчини**

1. Рівновага в двокомпонентних системах.
2. Загальна характеристика розчиненого стану речовини.
3. Термодинамічне і молекулярно кінетичні умови утворення розчинів.
4. Явище сольватації.
5. Термодинамічні властивості розчинів неелектролітів.
6. Рівновага розчин – газ. Закони Рауля. Неідеальні розчини.
7. Поняття активності і фугітивності. Вибір стандартних станів для компонентів розчину.
8. Колігативні властивості розчинів. Ебуліоскопія, криоскопія і осмотичний тиск.
9. Рівновага в системах газ – рідкий розчин. Закон Генрі.
10. Залежність розчинності газу від температури, природи газу і розчинника.
11. Вплив електролітів на розчинність газів.
12. Особливості рівноваги пара – розчини летких рідин.
13. Діаграми тиск пари – склад і температура кипіння – склад.
14. Обмежена сумісна розчинність рідин.
15. Фізико-хімічні основи перегонки і ректифікації.
16. Використання правила фаз для аналізу фазових рівноваг. Правило важеля.
17. Взаємна розчинність рідин.
18. Рівновага “рідкий розчин – кристал”. Термічний аналіз.
19. Основні типи діаграм плавкості: необмежена сумісна розчинність в твердому стані, діаграми з простою евтектикою, з обмеженою розчинністю в твердому стані, з утворенням хімічних сполук.
20. Аналіз фазових діаграм.
21. Трикомпонентні системи. Способи графічного відображення складу трикомпонентних систем.

### **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №13**

#### **Розчини електролітів**

1. Термодинамічні властивості розчинів електролітів.
2. Сильні та слабки електроліти.
3. Середні йонні коефіцієнти активності.

4. Залежність коефіцієнтів активності від концентрації. Основні поняття теорії сильних електролітів. Правило йонної сили. Рівняння Дебая–Хюккеля.
5. Розчини слабких електролітів.
6. Концентраційна та термодинамічна константи дисоціації.
7. Кисотно-основні рівноваги.
8. Класифікація розчинників.
9. Дисоціація води, йонний добуток.
10. Кислотність розчинів, рН. Теорії кислот і основ. Кисотно – основне титрування.
11. Розчинність малорозчинних електролітів. Добуток розчинності.

#### Питання для самоконтролю

1. Які речовини називаються електролітами, а які неелектролітами?
2. Що таке електролітична дисоціація?
3. Поясніть зміст ізотонічного коефіцієнта.
4. Що таке загальна, йонна і серед неіонна активність?
5. У чому полягає правило йонної сили?
6. Сформулюйте основні положення теорії Дебая – Гюккеля.
7. Що таке кислота та основа?
8. Що таке рН?
9. Що таке гідроліз солей?
10. Що таке буферний розчин?
11. Що таке буферна ємність розчину?
12. Що таке добуток розчинності? Як його можна визначити?

### ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №13-14

#### Електродна рівновага. Електрохімічні кола

1. Електрохімічні процеси. Електрорушійна сила.
2. Термодинаміка електрохімічних елементів.
3. Електроди, типи електродів.
4. Стандартні електродні потенціали. Рівняння Нернста.
5. Теорії виникнення електродного потенціалу та електрорушійної сили.
6. Типи електрохімічних кіл.
7. Застосування електрохімічних кіл для вивчення рівноваг у розчинах електролітів.
8. Потенціометричне титрування.
9. Хімічні кола як джерела електричної енергії. Акумулятори. Паливна елементи.

#### Питання для самоконтролю

1. Від чого залежить величина електродного потенціалу?
2. Які типи електродів Вам відомі?
3. З якої термодинамічною функцією пов'язано ЕРС?
4. Запишіть рівняння Нернста.
5. Що таке стандартний електродний потенціал?
6. Навести класифікацію електродів за зворотністю.
7. Що таке індикаторні електроди та електроди порівняння?
8. Що таке хімічні джерела електричного струму?
9. Гальванічний елемент. Принцип дії гальванічного елемента Якобі-Даніеля.
10. У чому суть потенціометричного титрування?
11. Навести приклад концентраційного гальванічного елемента.
12. Який принцип дії свинцевого та залізо-нікелевого акумулятора?
13. Що таке паливний елемент?

## **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №15-16**

### ***Кінетика електродних процесів***

1. Електроліз.
2. Закони Фарадея.
3. Електроаналіз і кулонометрія.
4. Електродна поляризація.
5. Концентраційна поляризація.
6. Дифузійна перенапруга.
7. Електрохімічна перенапруга.
8. Кінетика деяких електродних процесів – електролітичне виділення водню, кисню, електрохімічне виділення металів.
9. Електрохімічна корозія. Гальванопари. Електрохімічні методи захисту металів від корозії. Захист від корозії хімічного обладнання.
10. Електрохімічні методи синтезу речовин.

#### **Питання для самоконтролю**

1. Що таке електроліз?
2. Дайте характеристику катодним процесам під час електролізу.
3. Дайте характеристику анодним процесам під час електролізу.
4. Запишіть перший і другий закони Фарадея.
5. Запишіть об'єднаний закон Фарадея.
6. Що таке електроаналіз і кулонометрія?
7. Які види поляризації вам відомі?
8. Що таке перенапруга?
9. Які Вам відомі методи електрохімічного синтезу?
10. Які метали одержують методом електролізу?
11. Що таке електрохімічна корозія? За яких умов вона виникає?
12. Що таке корозійні гальванопари? Які правила їх запису?
13. Які електрохімічні методи захисту металів від корозії Вам відомі?

## **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №17-18**

### ***Нерівноважні явища в розчинах електролітів***

1. Електрична провідність розчинів.
2. Питома та молярна електричні провідності, залежність їх від концентрації.
3. Рухомість йонів та закон Кольрауша.
4. Числа переносу, методи їх визначення.
5. Кондуктометрія і кондуктометричне титрування.
6. Визначення констант дисоціації та добутку розчинності кондуктометричним методом.

#### **Питання для самоконтролю**

1. Що таке електрична провідність?
2. Що таке питома електрична провідність, від чого вона залежить?
3. Що таке молярна електрична провідність, від чого вона залежить?
4. Запишіть рівняння Кольрауша.
5. Що таке рухливість іонів, як вона залежить від заряду іонів і їх радіуса?
6. Рухливість яких іонів найбільша?
7. Що таке кондуктометрія?
8. Зобразить графічно та пояснить хід кривих кондуктометричного титрування.
9. Як визначити константу дисоціації слабкого електроліту кондуктометричним методом?

## **ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №18**

**Формальна кінетика**  
**ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №19**

1. Швидкість реакції.
2. Основний постулат хімічної кінетики.
3. Молекулярність та порядок реакції. Константа швидкості реакції.
4. Односторонні реакції першого, другого,  $n$ -ного порядку.
5. Методи визначення порядку реакції.
6. Складні реакції – двосторонні, паралельні, послідовні. З
7. залежність швидкості реакції від температури. Рівняння Арреніуса. Енергія активації.
8. Ланцюгові реакції. Кінетичні особливості розгалужених ланцюгових реакцій.

**Питання для самоконтролю**

1. Що розуміють під швидкістю хімічної реакції?
2. Сформулюйте основний постулат хімічної кінетики.
3. Що таке порядок реакції?
4. Запишіть кінетичні рівняння для реакцій 1-го, 2-го і третього порядку.
5. Які методи визначення порядку реакції Вам відомі?
6. Закон діючих мас. Фізичний зміст константи швидкості хімічної реакції.
7. Охарактеризувати поняття: молекулярність і порядок реакції.
8. Вивести кінетичне рівняння реакції першого порядку.
9. Які реакції називаються двосторонніми, паралельними, послідовними?
10. Як впливає температура на швидкість хімічної реакції?
11. Пояснити енергетичну схему реакції.
12. Що таке енергія активації?
13. Методика розрахунку енергії активації.
14. Запишіть рівняння Арреніуса.
15. Які реакції називають ланцюговими?
16. Які Вам відомі особливості кінетики гетерогенних реакцій?

**ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №20**

**Теорії хімічної кінетики**

1. Теорія активних співударів.
2. Рівняння для константи швидкості.
3. Енергія активації та предекспоненційний множник. Стеричний фактор.
4. Теорія перехідного стану (активованого комплексу).
5. Термодинамічний аспект теорії. Співставлення теорій активних співударів і перехідного стану.
6. Мономолекулярні реакції.
7. Реакції в розчинах.
8. Фотохімічні реакції.
9. Кінетичні розрахунки в хімічній технології.

**Питання для самоконтролю**

1. Які Вам відомі основні теорії хімічної кінетики?
2. Сформулюйте основні положення теорії активних співударів.
3. Наведіть графік розподілу молекул по їх кінетичним енергіям (розподілення Больцмана).
4. Що таке енергія активації в теорії активних співударів?
5. Як відбувається активація мономолекулярних реакцій?
6. Сформулюйте основні положення теорії активованого комплексу.
7. Який вигляд має поверхня потенційної енергії для хімічної реакції?



8. Що являє собою профіль шляху реакції?
9. Наведіть основне рівняння теорії активованого комплексу.
10. Чим відрізняється кінетика реакцій у розчинах від кінетики газових реакцій?
11. Що таке сольові ефекти?
12. Які реакції називаються фотохімічними?
13. Що таке квантовий вихід?
14. В чому полягають особливості реакцій горіння і вибуху?

### ***ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ №21***

#### ***Каталітичні реакції***

1. Загальні принципи каталізу.
2. Гомогенний каталіз. Кислотно-основний каталіз.
3. Гетерогенний каталіз.
4. Активність та селективність каталізаторів. Отруєння каталізаторів. Активні центри гетерогенних каталізаторів.
5. Роль адсорбції в кінетиці гетерогенних каталітичних реакцій.
6. Енергія активації гетерогенних каталітичних реакцій.
7. Теорії каталізу. Каталіз в хімічній технології.
8. Від'ємний каталіз. Інгібітори. Інгібітори в хімічній технології.