

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,  
МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ**

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Робоча програма  
навчальної дисципліни  
"ЕКОЛОГІЧНА ХІМІЯ"  
для студентів напряму підготовки  
6.050101 "Комп'ютерні науки" спеціалізації  
"Комп'ютерний еколого-економічний моніторинг"  
усіх форм навчання**

**Харків. Вид. ХНЕУ, 2012**

Затверджено на засіданні кафедри екології і безпеки життєдіяльності.  
Протокол № 2 від 15.09.2011 р.

**Укладач** Іванов В. Г.

P58        Робоча програма навчальної дисципліни "Екологічна хімія" для студентів напряму підготовки 6.050101 "Комп'ютерні науки" спеціалізації "Комп'ютерний еколого-економічний моніторинг" усіх форм навчання / укл. Іванов В. Г. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2012. – 44 с. (Укр. мов.)

Наведено тематичний план навчальної дисципліни, плани лекцій і лабораторних (практичних) занять, завдання для закріплення знань і систему оцінювання знань студентів.

Рекомендовано для студентів напряму підготовки 6.050101 "Комп'ютерні науки" спеціалізації "Комп'ютерний еколого-економічний моніторинг" усіх форм навчання.

## Вступ

Екологічна хімія – це наука про антропогенні хімічні забруднення і про механізми їх перетворень у біосфері.

У даний час екологія є складним інтегрованим комплексом наук. Фахівці-хіміки повинні мати достатньо ясне розуміння питань взаємовідношення сучасного технізованого суспільства і навколишнього середовища, функціонування біосфери в умовах антропогенного тиску, що все посилюється, методів аналізу природних об'єктів, контролю якості навколишнього середовища і місця хімії в екологічній науці.

Екологія як наука, що охоплює коло явищ у біосфері, тісно пов'язана з питаннями біології, хімії, хімічної технології, сільського господарства й ін.

Оскільки в основі життя, як і в основі зміни хімічного складу біосфери, лежать хімічні процеси, для опису й управління динамічною рівновагою в біосфері необхідне знання хімічних механізмів взаємодії між окремими підсистемами. Ця область екології оформилася в окрему наукову дисципліну – "Хімічну екологію", під якою розуміється наука про хімічні взаємодії між живими організмами і неживою природою. У завдання хімічної екології входять питання про ступінь впливу окремих видів антропогенних дій на живу природу, прогнози можливих екологічних наслідків хімічних забруднень. Домінуючим аспектом тут є біологічний.

Існує й інший аспект взаємовідношення хімії і екології, який вивчає якісний і кількісний склад антропогенних забруднень біосфери в результаті виробничої та сільськогосподарської діяльності людини і механізми хімічних перетворень речовин у навколишньому середовищі. У вирішенні цих проблем домінуючим є хімічний аспект, який більше входить у компетенцію фахівців у сфері хімії, ніж біології. Завдання екологічної хімії – максимальне зменшення рівня навантаження антропогенних дій за рахунок розробки нових або модифікації існуючих технологічних процесів, розробки способів ефективного очищення відходів виробництв, розробки способів прогнозування і регуляції рівня хімічного забруднення в об'єктах навколишнього середовища. Сюди ж відносять: рекомендації з розробки нових препаратів, що вживаються в сільському господарстві і побутовій хімії; рекомендації з профілактики інших процесів, що приводять до забруднення навколишнього середовища; вирішення

питань, пов'язаних з псуванням харчових продуктів, деструкцією конструкційних матеріалів і ін.

Для вирішення проблем охорони навколишнього середовища необхідні дослідження того, як поведуться в ній, до яких наслідків приводить новий вигляд хімічних сполук, що потрапляють у круговорот речовин у біосфері в результаті людської діяльності, тобто потрібен якісно новий підхід до оцінки взаємодії людини з навколишнім середовищем і його впливу на швидкість і напрям антропогенних та природних чинників. Разом з констатацією тих, що відбуваються в природі часто негативних змін, потрібно переходити до прогнозування і управління якістю місця існування.

"Екологічна хімія" ("Екохімія") – це загальноосвітня дисципліна. Під час вивчення цієї дисципліни студенти одержують знання в галузі хімії, хімічної технології, екології, економіки, які необхідні їм для оволодіння фахом "Комп'ютерний еколого-економічний моніторинг".

Робоча програма навчальної дисципліни "Екологічна хімія" складається з взаємозв'язаних тем, де розглядаються основні поняття і закони хімії, екології, основні закономірності протікання хімічних процесів, хімічні основи екологічних взаємодій, екологічна хімія атмосфери, гідросфери, літосфери.

Навчальна дисципліна розділена на два модулі. Програма кожного модуля включає вивчення теоретичного матеріалу, проведення лабораторних робіт, виконання технологічних і техніко-економічних розрахунків, виконання контрольних робіт.

Метою навчальної дисципліни є розвиток у студентів логічного мислення, акцентування уваги на важливості хімічних знань, моделювання економічного обґрунтування і розрахунків процесів раціонального природокористування.

Унаслідок вивчення даної дисципліни студенти повинні:

- отримати цільну уяву про предмет екологічної хімії та її роль в народному господарстві;
- отримати поняття про закони екології, хімії, основні закономірності протікання хімічних процесів у біосфері;
- навчитися розуміти природу хімічних перетворень;

▪ отримати практичні знання під час проведення лабораторних робіт та розрахунків хімічних процесів, які можуть бути використані в процесі еколого-економічного моніторингу.

У даній програмі розглядаються питання, які є необхідними студентам напряму підготовки 6.050101 "Комп'ютерні науки" спеціалізації "Комп'ютерний еколого-економічний моніторинг" під час оцінки становища оточуючого середовища.

У процесі навчання студенти отримують необхідні знання під час проведення аудиторних занять, тобто лекційних і лабораторних. Важливе значення для процесу навчання та закріплення знань має самостійна робота студентів.

Структура програми навчальної дисципліни "Екологічна хімія" наведена в табл. 1.

Таблиця 1

### Структура програми навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна: підготовка бакалаврів	Галузь знань Напрямок підготовки освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів, відповідних ESTS-2, у тому числі змістових модулів 2; самостійна робота	Шифри та назва галузі знань: 0501 "Інформатика та обчислювальна техніка"	Вибіркова. Рік підготовки 1. Семестр 1
Кількість годин за змістовими модулями: модуль 1 – 32; модуль 2 – 36. Консультацій – 4. Усього – 72	Шифр та назва напряму підготовки: 6.050101 "Комп'ютерні науки" спеціалізація "Комп'ютерний еколого-економічний моніторинг"	Лекції (теоретична підготовка) – 17 годин. Лабораторні заняття – 34 години. Самостійна робота – 17 годин. Консультацій – 4
Кількість тижнів викладання навчальної дисципліни – 17. Кількість годин на тиждень – 3	Освітньо-кваліфікаційний рівень – бакалавр	Вид контролю: ПМК

# 1. Кваліфікаційні вимоги до студентів

Для вивчення навчальної дисципліни "Екологічна хімія" студенти використовують знання хімії, екології, математики, фізики, економіки.

У процесі навчання студенти отримують необхідні знання під час лекційних занять, під час виконання лабораторних робіт, виконуючи практичні завдання. Для закріплення теоретичних знань має значення самостійна робота.

Під час лабораторних занять студенти проводять технічний контроль сировини, матеріалів, перевіряють параметри технологічних процесів, визначають показники якості води. Під час лабораторних занять проводяться стехіометричні розрахунки з рівнянь реакцій, визначають за допомогою розрахунків результати хімічних взаємодій.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студенти повинні **знати:**

- основні поняття і закони хімії;
- основні закони екології;
- номенклатуру хімічних речовин;
- основні закономірності протікання хімічних процесів;
- швидкість і рівновагу хімічних реакцій;
- окислювально-відновлювальні процеси;
- види розчинів;
- дисперсні системи;
- властивості та застосування органічних сполучень.

## **вміти:**

- застосовувати основні поняття і закони хімії та екології для розрахунків хімічних перетворень, які протікають при взаємодії хімічних речовин з оточуючим середовищем;

- обчислювати і розраховувати розчини, готувати розчини заданої концентрації, визначати параметри, що описують поведінку розчинів;

- проводити реакції із застосуванням простих і складних речовин, пояснювати реакційну здатність сполук, їх фізичні і хімічні властивості, механізм процесів;

- застосовувати засоби очищення від шкідливих речовин в оточуючому середовищі;

- оцінювати за допомогою розрахунків і знань граничнодопустимих концентрацій, шкідливих сполук, їх вплив на навколишнє середовище.

### **Компетенції студентів**

1. Отримати цільне уявлення про дисципліну "Екохімія" і її зв'язок з науками "Хімія" та "Екологія".
2. Отримати основні поняття про властивості органічних та неорганічних сполук.
3. Усвідомити і засвоїти принципи взаємодій речовин.
4. Отримати практичні знання під час розрахунків хімічних процесів.
5. Отримати практичні знання у результаті виконання лабораторних робіт з аналізу шкідливих речовин.
6. Уміти оцінювати вплив шкідливих речовин на навколишнє середовище.

## **2. Тематичний план навчальної дисципліни**

На початку вивчення дисципліни кожен студент має бути ознайомлений з програмою дисципліни, формами організації навчання, зі структурою, змістом та обсягом кожного з навчальних модулів, методами контролю й оцінювання результатів навчальної роботи.

Програма навчальної дисципліни "Екохімія" включає такі форми навчання: лекції, лабораторні роботи, самостійну роботу, контрольні заходи.

Форми контролю: поточний контроль у формі письмової роботи 2 рази у семестр, опитування, підсумковий контроль, ПМК.

Матеріали навчальної дисципліни "Екохімія" студенти вивчають шляхом опрацювання навчальних модулів. Модуль – це відносно окремий самостійний блок дисципліни. Який логічно об'єднує кілька навчальних елементів дисципліни за змістом та взаємозв'язками.

Тематичний план дисципліни "Екохімія" складається з двох модулів. Структура залікового кредиту дисципліни наведена в табл. 2.

**Структура залікового кредиту  
навчальної дисципліни "Екохімія"**

Тема	Кількість годин, які відведено на:		
	лекції	лабораторні заняття	самостійну роботу
<b>Модуль 1. Хімічні основи екологічних взаємодій</b>			
Тема 1. Теоретичні основи екологічної хімії. Основні поняття і визначення	2	4	2
Тема 2. Основні закони і поняття хімії, які пояснюють хімічні перетворення в біосфері	2	4	2
Тема 3. Загальні характеристики розчинів. Роль розчинів і дисперсних систем у біосфері	4	8	4
Разом годин за модулем	8	16	8
<b>Модуль 2. Хімічні елементи в біосфері, їх вплив на атмосферу, гідросферу, літосферу</b>			
Тема 4. Біогеохімічні цикли. Токсиканти. Стандарти якості навколишнього середовища	3	6	3
Тема 5. Екологічна хімія атмосфери. Вплив хімічних елементів і сполук на якість атмосфери	2	4	2
Тема 6. Екологічна хімія гідросфери. Вплив хімічних елементів і сполук на якість води	2	4	2
Тема 7. Екологічна хімія літосфери. Вплив хімічних елементів і сполук на якість ґрунту	2	4	2
Разом годин за модулем	9	18	9
Усього годин	17	34	17
Консультації	4		



### **3. Зміст навчальної дисципліни за модулями та темами**

#### **Модуль 1. Хімічні основи екологічних взаємодій**

##### **Тема 1. Теоретичні основи екологічної хімії. Основні поняття і визначення**

1.1. Нормативно-правове забезпечення охорони навколишнього природного середовища. Основні положення Закону України "Про охорону навколишнього природного середовища".

1.2. Основні поняття і закони екології. Екосистема. Біосфера і її структура. Екологічні фактори: абіотичні і біотичні.

1.3. Хімічний етап еволюції біосфери. Виникнення життя. Поняття "ноосфера". Хімічні екорегулятори. Кібернетична природа екосистем.

##### **Тема 2. Основні закони і поняття хімії, які пояснюють хімічні перетворення в біосфері**

2.1. Періодичний закон Менделєєва. Закони збереження мас та енергії. Закон сталості складу, кратних відношень, еквівалентів, Авогадро. Газові закони. Рівняння Клайперона – Менделєєва. Використання стехіометричних законів для розрахунку хімічних процесів.

2.2. Поняття сучасної системи відносних атомних мас елементів, молекулярних мас, молярної маси, еквіваленту моля.

2.3. Закономірності протікання хімічних процесів.

Енергетика хімічних процесів. Розрахунки теплових ефектів. Швидкість хімічних реакцій. Хімічна рівновага. Закон дії мас. Правило Вант-Гоффа. Рівняння Ареніуса. Енергія активації. Рівняння рівноваги. Константа хімічної рівноваги. Принцип Ле-Шател'є. Окислювально-відновлювальні процеси. Класифікація окислювально-відновлювальних реакцій. Типові окислювачі і відновники. Методи складання рівнянь. Спрямованість окислювально-відновлювальних процесів.

##### **Тема 3. Загальні характеристики розчинів. Роль розчинів і дисперсних систем у біосфері**

3.1. Розчини неелектролітів.

Фізико-хімічні властивості розчинів неелектролітів. Основні відомості про розчини і інші дисперсні системи. Характеристика розчинів. Про-

цеси, що протікають під час утворення розчинів. Теплота розчинення. Розчинність газів. Закон Генрі. Закон розподілу. Засоби вираження концентрації розчинів. Закон Вант-Гоффа. Закон Рауля. Підвищення температури кипіння і зниження температури замерзання розчинника.

### 3.2. Розчини електролітів.

Теорія електролітичної дисоціації. Ступінь дисоціації. Слабкі і сильні електроліти. Константа дисоціації. Закон розведення Освальда. Активність іонів і коефіцієнт активності. Іонний добуток води. Водневий показник.

### 3.3. Дисперсні системи.

Гомогенні і гетерогенні дисперсні системи. Стійкість дисперсних систем. Стабілізація дисперсних систем. Вільно-дисперсні і зв'язно-дисперсні системи. Колоїдні системи. Поверхнево-активні речовини. Миючі засоби.

## **Модуль 2. Хімічні елементи в біосфері, їх вплив на атмосферу, гідросферу, літосферу**

### **Тема 4. Біогеохімічні цикли. Токсиканти. Стандарти якості навколишнього середовища**

4.1. Круговорот хімічних елементів. Антропогенний круговорот сполук: круговорот вуглецю, азоту, фосфору. Круговорот біогенних елементів. Антропогенний круговорот сполук. Ресурсний цикл.

4.2. Токсиканти навколишнього середовища: неорганічні токсиканти, діоксини і поріднені ним з'єднання. Джерела діоксину.

4.3. Стандарти якості навколишнього середовища.

Нормування атмосферного забруднення. Нормування забруднених сполук у водних об'єктах. Нормування забруднених сполук у ґрунті.

### **Тема 5. Екологічна хімія атмосфери. Вплив хімічних елементів і сполук на якість атмосфери**

5.1. Структура і склад атмосфери.

5.2. Фотодисоціація. Фотодисоціація води, повітря.

5.3. Реакції атмосферних іонів.

Перенос заряду. Озоновий шар, смог, парниковий ефект, кислотний дощ.

5.4. Джерела забруднення гідросфери.

## **Тема 6. Екологічна хімія гідросфери. Вплив хімічних елементів і сполук на якість води**

6.1. Гідросфера. Запаси води в гідросфері. Запаси води в гідросфері Землі. Біологічна вода. Властивості води.

6.2. Якість води. Показники якості води. Класифікація водних ресурсів. Класифікація природних вод за хімічним складом, за мінералізацією.

6.3. Джерела забруднення гідросфери. Виробничні стічні води. Міські стічні води. Стічна вода сільгоспвиробництв. Атмосферні води. Забруднення нафтою і продуктами її переробки.

## **Тема 7. Екологічна хімія літосфери. Вплив хімічних елементів і сполук на якість ґрунту**

7.1. Склад літосфери.

7.2. Природні ресурси.

Класифікація природних ресурсів: за використанням; за приналежністю до компонентів природи; за заміщенням; за вичерпанням.

7.3. Шкідливі відходи, які забруднюють земну кору.

Класифікація шкідливих відходів: побутові відходи, відходи виробництва, відходи виробничого споживання.

7.4. Ґрунт. Склад ґрунту. Родючість ґрунту. Елементи, які впливають на родючість ґрунту.

# **4. Плани лекцій**

## **Модуль 1. Хімічні основи екологічних взаємодій**

### **Тема 1. Теоретичні основи екологічної хімії. Основні поняття і визначення**

1.1. Нормативно-правове забезпечення охорони навколишнього природного середовища. Основні положення Закону України "Про охорону навколишнього природного середовища".

1.2. Основні поняття і закони екології. Екосистема. Біосфера та її структура. Екологічні фактори: абіотичні і біотичні.

1.3. Хімічний етап еволюції біосфери. Виникнення життя. Поняття "ноосфера". Хімічні екорегулятори. Кібернетична природа екосистем.

**Література:** основна [7], додаткова [8; 13].

## **Тема 2. Основні закони і поняття хімії, які пояснюють хімічні перетворення в біосфері**

2.1. Періодичний закон Менделєєва. Закони збереження мас та енергії. Закон сталості складу, кратних відношень, еквівалентів, Авогадро. Газові закони. Рівняння Клайперона – Менделєєва. Використання стехіометричних законів для розрахунку хімічних процесів.

2.2. Поняття сучасної системи відносних атомних мас елементів, молекулярних мас, молярної маси, еквівалента моля.

2.3. Закономірності протікання хімічних процесів.

Енергетика хімічних процесів. Розрахунки теплових ефектів. Швидкість хімічних реакцій. Хімічна рівновага. Закон дії мас. Правило Вант-Гоффа. Рівняння Ареніуса. Енергія активації. Рівняння рівноваги. Константа хімічної рівноваги. Принцип Ле-Шател'є. Окислювально-відновлювальні процеси. Класифікація окислювально-відновлювальних реакцій. Типові окислювачі і відновники. Методи складання рівнянь. Спрямованість окислювально-відновлювальних процесів.

**Література:** основна [7], додаткова [9; 13].

## **Тема 3. Загальні характеристики розчинів. Роль розчинів і дисперсних систем у біосфері**

3.1. Розчини неелектролітів.

Фізико-хімічні властивості розчинів неелектролітів. Основні відомості про розчини і інші дисперсні системи. Характеристика розчинів. Процеси, що протікають під час утворення розчинів. Теплота розчинення. Розчинність газів. Закон Генрі. Закон розподілу. Засоби вираження концентрації розчинів. Закон Вант-Гоффа. Закон Рауля. Підвищення температури кипіння і зниження температури замерзання розчинника.

3.2. Розчини електролітів.

Теорія електролітичної дисоціації. Ступінь дисоціації. Слабкі і сильні електроліти. Константа дисоціації. Закон розведення Освальда. Активність іонів і коефіцієнт активності. Іонний добуток води. Водневий показник.

3.3. Дисперсні системи.

Гомогенні і гетерогенні дисперсні системи. Стійкість дисперсних систем. Стабілізація дисперсних систем. Вільно-дисперсні і зв'язно-дисперсні системи. Колоїдні системи. Поверхнево-активні речовини. Миючі засоби.

**Література:** основна [2; 4], додаткова [8].

## **Модуль 2. Хімічні елементи в біосфері, їх вплив на атмосферу, гідросферу, літосферу**

### **Тема 4. Біогеохімічні цикли. Токсиканти. Стандарти якості навколишнього середовища**

4.1. Круговорот хімічних елементів. Антропогенний круговорот сполук: круговорот вуглецю, азоту, фосфору. Круговорот біогенних елементів. Антропогенний круговорот сполук. Ресурсний цикл.

4.2. Токсиканти навколишнього середовища: неорганічні токсиканти, діоксини і поріднені їм з'єднання. Джерела діоксину.

4.3. Стандарти якості навколишнього середовища.

Нормування атмосферного забруднення. Нормування забруднених сполук у водних об'єктах. Нормування забруднених сполук у ґрунті.

**Література:** основна [7], додаткова [13; 14].

### **Тема 5. Екологічна хімія атмосфери. Вплив хімічних елементів і сполук на якість атмосфери**

5.1. Структура і склад атмосфери.

5.2. Фотодисоціація. Фотодисоціація води, повітря.

5.3. Реакції атмосферних іонів.

Перенос заряду. Озоновий шар, смог, парниковий ефект, кислотний дощ.

5.4. Джерела забруднення гідросфери.

**Література:** додаткова [8; 13; 14].

### **Тема 6. Екологічна хімія гідросфери. Вплив хімічних елементів і сполук на якість води**

6.1. Гідросфера. Запаси води в гідросфері.

Запаси води в гідросфері Землі. Біологічна вода. Властивості води.

6.2. Якість води.

Показники якості води. Класифікація водних ресурсів. Класифікація природних вод за хімічним складом, за мінералізацією.

6.3. Джерела забруднення гідросфери. Виробничі стічні води. Міські стічні води. Стічна вода сільгоспвиробництва. Атмосферні води. Забруднення нафтою та її переробки.

## **Тема 7. Екологічна хімія літосфери. Вплив хімічних елементів і сполук на якість ґрунту**

7.1. Склад літосфери.

7.2. Природні ресурси.

Класифікація природних ресурсів: за використанням; за приналежністю до компонентів природи; за заміщенням; за вичерпанням.

7.3. Шкідливі відходи, які забруднюють земну кору.

Класифікація шкідливих відходів: побутові відходи, відходи виробництва, відходи виробничого споживання.

7.4. Ґрунт. Склад ґрунту. Родючість ґрунту. Елементи, які впливають на родючість ґрунту.

**Література:** додаткова [8; 13; 14].

## **5. Плани лабораторних занять**

Навчальна дисципліна "Екохімія" заснована на експериментальному матеріалі, тому студенти зобов'язані пройти лабораторний практикум.

На лабораторних заняттях вони проводять поділ сумішей і речовин методами перегонками, технічний контроль матеріалів, одержують індивідуальні речовини, визначають їх фізичні константи, визначають основні показники якості води, проводять контроль параметрів технологічних процесів.

Під час проходження практикуму студенти здають викладачеві кожену лабораторну роботу. Під час здачі студенти повинні знати теоретичні основи процесів, вміти пояснити хід лабораторних робіт, робити висновки за результатами експериментів.

Теми лабораторних робіт наведені в табл. 3.

Таблиця 3

### **Тематика лабораторних робіт**

Назва модулю	Тема лабораторних робіт за модулями	Кількість годин	Література
1	2	3	4
Модуль 1. Хімічні основи екологічних взаємодій	1. Вивчення основних правових документів охорони навколишнього середовища. 2. Вивчення основних правил безпеки робіт в лабораторії	4	[1; 2; 3]

1	2	3	4
	3. Основні поняття екології: "біосфера", "екологічні фактори", "лімітуючі фактори".		[8]
	4. Вивчення швидкості і рівноваги хімічних реакцій. 5. Вивчення окислювально-відновлювальних процесів. 6. Визначення складу хімічних сполук за даними аналізу. 7. Визначення молекулярної маси газу та хімічних еквівалентів	4	[2; 6; 7]
	8. Готування розчинів із заданою часткою молярною, нормальною концентрацією розчинів. 9. Вивчення процесу гідролізу солі, зміщення рівноваги гідролізу цих сполук	8	[3; 5; 9]
Модуль 2. Хімічні елементи в біосфері їх вплив на атмосферу, гідросферу, літосферу	10. Визначення фізичних констант сполук: показника переломлення, густини. 11. Вивчення засобів ідентифікації органічних речовин	6	[4; 5; 10]
	12. Вивчення процесу розподілу сумішей. 13. Вивчення змісту шкідливих елементів в атмосфері	4	[13; 14]
	14. Вивчення важливих методів контролю якості води. рН, жорсткість, кальцій, магній	4	[8; 13]
	15. Вивчення важливих методів контролю якості ґрунту	4	[9; 13]

## 6. Самостійна робота студентів

Для успішного засвоєння матеріалу навчальної дисципліни "Екохімія" використовується самостійна робота студентів з вітчизняною та закордонною літературою, літературою з технології й економіки.

Основні види самостійної роботи, які запропоновані студентам:

1. Вивчення лекційного матеріалу.
2. Робота з опрацювання та вивчення рекомендованої літератури.

3. Вивчення основних термінів та понять за темами дисципліни.
4. Підготовка до лабораторних робіт, практичних занять, дискусій.
5. Контрольна перевірка кожного студента особистих знань за запитаннями для самоконтролю.

Перелік питань для самоконтролю поданий нижче в табл. 4.

Таблиця 4

### Перелік питань для самоконтролю

Назва теми	Питання для самостійного опрацювання	Література
1	2	3
Модуль 1. Хімічні основи екологічних взаємодій		
Тема 1. Теоретичні основи екологічної хімії. Основні поняття і визначення	1. Основні етапи розвитку хімії. 2. Роль хімії у науково-технічному прогресі. 3. Екологія. Основні поняття екології (екосистема, біосфера). Еволюція біосфери. Поняття ноосфери	[1 – 5]
Тема 2. Основні закони і поняття хімії, які пояснюють хімічні перетворення в біосфері	4. Розвиток та основні положення атомно-молекулярної теорії. 5. Хімічні елементи в природі. Розвиток уявлень про будову атома. 6. Відкриття явища радіоактивності і радіоактивні перетворення. 7. Відкриття періодичного закону і періодичної системи елементів, його розвиток і значення. 8. Закономірності зміни властивостей елементів, простих і складних речовин. 9. Теорія каталізу. Каталіз, каталізатори. Застосування в практиці. Хімічна рівновага. Вихід продуктів реакції. Окислювально-відновлювальні реакції. Напрямок протікання окислювально-відновлювальних реакцій	[5 – 8]



1	2	3
Тема 3. Загальні характеристики розчинів. Роль розчинів і дисперсних систем у біосфері	10. Властивості розчинів електролітів і неелектролітів. 11. Вода як джерело життя. Показники якості води. 12. Підготовка води. Очистка стічних вод. 13. Гомогенні і гетерогенні дисперсні системи. Миючі засоби	[5 – 10]
Модуль 2. Хімічні елементи в біосфері і їх вплив на атмосферу, гідросферу і літосферу		
Тема 4. Біогеохімічні цикли. Токсиканти. Стандарти якості навколишнього середовища	14. Круговорот хімічних елементів і антропогенний круговорот речовин. 15. Токсиканти навколишнього середовища. 16. Стандарти якості навколишнього середовища	[8; 14]
Тема 5. Екологічна хімія атмосфери. Вплив хімічних елементів і сполук на якість атмосфери	17. Структура і склад атмосфери. 18. Фотодисоціація води і повітря. 19. Реакція атмосферних іонів. Перенос заряду. Озоновий шар. Парниковий ефект. Кислотний дощ. 20. Джерела забруднення атмосфери	[8; 13]
Тема 6. Екологічна хімія гідросфери. Вплив хімічних елементів і сполук на якість води	21. Гідросфера. Запаси води в гідросфері ґрунту. Біологічна вода. Властивості води. 22. Якість води. Показники якості води. 23. Джерела забруднення гідросфери. Виробничі стічні води. Міські стічні води. Атмосферні води. Стічні води сільгосп підприємств. Забруднення нафтою	[10 – 12]
Тема 7. Екологічна хімія літосфери. Вплив хімічних елементів і сполук на якість ґрунту	24. Структура і склад літосфери. 25. Природні ресурси. Класифікація природних ресурсів: у зв'язку з їх використанням; у зв'язку з належністю до компонентів природи; у зв'язку зі замінністю; у зв'язку з вичерпністю і невичерпністю. 26. Шкідливі відходи, які забруднюють земну кору: побутові, відходи виробництва і виробничого споживання. 27. Ґрунт. Склад ґрунту. Родючість ґрунту	[6; 13]

## **7. Контрольні запитання для самодіагностики**

### **Модуль 1. Хімічні основи екологічних взаємодій**

#### **Тема 1. Теоретичні основи екологічної хімії. Основні поняття і визначення**

1. Поняття "екосистема", "біосфера", "ноосфера".
2. Екологічні фактори навколишнього середовища.
3. Основні закони екології.
4. Регіональні екологічні проблеми і роль хімічної науки.
5. Утилізація і регенерація реактивів та хімічних відходів.
6. Перерахунок складу забруднюючих речовин, що знаходяться в газоподібній і рідкій фазах.
7. Орієнтовна оцінка класу небезпеки токсичних речовин і їх ВДК розрахунковими методами.
8. Визначення класу токсичності промислових відходів розрахунковими методами.
9. Визначення необхідного ступеня очищення стічних вод перед їх відведенням у водоймище.
10. Розрахунок граничного ступеня очищення води від важких металів методами осадження і комплексоутворення.
11. Розрахунок граничного ступеня очищення газів від домішок хімічними методами.
12. Екологічні проблеми міста.
13. Оцінка екологічного стану території.
14. Оцінка екологічного стану водоймища.
15. Вивчення ролі абіотичних чинників в оцінці стану водних екосистем.
16. Екологічне нормування господарської діяльності і раціональне використання природних ресурсів.
17. Нормотивно-правове забезпечення охорони навколишнього середовища.

#### **Тема 2. Основні закони і поняття хімії, які пояснюють хімічні перетворення в біосфері**

1. Що спільного і чим відрізняються поняття "атом" та "хімічний елемент"?

2. Яка відмінність між поняттями "маса атома" та "атомна маса"?
3. Чому атомну та молекулярну маси називають відносними?
4. Який взаємозв'язок між молем і молекулярною масою?
5. Як перейти від кількості відомої речовини до її маси?
6. Який взаємозв'язок маси та енергії? Що вони виражають і чи можуть перетворюватись одна в одну?
7. Дати визначення поняттям еквівалента, молярної маси еквівалента, молярного об'єму еквівалента.
8. Яке трактування законів стехіометрії?
9. Сформулювати закон Авогадро, що характеризує об'єм газу, який дорівнює 22,4 л.
10. Який зв'язок між поняттями молярної маси та молярного об'єму?
11. Який фізичний вміст універсальної газової сталої?
12. Як звести газ до нормальних умов; наприклад, один л газу з температурою  $73^{\circ}\text{C}$  і тиском 0,9 атм.?
13. Сформулювати закон Дальтона, чому парціальні тиски пропорційні об'ємному вмісту цих газів у суміші?
14. У чому відмінності між реальними та ідеальними газами?
15. Що таке хімічна формула? Які дані можна одержати на її основі?
16. Які основні методи визначення молекулярних і атомних мас?
17. Квантові числа. Яких значень вони набувають і що означають?
18. Що таке атомна орбіталь і чим вона відрізняється від орбіти?
19. Як пов'язані числа електронів на підрівні з головним квантовим числом?
20. За якими принципами формулюються електронні оболонки атомів?
21. У чому суть правила Гунда?
22. У чому суть правила формування електронних орбіталей?
23. Як збудовані атомні ядра? Що таке ізотопи, ізобари?
24. Що називають періодом піврозпаду радіоактивного елемента?
25. Навести сучасне формулювання періодичного закону, чим воно відрізняється від первісного?
26. У чому полягає загальнонаукове і філософське значення періодичного закону?
27. Який фізичний сенс порядкового номера елемента?
28. Які властивості атомів перебувають у періодичній залежності від протонних чисел елементів?

29. Електронегативність. Як вона змінюється у групах і періодах?
30. Як змінюється спорідненість до електрона у групах і періодах?
31. Як розміщені у періодичній системі метали і неметали?
32. У чому фізичний сенс номера групи? Які підгрупи називають головними, а які побічними?
33. Дати визначення поняття хімічного зв'язку.
34. Що таке швидкість хімічної реакції? Від яких факторів вона залежить? Який фізичний зміст константи швидкості? Як вона виражається?
35. Що таке енергія активації та активований комплекс?
36. Які процеси називають каталітичними? Який принцип дії каталізатора?
37. Що таке константа рівноваги? Від яких факторів вона залежить?
38. Які реакції називають окислювально-відновлювальними?
39. Які типи окислювально-відновлювальних реакцій?
40. Які принципи складання рівнянь окислювально-відновлювальних реакцій?
41. Які елементи є окисниками, які відновниками?
42. Який вплив середовища на перебіг окислювально-відновлювальних реакцій?
43. Як зробити висновок щодо можливості перебігу тієї чи іншої окислювально-відновлювальної реакції?

### **Завдання для самостійного вирішення**

1. Знайти просту формулу речовини, що містить (по масі) 43,4 % Na, 11,3 % C, 45,3 % O.
2. Знайти просту формулу речовини, до складу якої входить водень, вуглець, кисень і азот у співвідношенні мас 1:3:4:7.
3. Знайти просту формулу оксиду ванадію, знаючи, що 2,73 г оксиду містить 1,53 г металу.
4. Знайти просту формулу речовини, що містить (мас) 26,53 % калію, 35,37 % хрому, 38,1 % кисню.
5. Знайти молекулярну формулу речовини, що містить (мас) 93,75 % вуглецю і 6,25 % водню, якщо щільність по повітрю рівна 4,41.
6. При згоранні 4,3 г вуглеводню утворилося 13,2 г CO<sub>2</sub>. Щільність пари вуглеводню по водню рівна 43. Вивести молекулярну формулу з'єднання.

7. При згоранні навішення органічної бромскладаючої речовини масою 1,88 г одержано 0,88 г  $\text{CO}_2$  і 0,3 г води. Після перетворення всього бромиду, що міститься в навішенні в бромід срібла, одержано 3,76 г  $\text{AgBr}$ . Щільність пари речовини по водню рівна 94. Визначити молекулярну формулу з'єднання.

8. Який об'єм ацетилену ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) можна одержати взаємодією води з 0,8 кг  $\text{CaC}_2$  (карбід кальцію).

9. Яку масу заліза можна одержати з 2 т залізняку, що містить 94 % (мас)  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

10. При розкладанні  $\text{CaCO}_3$  виділилося 11,2 л  $\text{CO}_2$ . Чому рівна маса  $\text{KOH}$ , необхідна для скріплення газу, що виділився, в карбонат?

11. При згоранні 5,0 г металу утворюється 9,44 г оксиду металу. Визначити еквівалентну масу металу.

12. Маса 1 л кисню рівна 1,4 г. Скільки літрів кисню витрачається при згоранні 21 г магнію, еквівалент якого рівний  $1/2$  моля?

13. Визначити еквівалентні маси металу та сірки, якщо 3,24 г металу утворюють 3,48 г оксиду і 3,72 г сульфїду.

14. Обчислити атомну масу двовалентного металу і визначити, який це метал, якщо 8,34 г металу окислюється 0,68 л кисню.

15. 1 г металу з'єднується з 8,89 г бромиду і з 1,78 г сірки. Знайти еквівалентні маси бромиду і металу, знаючи, що еквівалентна маса сірки рівна 16 г/моль.

16. Для розчинення 16,8 г металу було потрібно 14,7 г  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Визначити еквівалентну масу металу та об'єм водню, що виділився.

17. Деяка кількість металу, еквівалентна маса якого рівна 27,9 г/моль, витісняє з кислоти 700 мл водню. Визначити масу металу.

18. На нейтралізацію 2,45 г кислоти йде 2 г  $\text{NaOH}$ . Визначити еквівалентну масу кислоти.

19. На відновлення 1,8 г оксиду металу витрачено 883 мл водню. Обчислити еквівалентні маси оксиду і металу.

20. При взаємодії 5,95 г речовини з 2,75 г хлороводню вийшло 4,4 г солі. Обчислити еквівалентні маси речовини і солі, що утворилися.

21. При  $17^\circ\text{C}$  деяка кількість газу займає об'єм 580 мл. Який об'єм займе цю ж кількість при  $100^\circ\text{C}$ , якщо тиск залишиться незмінним?

22. Тиск газу, що займає об'єм 2,5 л, рівний 121,6 кПа. Чому буде рівний тиск, якщо, не змінюючи температуру, стиснути газ до об'єму в 1 л?

23. На скільки градусів треба нагрівати газ, що знаходиться в закритій судині при  $0^{\circ}\text{C}$ , щоб його тиск збільшився удвічі?

24. При  $27^{\circ}\text{C}$  і тиску 720 мм рт. ст. об'єм газу рівний 5 л. Який об'єм займе ця ж кількість газу при  $39^{\circ}\text{C}$  і тиску 104 кПа?

25. При  $7^{\circ}\text{C}$  тиску газу в закритій судині рівний 96 кПа. Яким стане тиск, якщо охолодити судину  $-33^{\circ}\text{C}$ ?

26. За нормальних умов 1 г повітря займає об'єм 773 мл. Який об'єм займе та ж маса повітря при  $0^{\circ}\text{C}$  і тиску 93,3 кПа?

27. Тиск газу в закритій судині при  $12^{\circ}\text{C}$  рівний 100 кПа. Яким стане тиск газу, якщо нагрівати судину до  $30^{\circ}\text{C}$ ?

28. У сталевому балоні місткістю 12 л знаходиться при  $0^{\circ}\text{C}$  кисню під тиском 15,2 мПа. Який об'єм кисню при н.у. можна одержати з такого балона?

29. При тиску 98,7 кПа і температурі  $91^{\circ}\text{C}$  деяка кількість газу займає об'єм 680 мл. Знайти об'єм газу при н.у.

30. При взаємодії 1,28 г металу з водою виділилося 380 мл водню, зміряного при  $21^{\circ}\text{C}$  і тиску 104,5 кПа. Знайти еквівалентну масу металу.

31. Змішують  $0,04\text{ м}^3$  азоту під тиском 96 кПа з  $0,02\text{ м}^3$  кисню. Загальний об'єм суміші  $0,06\text{ м}^3$ , а загальний тиск 97,6 кПа. Яким був тиск узятого кисню?

32. Газова суміш приготовлена з 2 л водню з тиском 93,3 кПа і 5 л метану ( $\text{CH}_4$ ) з тиском 112 кПа. Знайти парціальний тиск газів і загальний тиск суміші.

33.  $0,604\text{ г}$  двовалентного металу витіснили з кислоти 581 мл водню, зібраного над водою при  $18^{\circ}\text{C}$  і тиску 105,6 кПа. Тиск насиченої пари води складає 2,1 кПа. Знайти відносну атомну масу металу.

34. Чи однакове число молекул в  $0,001\text{ кг H}_2$  і  $0,001\text{ O}_2$  у 1 молі  $\text{H}_2$  і в 1 молі  $\text{O}_2$ , в 1 л  $\text{O}_2$  і в 1 л  $\text{H}_2$  за однакових умов?

35. Який об'єм при н.у. займають  $27 \cdot 10^{21}$  молекул газу?

36. Обчислити масу 2 л  $\text{H}_2$  при  $15^{\circ}\text{C}$  і тиску 100,7 кПа.

37. Визначити об'єм, займаний  $0,07\text{ кг N}_2$  при  $21^{\circ}\text{C}$  і тиску 142 кПа.

38. Бертолетова сіль  $\text{KClO}_3$  при нагріванні розкладається з утворенням  $\text{KCl}$  і  $\text{O}_2$ . Скільки літрів  $\text{O}_2$  при  $0^{\circ}\text{C}$  і тиску 101,3 кПа можна одержати з 1 моля  $\text{KClO}_3$ ?

39. Який об'єм  $\text{H}_2$  при  $17^{\circ}\text{C}$  і тиску 102,4 кПа виділяється при розчиненні  $1,5\text{ кг}$  цинку в соляній кислоті?

40. За однакових умов узяті рівні об'єми  $N_2$  і  $O_2$ . Яке співвідношення мас обох газів?

41. Суміш еквівалентних кількостей водню і кисню знаходиться в закритій судині при температурі вище  $100^{\circ}C$ . Як зміниться тиск у судині, якщо суміш висадити і потім привести вміст судини до первинної температури?

42. Чому рівний атмосферний тиск у горах, якщо при  $0^{\circ}C$  маси 1 л узятого повітря рівна 700 мг?

43. Обчислити молярну масу газу, якщо маса 600 мл рівна 1,714 г.

44. Щільність етилену по кисню рівна 0,875. Визначити молекулярну масу газу.

45. Щільність пари сірки по азоту рівна 9,14. Із скількох атомів складається молекула сірки?

46. Обчислити молярну масу ацетону, якщо маса 500 мл його пари при  $80^{\circ}C$  і тиску 96 кПа рівна 0,93.

47. Судина місткістю 20 л наповнена газом. Щільність газу по повітрю  $D = 0,4$ , тиск 103,3 кПа, температура  $17^{\circ}C$ . Обчислити масу газу.

48. Газоподібний оксид містить 30,4 % азоту. У молекулу оксиду входить 1 атом азоту. Чому рівна щільність газу по кисню?

49. Маса 22,4 л газу при н.у. рівна 2,8 г. Чому рівна молекулярна маса газу?

### **Тема 3. Загальні характеристики розчинів. Роль розчинів і дисперсних систем у біосфері**

1. Що таке розчини і як пояснити їх утворення?
2. Дати характеристику газовим рідким розчинам.
3. У чому сутність теорії розчинів?
4. Що таке концентрація розчинних речовин, як їх виражають?
5. Що таке розчинність речовини, як вона визначається?
6. Що таке критична температура розчинення?
7. Сформулювати закон розподілу. Його практичне використання.
8. Сформулювати закон розчинності газів (Генрі).
9. Який зв'язок між тиском пару розчинів і їхньою концентрацією (закон Рауля)?
10. Як пояснити ефект підвищення (зниження) температури кипіння (змерзання)?

11. У чому полягає явище осмосу? Правило Вант-Гоффа.
12. Що таке електроліти, чим вони відрізняються від неелектролітів?
13. Сформулювати теорію електролітичної дисоціації, у чому їх різниця?
14. Що виражає закон розведення Освальда?
15. Що визначає константа дисоціації і ступінь дисоціації?
16. Дати поняття активності іонів.
17. Що таке іонний добуток води, водневий показник, який їх хімічний вміст?
18. Які реакції обміну відбуваються до кінця?
19. Які розчини називають буферними?
20. Чим молекулярні рівняння різняться від іонних?
21. Що таке гідроліз солі? Які солі піддається гідролізу?
22. Який зв'язок між ступенем гідролізу солі, її концентрацією і константою гідролізу?
23. Які фактори впливають на гідроліз солі?
24. Які характерні ознаки колоїдних розчинів?
25. Порівняйте поняття колоїдного стану з поняттям інших станів речовин.
26. Як класифікують колоїдні розчини?
27. Яка принципова різниця між сегментацією і коагуляцією?
28. Що таке поверхнево-активні речовини і миючі засоби?

## **Модуль 2. Хімічні елементи в біосфері і їх вплив на атмосферу, гідросферу, літосферу**

### **Тема 4. Біогеохімічні цикли. Токсиканти. Стандарти якості навколишнього середовища**

1. Поняття "біогеохімічні цикли".
2. Круговорот хімічних елементів.
3. Круговорот вуглецю.
4. Круговорот азоту.
5. Круговорот фосфору.
6. Круговорот біогенних елементів.
7. Антропогенний круговорот речовин.
8. Ресурсний цикл.
9. Токсиканти навколишнього середовища.



10. Неорганічні токсиканти.
11. Діоксини і поріднені до них сполуки.
12. Фізико-хімічні властивості діоксинів.
13. Стандарти якості НС.
14. Нормування атмосферних забруднень.
15. Нормування забруднень води.
16. Нормування забруднень ґрунту.

### **Тема 5. Екологічна хімія атмосфери. Вплив хімічних елементів і сполук на якість атмосфери**

1. Перерахувати всі можливі джерела, включаючи і природні, появи атмосфери: CO, O<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NO.

2. Описати всі способи окислення SO<sub>2</sub> і SO<sub>3</sub>. Як впливає на навколишнє середовище це окислення?

3. Створення в атмосфері сірчано-кислотних дощів можливо фотохімічним шляхом:



Пояснити можливість вказаних реакцій.

4. Щільний серпанок, що закутує багато промислових районів, є розпилений сульфат амонія. Пояснити його створення.

5. У вихлопних газах автомобіля є NO. Пояснити можливість його утворення, маючи на увазі, що в циліндрі автомобільного двигуна досягається високий тиск і температура близько 2400°C. У які реакції вступає NO в повітрі?

6. Для зменшення вмісту NO у вихлопних газах застосовують каталізатори, які сприяють реакції NO з H<sub>2</sub> або із C. Скласти рівняння реакцій.

7. Під дією атмосферного SO<sub>2</sub> мармур перетворюється на гіпс. Скласти рівняння реакції, що приводить до руйнування мармуру.

8. Чому в кожному аеропорту розміщене оголошення, що забороняє провозити в літаку ртуть у будь-якому вигляді?

### **Завдання для самостійного вирішення**

1. Агрегат з виробництва сірчаної кислоти викидає протягом години в атмосферу 17 м<sup>3</sup> газів SO<sub>2</sub> = 16 %. Визначити масу оксиду сірі (VI), що

викидається в атмосферу за добу, і масу аміачного поглинача (у вигляді  $\text{NH}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ), необхідного для поглинання цього оксиду сірі. Відповідь: 186,5 кг; 102 кг.

2. За рік у біосфері в результаті біологічної фіксації утворюється 92 млн т зв'язаного азоту, втрати його унаслідок денітрифікування складають 82 млн т. Розрахувати, скільки заводів з продуктивністю 1500 т аміаку в добу фактично підміняють біосинтез. Відповідь: 22 заводи.

3. Дерево при максимальній інтенсивності фотосинтезу здатне перетворити на вуглеводи приблизно 50 г вуглекислого газу за добу. Який об'єм кисню (н.у.) виділяє гай з 500 дерев за цей час? Відповідь:  $12,7 \text{ м}^3$ .

4. Розрахувати, яка концентрація  $\text{C}$  в приміщенні, якщо при пропусканні повітря об'ємом 2 л через оксид йоду ( $\text{V}$ ) утворилося 0,036 міліграм йоду. Відповідь:  $3,55 \cdot 10^{-7}$  моль/л.

5. Щорічно в атмосферу виділяється близько 150 млн тонн  $\text{SO}_2$ . Скільки тонн 100 % сірчаної кислоти теоретично можна одержати з цієї кількості діоксиду сірі?

6. Установлено, що в атмосфері великого міста міститься озону 0,26 % (по об'єму). Скільки молекул озону доводиться на кубічний метр такої атмосфери при температурі  $26^\circ\text{C}$  і тиску 760 мм рт. ст.?

7. Після дезінфекції розчином хлорною винищити був проведений аналіз повітря на вміст у ньому хлору. Для цього  $40 \text{ м}^3$  повітря, забрудненого хлором, пропустили через нагрітий розчин йодиду калію, маса якого зменшилася на 73,2 міліграм. Знайти концентрацію хлору в повітрі і визначити, чи небезпечний його вміст для здоров'я людей (ГДК хлору рівно  $1 \text{ мг/м}^3$ ).

8. Припустимо, що в атмосфері промислового міста площею  $580 \text{ км}^2$  концентрація  $\text{SO}_2$  рівна  $6 \text{ мг/м}^3$  і що сірчистий газ рівномірно розподілений в атмосфері до висоти 1200 м. Яка сумарна маса сірчистого газу в атмосфері при тиску 740 мм рт. ст. і температурі  $24^\circ\text{C}$ ?

9. Вміст чадного газу у відпрацьованих газах автомашини "Жигулі" не повинен перевищувати 4,5 % за об'ємом. Чи відповідає режим роботи двигуна вказаній нормі, якщо при пропусканні 25 л вихлопних газів (що містять за об'ємом  $\text{CO}_2$  удвічі більше, чим  $\text{C}$ ) через 18,5 мл 10 % розчину гідроксиду натрію відбулося повне насичення розчину?

10. Аерокосмічні кораблі багаторазового використання небезпечні для озонового шару. При запуску одного такого корабля ракетні прискорювачі на висотах до 50 км викидають в атмосферу 187 тонн хлору.

1 молекула хлору здатна знищити  $110^5$  молекул озону. Взаємодія протікає по реакціях:  $\text{Cl}_2 + 2 \text{O}_3 = 2 \text{ClO} + 2 \text{O}_2$ ;  $2 \text{ClO} + 2 \text{O} = \text{Cl}_2 + 2 \text{O}_2$ .

Розрахувати, скільки тонн озону знищить такий викид хлору, якщо врахувати, що в реакціях бере участь весь хлор. Відповідь: 12643200 тонн озону.

11. Космічний корабель викидає в атмосферу 7 тонн оксидів азоту. 1 молекула оксиду азоту знищує 10 молекул озону. Взаємодія йде по реакціях:  $\text{NO} + \text{O}_3 = \text{NO}_2 + \text{O}_2$ ;  $\text{NO}_2 + \text{O} = \text{NO} + \text{O}_2$ .

Розрахувати, скільки тонн озону знищить такий викид оксидів азоту, якщо в реакціях бере участь уся викинута кораблем речовина. Відповідь: 111,84 тонни озону.

12. Теплоелектростанція працює на кам'яному вугіллі, що містить 0,5 % сірі і 6,5 % домішок, що не згорають. Екологи визначили, що над станцією середньодобовий об'єм хмарності складає 20 куб. км, а вміст сірчистої кислоти у хмарах –  $0,256 \text{ мг/м}^3$ . Вважаючи станцію єдиним забруднювачем атмосфери, визначити, скільки тонн шлаків вивозиться з неї на звалище щодня. Відповідь: 26 тонн.

13. Один із способів отримання міді з руди, що містить мідь у вигляді  $\text{Cu}_2\text{S}$ , полягає в наступному: руду спочатку обпалюють у струмі повітря, а потім обпалену руду змішують з удвічі меншою кількістю необпаленої руди і одержану суміш прожарюють без доступу повітря. Написати рівняння реакцій і розрахувати кількість  $\text{SO}_2$ , що поступив в атмосферу, якщо спочатку обпалюють 1 тону  $\text{Cu}_2\text{S}$ . Повітря після отримання міді не очищають. Відповідь: 0,4 тонни  $\text{SO}_2$ .

14. Газові викиди хімічних виробництв (нафтопереробка) можуть містити значні кількості сірководня. Для запобігання забрудненню, що оточує середовище, викиди залучають у Клаус-процес: їх змішують з повітрям або (киснем) і пропускають через нагрітий каталізатор  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ . Після охолодження газу можна безпечно випускати в атмосферу.

1. Розрахувати витрату кисню ( $\text{м}^3/\text{с}$ ), необхідного для проведення процесу, якщо викидається  $1,5 \text{ м}^3/\text{с}$  газів з 10 % об'ємним вмістом сірководню.

2. Визначити, яка кількість тепла може бути додатково проведена на комбінаті протягом доби за рахунок Клаус-процесу, якщо в результаті реакції виділяється  $23,65 \text{ кДж}$  на 1 л витраченого кисню. Відповідь:  $0,075 \text{ м}^3/\text{с}$ ,  $1,53 : 108 \text{ кДж}$ , 18,5 тонн сірі.

15. Внесений до лабораторії папір, просочений ацетатом свинцю ("свинцевопапір"), через деякий час чорніє. Про наявність якого газу в лабораторії це свідчить? Чому срібні і мідні предмети на повітрі чорніють? Написати відповідні рівняння реакцій.

16. Гранично допустима концентрація сірководню в атмосфері промислових будівель складає 10 міліграм  $\text{H}_2\text{S}$  на  $1 \text{ м}^3$  повітря при  $20^\circ\text{C}$ . Який спосіб виразу складу газового розчину заданий цим значенням? Розрахувати гранично допустиму масову частку (%) сірководню в повітрі ( $M = 29,08 \text{ г/моль}$ ) при нормальному атмосферному тиску.

17. Запропонувати хімічне пояснення надзвичайно високої отруйності монооксиду вуглецю, що дало право називати його чадним газом. Розрахувати відношення числа молекул  $\text{O}_2$  до молекул  $\text{C}$  при вдиханні 1 л повітря з гранично допустимою концентрацією  $\text{C}$ , рівною  $0,03 \text{ мг/л}$ . Об'ємна частка кисню в повітрі складає  $20,95 \%$ .

18. Для визначення вмісту метилхлориду  $\text{CH}_3\text{Cl}$  ( $M = 50,49 \text{ г/моль}$ ) в повітрі через поглинювальну склянку з етиловим спиртом пропустили пробу об'ємом  $2,0 \text{ л}$ , потім в одержаному розчині провели лужний гідроліз і хлорид-іони, що виділилися, обложили у вигляді  $\text{AgCl}$  додаванням  $20,00 \text{ мл } 0,05 \text{ M AgNO}_3$  ( $K = 1,085$ ). На титрування надлишку срібла було витрачено  $15,50 \text{ мл } 0,05 \text{ M NH}_4\text{SCN}$  ( $K = 0,9815$ ). Обчислити концентрацію (г/л)  $\text{CH}_3\text{Cl}$  в повітрі. Відповідь:  $0,008188 \text{ г/л}$ .

19. При аналізі на вміст аерозолю сірчаної кислоти в атмосферному повітрі були одержані наступні дані: швидкість аспірації повітря  $6 \text{ л/хв.}$ , час аспірації –  $15 \text{ хвилин}$ , вміст сірчаної кислоти в пробі –  $40 \text{ мкг}$ . Умови відбору проб: фільтри АФА ХА, електроаспіратор, температура –  $20^\circ\text{C}$ , тиск  $769 \text{ мм рт. ст.}$  Визначити концентрацію аерозолю сірчаної кислоти в досліджуваному повітрі. ГДК туману сірчаної кислоти –  $1 \text{ мг/м}^3$ . Відповідь:  $0,47 \text{ мг/м}^3$ .

20. Для визначення максимальної разової концентрації аміаку досліджуване повітря із швидкістю  $1 \text{ л/хв.}$  протягом  $30 \text{ хв.}$  протягують через поглинювальний прилад, що містить  $6 \text{ мл } 0,02 \text{ н}$  сірчаної кислоти. Після проведення аналітичною реакції по калібрувальному графіку концентрація аміаку в пробі склала  $0,8 \text{ мкг}$ .

Розрахувати максимальну разову концентрацію аміаку в досліджуваному повітрі, якщо відбір проби проводився при  $25^\circ\text{C}$  і тиску  $770 \text{ мм рт. ст.}$  Відповідь:  $0,0285 \text{ мг/м}^3$ .

21. Для визначення разової концентрації діоксиду азоту досліджуване повітря з швидкістю 0,3 л/хв. протягом 35 хв. протягують через поглинювальний прилад з пористою пластинкою, що містить 5 мл поглинювального розчину (реактив Грісса – Ілосвая). Результати аналізу показали, що в пробі вміст діоксиду азоту склав 1,5 мкг. Розрахувати разову концентрацію діоксиду азоту в досліджуваному повітрі, якщо відбір проби проводився при 15°C і тиску 100 кПа. Відповідь: 0,152 мг/м<sup>3</sup>.

22. При аналізі повітря на вміст озону використовувалася реакція взаємодії його з іонами двовалентного заліза в кислому середовищі. Досліджуване повітря аспирирувалося протягом 40 хвилин із швидкістю 0,5 л/год. Еквівалентний вміст озону в пробі склав 2,82 мкг. Розрахувати концентрацію озону в досліджуваному повітрі, якщо відбір проби проводився при 18°C і тиску 105,6 Кпа. Відповідь: 8,81 мг/м<sup>3</sup>.

23. Визначення оксиду вуглецю в атмосферному повітрі засновано на відновленні оксидом вуглецю аміачних розчинів оксиду срібла і подальшому колориметричному визначенні забарвлених розчинів. При аналізі проби повітря одержані наступні дані: вміст СО склав 0,75 міліграм; швидкість відбору проби – 0,5 л/хв.; час аспірації – 12 хв.; температура повітря – 19,5°C; атмосферний тиск – 745 мм рт. ст. Розрахувати ступінь забрудненості повітря, якщо ГДК для СО 20 мг/м<sup>3</sup>. Відповідь: 0,13 мг/м<sup>3</sup>.

24. При аналізі повітря на вміст діоксиду хлору використовується метод, заснований на реакції з іодидом калію в нейтральному середовищі. Гранично допустима концентрація діоксиду хлору в повітрі 0,1 мг/м<sup>3</sup>. Відбір проби повітря проводився протягом 20 хвилин із швидкістю 0,5 л/хв. при температурі 22°C і атмосферному тиску 765 мм рт. ст. Вміст діоксиду хлору в пробі склав 3,8 мкг. Визначити ступінь забруднення повітря. Відповідь: 0,41 мг/м<sup>3</sup>.

25. Аналіз проб повітря на вміст фтору проводиться по реакції з метиловим червоним. ГДК фтору в повітрі 0,15 мг/м<sup>3</sup>. Проба атмосферного повітря протягувалася через поглинювальний прилад із швидкістю 10 л/год. Ослаблення забарвлення поглинювального розчину відбулося через 5 хвилин. Вміст фтору в пробі склав 3,8 мкг. Визначити ступінь забрудненості повітря, якщо відбір проб проводився при температурі 20°C і тиску 98,5 кПа. Відповідь: 5,06 мг/м<sup>3</sup>.

26. Визначення пари й аерозолі хлориду ртуті (П) засновано на поглинанні аерозолі сулеми з повітря паперовим фільтром і паром води. ГДК сулеми в повітрі 0,1 мг/м<sup>3</sup>. 25 л повітря із швидкістю 0,5 л/хв. протя-

гують через патрон з фільтром і послідовно приєднаний до нього поглинувальний прилад з 5 мл води. Вміст сулеми в пробі повітря склав 3,5 мкг. Визначити ступінь забрудненості повітря, якщо відбір проб проводився при температурі 21°C і тиску 104,5 кПа. Відповідь: 0,146 мг/м<sup>3</sup>.

27. Визначення тетраетилсвинцю в атмосферному повітрі засновано на реакції з дитизоном. ГДК тетраетилсвинцю в повітрі 0,005 мг/м<sup>3</sup>. Досліджуване повітря із швидкістю 3 л/хв. протягом 2 годин протягують через поглиначі для киплячого шару. Вміст свинцю в пробі склав 4 мкг. Коефіцієнт перерахунку свинцю на тетраетилсвинець рівний 1,56. Визначити забрудненість повітря тетраетилсвинцем, якщо відбір проб проводився при температурі 17°C і тиску 766 мм рт. ст. Відповідь: 0,018 мг/м<sup>3</sup>.

28. При аналізі атмосферного повітря на вміст кадмію відбір проб проводився при температурі 23°C і тиску 99 кПа. Досліджуване повітря протягували зі швидкістю 10 л/хв. протягом 3 хвилин через укріплений в патроні перхлорвініловий фільтр. Аналіз заснований на здатності іодидного комплексного аніона кадмію давати малорозчинні з'єднання з трифенілтетразолийхлоридом. Концентрація кадмію в пробі склала 7,0 мкг. Визначити забрудненість повітря кадмієм, якщо ГДК кадмію в повітрі складає 0,1 мг/м<sup>3</sup>. Відповідь: 0,259 мг/м<sup>3</sup>.

29. Метод визначення телуру в атмосферному повітрі заснований на утворенні комплексу телуру з фарбником родамином С, екстрагуванні його сумішшю бензолу і ефіру з подальшим фотометричним визначенням. ГДК телуру в повітрі 0,01 мг/м<sup>3</sup>. Досліджуване повітря із швидкістю 15 л/хв. протягом 15 хвилин протягували через укріплений у патроні фільтр АФА-13-18. Вміст телуру, визначений по градувальній кривій, склав 5,0 мкг. Визначити забрудненість повітря телуром, якщо відбір проб проводився при температурі 16°C і тиску 730 мм рт. ст. Відповідь: 0,024 мг/м<sup>3</sup>.

30. ГДК селену в повітрі складає 2 мг/м<sup>3</sup>. Метод заснований на реакції селену (IV) з 3,3'-діамінобензидином, екстрагуванні жовтого комплексу, що утворюється, монопіазоселену і вимірюванні оптичної щільності екстракту. Досліджуване повітря зі швидкістю 20 л/хв. протягом 25 хвилин протягують за допомогою автомобільного аспіратора через укріплений у патроні фільтр АФА-В-18. Вміст селену, визначений по градувальному графіку, склав 1,7 мкг. Розрахувати концентрацію селену в досліджуваному повітрі, якщо відбір проб проводився при температурі 20,5°C і тиску 753 мм рт. ст. Відповідь: 0,0037 мг/м<sup>3</sup>.

## **Тема 6. Екологічна хімія гідросфери. Вплив хімічних елементів і сполук на якість води**

1. Визначення вмісту нітриту у воді.
2. Перманганатна окислюваність води. Методика визначення.
3. Хімічне споживання кисню (біхроматна окислюваність). Методика визначення.
4. Біохімічне споживання кисню. Методика визначення.
5. Визначення вмісту розчиненого кисню.
6. Лужність води. Методика визначення.
7. Кислотність води. Методика визначення.
8. Зважені речовини. Визначення у воді.
9. Підготовка проб води до аналізу.
10. Визначення запаху води.
11. Визначення кольоровості води.
12. Визначення прозорості води.
13. Правила і методи відбору проб води.
14. Способи консервації проб води.

### **Завдання для самостійного вирішення**

1. Визначити добову витрату хлору на хлорування води в місті з мільйоном жителів, якщо прийняти, що витрата води на людину – 350 л, а норма витрати хлору 10–4 г/л. Відповідь: 70 кг.

2. Яка мінімальна сумарна маса кожного з перерахованих металів, які можуть щодня проходити через міську мережу водопостачання потужністю 107 л день, якщо концентрація цих металів не повинна перевищувати: цинку – 5 мг/л, кадмію – 0,01 мг/л, марганцю – 0,05 мг/л, міді – 1 мг/л. Відповідь: 50; 0,1; 0,5; 10 кг.

3. Скільки л морської води потрібно обробити, щоб одержати 108 кг бромиду, якщо концентрація бромиду 0,67 г/кг або  $10^{-4}$  моль/л. Відповідь: 1013 л.

4. Кислотні дощі потрапляють у ґрунт і руйнують нерозчинні з'єднання металів, наприклад оксиди. Таким чином, важкі метали в надмірних кількостях потрапляють у воду, а потім у кров тварин і людини, викликаючи різні захворювання і масову загибель риби. До складу глини входить 10–40 % оксиду алюмінію. Яка кількість алюмінію опиниться у

воді, якщо разом з осіданнями випало 10 т сірчаної кислоти. Відповідь: 1,837 тонн.

5. У прісній воді, призначеній для водопостачання, концентрація іонів кальцію складає 10,3 моль/л, а концентрація бікарбонат-іона рівна 10,3 моль/л. Які кількості гідроксиду кальцію і карбонату натрію необхідні для зниження рівня вмісту іонів кальцію в чотири рази, якщо потрібно підготувати 107 л води. Відповідь: 583 і 240,5 кг.

6. Вміст фосфору в морській воді складає 0,07 г фосфору на 106 г води. Якщо весь цей фосфор знаходиться у вигляді фосфат-іона, то які будуть молярні концентрації фосфату? Відповідь: 2,3; 10,6 моль/л.

7. Згідно з наявними оцінками, всі річки світу щорічно приносять у світовий океан  $4 \cdot 10^{15}$  г розчинених солей. Яку частку у % по масі складає це щорічне надходження від повної кількості солей, розчинених в океані? Об'єм води світового океану – 1,35 млрд км<sup>3</sup>, солоність води світового океану – 35 г/кг, тобто 3,5 %. Щільність морської води прийняти 1 кг/м<sup>3</sup>. Відповідь: 0,00846 %.

8. В акваріум місткістю 20 л помістили 100 г натрієвої селітри (щ = 80 %). Скільки часу є у запасі, щоб дістати нову, придатну для вмісту золотих рибок воду, якщо відомо, що при концентрації нітрат-іонів 6 г/л рибки гинуть – через 6,5 годин, при концентрації 5 г/л – через 37 годин, при 4 г/л – через 80 годин. Відповідь: 4 г/л.

9. У воді содового джерела об'ємом 1 л міститься 0,1 моль гідрокарбонат-іонів. Розрахувати, скільки моль натрій-іонів міститься в стакані такої води місткістю 200 мл. Якої фізіологічної дії на організм може надати така вода? Відповідь: 0,02 моль/л.

10. Фтор надходить в організм людини з продуктами харчування і водою. У деяких районах вміст фтористих солей у питній воді в перерахунку на фторид натрію складає 2 мг/л. Вважаючи, що людина в середньому споживає в добу 2 л води, обчислити, скільки фтору вводиться щодня в організм людини? Написати рівняння дисоціації фториду натрію і вказати, в якому вигляді фтор надходить в організм. До чого може привести надлишок фтору в організмі? Відповідь: 1,8 міліграм.

11. ГДК заліза у воді 0,3 мг/л. Вміст заліза перевищений у 4 рази. Це приводить до підвищення захворюваності шлунково-кишкового тракту, ішемічної хвороби серця. Запропонувати способи знешкодження, враховуючи, що в даній області іони заліза знаходяться у вигляді гідрокарбонату заліза (II), який може перейти в осад – гідроксид заліза (Ш). На-



писати рівняння реакцій цього переходу ( $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2 > \text{Fe}(\text{OH})_2 > \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 > \text{Fe}(\text{OH})_3$ ).

12. Для визначення вмісту сульфат-іонів у воді мінерального джерела до 150,0 мл її додали 25,00 мл 0,1 М розчину хлориду барію. Не фільтруючи осідань сульфату барію, додали до суміші амонійний буфер, що містить комплексонат магнію, і відтитрували 14,00 мл 0,01 М ЕДТА. Обчислити концентрацію сульфат-іонів (мг/л). Відповідь: 67,16 мг/л.

13. Визначити молярну концентрацію хлору у воді, якщо для його видалення з води об'ємом 1 м<sup>3</sup> було потрібно розчин тіосульфату натрію об'ємом 500 мл ( $C = 0,1$  моль/л). Відповідь: 4 моль/л.

14. Гідроксид магнію одержують з морської води шляхом осадження іонів магнію вапняним молоком. Скільки кубометрів води потрібно переробити, щоб одержати 1 т гідроксиду магнію, якщо загальна мінералізація морської води складає 35 г/л, причому вміст магнію у вигляді хлориду складає 9,44 %? Відповідь: 495,7 м<sup>3</sup>.

15. Для визначення кисню, розчиненого у воді, узяли дві проби в склянки місткістю 500 мл. У першу склянку (робочий дослід) ввели 1,00 мл  $\text{MnCl}_2$  і 3,00 мл лужного розчину іодид-іодатної суміші; у другу (контрольний дослід) – 1,00 мл  $\text{MnCl}_2$ , 3,00 мл  $\text{KI} + \text{KIO}_3 + \text{KOH}$  і 5,00 мл  $\text{HCl}$  (пл. 1,19 г/мл). Після відповідної обробки з кожної склянки відібрали по 100 мл розчину. На титрування йоду в 100 мл розчину було витрачено 10,25 мл в робочому досліді і 2,20 мл 0,01 н розчину тіосульфату натрію в контрольному досліді ( $K = 1,1440$ ). Обчислити вміст кисню, розчиненого у воді, в мг/л за нормальних умов. Відповідь: 7,41 мг/л.

16. Для визначення кисню, розчиненого у воді, узяли дві проби. У першу склянку місткістю 200 мл (робочий дослід) ввели 1,00 мл  $\text{MnCl}_2$  і 3,00 мл лужного розчину іодид-іодатної суміші; у другу, місткістю 180 мл, (контрольний дослід) – 1,00 мл  $\text{MnCl}_2$ , 3,00 мл  $\text{KI} + \text{KIO}_3 + \text{KOH}$  і 5,00 мл  $\text{HCl}$  (пл. 1,19 г/мл). Після відповідних операцій на титрування йоду в робочому досвіді витрачено 8,76 мл і 1,40 мл розчину тіосульфату натрію в контрольному досліді  $T(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,0002600$  г/мл. Обчислити вміст кисню, розчиненого у воді, в мг/л за нормальних умов. Відповідь: 9,75 мг/л.

17. Для визначення кисню, розчиненого у воді, узяли дві проби в склянки місткістю 330,0 мл (робочий дослід) і 340,0 мл (контрольний дослід). У першу склянку ввели 1,00 мл  $\text{MnCl}_2$  і 3,00 мл лужного розчину іодид-іодатної суміші; у другу – 1,00 мл  $\text{MnCl}_2$ , 3,00 мл  $\text{KI} + \text{KIO}_3 + \text{KOH}$  і 5,00 мл  $\text{HCl}$  (пл. 1,19 г/мл). Після відповідних операцій на титрування йо-

ду в робочому досвіді витрачено 8,40 мл 0,1 н розчину тіосульфату натрію ( $K = 0,7810$ ), а на титрування йоду в контрольному досліді – 4,25 мл того ж розчину. Обчислити вміст кисню, розчиненого у воді, в мг/л при нормальних умовах. Відповідь: 9,96 мг/л.

18. Для визначення кисню, розчиненого у воді, узяли дві проби в склянки місткістю 295,2 мл (робочий дослід) і 250,0 мл (контрольний дослід). У першу склянку ввели 1,00 мл  $MnCl_2$  і 3,00 мл лужного розчину іодид-іодатної суміші; у другу (контрольний дослід) – 1,00 мл  $MnCl_2$ , 3,00 мл  $KI + KIO_3 + KOH$  і 5,00 мл  $HCl$  (пл. 1,19 г/мл). Після відповідної обробки на титрування йоду в робочому досліді витрачено 6,20 мл розчину тіосульфату натрію  $T(Na_2S_2O_3) = 0,01581$  г/мл, а на титрування йоду в контрольному досліді – 2,80 мл того ж розчину. Обчислити вміст кисню, розчиненого у воді, в мг/л за нормальних умов. Відповідь: 7,76 мг/л.

19. Для визначення кисню, розчиненого у воді, узяли дві проби в склянки місткістю 315,0 мл (робочий дослід) і 290,0 мл (контрольний дослід). У першу склянку ввели 1,00 мл  $MnCl_2$  і 3,00 мл лужного розчину іодид-іодатної суміші; у другу (контрольний дослід) – 1,00 мл  $MnCl_2$ , 3,00 мл  $KI + KIO_3 + KOH$  і 5,00 мл  $HCl$  (пл. 1,19 г/мл). Після відповідної обробки на титрування йоду в робочому досвіді витрачено 15,40 мл розчину тіосульфату натрію  $T(Na_2S_2O_3/Fe) = 0,002234$  г/мл, а на титрування йоду в контрольному досліді – 3,60 мл того ж розчину. Обчислити вміст кисню, розчиненого у воді, в мг/л за нормальних умов. Відповідь: 11,75 мг/л.

20. Для визначення сульфат-іонів пробу води обробили катіонітом. На титрування 100 мл одержаної води після відповідної обробки було витрачено 12,20 мл 0,1 н розчину нітрату свинцю. Обчислити вміст сульфат-іонів у мг/л аналізованої води. Відповідь: 519,7 мг/л.

21. Для визначення сульфат-іонів пробу води обробили катіонітом. На титрування 200 мл води після відповідної обробки було витрачено 15,40 мл 0,05 н розчину нітрату свинцю. Обчислити вміст сульфат-іонів у мг/л аналізованої води. Відповідь: 230,2 мг/л.

22. При визначенні вільного діоксиду вуглецю на титрування 200 мл води було витрачено 1,80 мл 0,01 н. розчину, який визначає наявність фенолфталеїну. Обчислити вміст  $CO_2$  в аналізованій пробі в мг/л. Відповідь: 2,18 мг/л.

23. На титрування 200 мл води у присутності фенолфталеїну витрачено 2,20 мл розчину їдкого натра ( $T_{NaOH} = 0,0003628$  г/мл). Скільки міліграм вільного діоксиду вуглецю містилося в 1 л аналізованої води? Відповідь: 1,99 мг/л.

24. Для визначення заліза у воді колориметричним методом у дві мірні колби місткістю 25,00 мл увели в першу 6,00 мл і в другу 9,00 мл стандартного розчину залоза ( $T_{Fe} = 0,0100$  г/мл), у третю колбу – 20 мл випробовуваного розчину. Після додавання відповідних реактивів були визначені оптична щільність розчинів на фотоелектроколориметрі:  $A_1 = 0,33$ ;  $A_2 = 0,63$ ;  $A_3 = 0,51$ . Обчислити вміст заліза аналізованій воді в мг/л. Відповідь: 3,9 мг/л.

25. На титрування 200 мл води було витрачено 2,25 мл 0,1 н розчину  $KMnO_4$  ( $K = 0,8466$ ). Обчислити окислюваність води і зробити висновок про забруднення її відновниками, якщо норма окислюваності по кисню 7,6 мг/л. Відповідь: 7,62 мг/л.

26. На титрування 100 мл води було витрачено 2,80 мл 0,1 н розчину  $KMnO_4$  ( $K = 0,9450$ ). Обчислити окислюваність води і зробити висновок про забруднення її відновниками, якщо норма окислюваності по кисню 21,2 мг/л. Відповідь: 21,16 мг/л.

27. На титрування 200 мл води було витрачено 2,40 мл розчину  $KMnO_4$  ( $T_{KMnO_4} = 0,0008240$  г/мл). Обчислити окислюваність води і зробити висновок про забруднення її відновниками, якщо норма окислюваності по кисню 5,5 мг/л. Відповідь: 9,89 мг/л.

28. Вода містить 3,32 мг-екв/л карбонатної жорсткості, 6,52 мг-екв/л загальною жорсткості, 1,56 мг-екв/л магнію і 11,0 мг-екв/л вільного діоксиду вуглецю. Скільки міліграм  $CaO$  і  $Na_2CO_3$  для пробного зм'якшування 1 л води содово-вапняним методом. Відповідь: 165 міліграм; 196 міліграм.

## **Тема 7. Екологічна хімія літосфери. Вплив хімічних елементів і сполук на якість ґрунту**

1. Особливості хімічного складу ґрунту.
2. Основні елементи живлення рослин і їх вміст у ґрунті.
3. Склад ґрунту.
4. Органічні і неорганічні ґрунти.
5. Класифікація хімічних сполук ґрунту по розчинності.
6. Методи підготовки ґрунту до аналізу.
7. Водна витяжка з ґрунту.
8. Визначення вмісту кальцію і магнію у водній витяжці з ґрунту.
9. Визначення кислотності ґрунту.
10. Визначення вмісту сульфат-іонів у водній витяжці з ґрунту.

11. Витяжки з ґрунту: водні, сольові і лужні, їх застосування.
12. Рухливість хімічних елементів у ґрунті.
13. Визначення карбонат- і бікарбонат-іонів у водній витяжці з ґрунту.
14. Ґрунтове повітря і ґрунтова вода.

### Завдання для самостійного вирішення

1. Для аналізу ґрунту потрібно приготувати 500 мл 20 % розчину соляної кислоти. Скільки мл 35 % розчину HCl потрібно узяти, щоб приготувати необхідний розчин? Яка нормальність розчину HCl, одержаного після розбавлення розчину? Відповідь: 2,67 мл; 6 н.

2. Для визначення заліза повітряно-сухе навішення глини 0,8644 г після відповідної обробки переведене в розчин і поміщене в мірну колбу місткістю 250 мл. У 100 мл одержаного розчину залізо відновлене до  $Fe^{2+}$  і на титрування витрачено 9,5 мл 0,01 н розчину  $KMnO_4$  ( $K = 1,1140$ ). Розрахувати процентний вміст  $Fe_2O_3$  в сухій пробі, якщо аналітична волога складає 1,85 %. Відповідь: 2,49 %.

3. З повітряно-сухого навішення глини 0,9215 г після відповідної обробки одержано осад полуторних оксидів 0,2671 г і  $SiO_2$  0,4596 р. Обчислити процентний вміст  $SiO_2$  і  $Fe_2O_3$  в сухому зразку, якщо вміст води складає 2,45 %. Відповідь: 51,13 і 29,72 %.

4. Для визначення кремнієвої кислоти проба глини 0,8793 г після сплаву переведена в розчин. Розчин випарений, а кремнієва кислота, що утворилася, відфільтрована і прожарена в платиновому тиглі. Маса тигля з осадом 7,7820 г. Для отримання точніших результатів осідань оброблений плавиковою кислотою і знов прожарений. Маса тигля із залишками склала 7,0930 г. Обчислити процентний вміст оксиду кремнію в зразку в перерахунку на суху пробу, якщо аналітична волога складає 2,36 %. Відповідь: 80,26 %.

5. Для аналізу нітрату калію узято навішення 0,2800 г. При розкладанні її в нітрометрі виділилося 65,20 мл оксиду азоту при температурі  $18,0^\circ C$  і тиску 738 мм рт. ст. Визначити процентний вміст нітрату калію в зразку калійної селітри. Відповідь: 95,96 %.

6. Для аналізу нітриту калію узято навішення 0,2512 г. При розкладанні її в нітрометрі виділилося 58,40 мл оксиду азоту при температурі  $22^\circ C$  і барометричному тиску 752 мм рт. ст. Визначити процентний вміст нітрату калію в зразку калійної селітри. Відповідь: 80,72 %.

7. Для визначення азоту, за К'едалем, навішене добриво 0,9258 г обробили сірчаною кислотою і після повного розкладання розчин нейтралізували лугом. Аміак відігнали в колбу, що містить 40,00 мл розчину сірчаної кислоти ( $T = 0,02296$  г/мл). На титрування надлишку кислоти витрачено 28,20 мл розчину гідроксиду натрію ( $K = 1,2200$  до 0,2 н.). Розрахувати процентний вміст азоту в зразку. Відповідь: 17,92 %.

8. Для визначення фтору в добриві навішення апатиту 1,7580 г обробили сірчаною кислотою у присутності кварцевого піску і провели відгін одержаною кремнієвофтористоводневою кислотою в розчин, що містить хлорид калію. Одержаний розчин нейтралізували їдким натром до рН 3,4, а на титрування в присутності фенолфталеїну витрачено 19,70 мл 0,1 н. розчину їдкого натра ( $K = 0,8790$ ). У присутності фенолфталеїну протікає реакція:  $K_2SiF_6 + 4 NaOH = 2 KF + 4 NaF + SiO_2 + H_2O$ . Розрахувати процентний вміст фтору в зразку. Відповідь: 2,93 %.

9. Для визначення амонійного азоту навішення добрива масою 2,635 г розчинили в мірній колбі місткістю 250 мл. До 25,00 мл одержаного розчину додали формальдегід, кислоту відтитрували, що виділилася, 18,72 мл розчину NaOH ( $T_{(NaOH)} = 0,003987$ ). На титрування формальдегіду витратили 0,5 мл NaOH. Обчислити масову частку азоту в добриві (у %). Відповідь: 9,65 %.

10. Навішення добрива масою 4,026 г розклали дією мінеральної кислоти і об'єм розчину довели до 250,0 мл. Пробу 50,00 мл фільтрату після видалення нерозчинного залишку нейтралізували NaOH до появи мути, додали ацетатний буферний розчин до рН 4,6 і довели до об'єму 250,0 мл. Для визначення кальцію пробу 25,00 мл одержаного розчину відтитрували 10,02 мл 0,051 М ЕДТА з флуорексоном. На титрування такої проби розчину з хром темно-синім для визначення сумарного вмісту кальцію і магнію витратив 18,14 мл того ж розчину ЕДТА. Обчислити масові частки (%) CaO і MgO в добриві. Відповідь: 35,75 % CaO; 20,80 % MgO.

11. З навішення суперфосфату, що містить 14,50 % вологи, масою 0,5302 г, одержали 0,3240 г  $Mg_2P_2O_7$ . Обчислити масову частку (%)  $P_2O_5$  у вологому і сухому суперфосфаті. Відповідь: 38,98 %; 45,59 %.

12. У зразку місячного ґрунту знайдено мінерал, який містить 16,2 % кальцію, 22,5 % заліза, 22,6 % кремнію та 37,8 % кисню. Розрахувати емпіричну формулу мінералу. Відповідь:  $CaFeSi_2O_6$ .

13. У силікатній породі масою 1,000 г одержали 0,1015 г суміші NaCl і KCl. З цієї суміші одержали 0,2040 г  $K_2PtCl_6$ . Розрахувати масові частки (%)  $Na_2O$  та  $K_2O$  у силікаті. Відповідь: 2,06 %; 3,95 %.

14. У силікатній породі масою 1,500 г одержали 0,1322 г суміші NaCl і KCl. З цієї суміші осадили 0,1022 г  $KClO_4$ . Розрахувати масові частки (%)  $Na_2O$  та  $K_2O$  у силікаті. Відповідь: 2,73 %; 2,32 %.

15. Для аналізу зразка торфу взяли навішення 1,6340 г, з якої після прожарювання до постійної маси одержали 0,4102 г золи. Яка зольність зразка? Відповідь: 25,10 %.

16. При вираженні аміаку в зразку органічного добрива його осадили платинохлористоводневою кислотою і одержаний осадок прокалили до повного розпаду і зважили. Скільки процентів аміаку містив зразок, якщо навішення було 0,1128 г, а маса прожарюваного осаду 0,0984 г? Відповідь: 15,22 %.

## 8. Методики активізації процесу навчання

Під час викладання навчальної дисципліни "Екохімія" для активізації навчально-пізнавальної діяльності студентів передбачено застосування таких методик активізації, як проблемні лекції, мозкові атаки.

Тема 1. Теоретичні основи екохімії. Основні поняття і визначення. Проблемна лекція з питань "Екологія та нормативно-правове забезпечення охорони навколишнього середовища".

Тема 2. Основні закони і поняття хімії, які пояснюють хімічні перетворення в біосфері. Проблемна лекція та дискусія з питання "Періодичний закон та періодична система, їх значення".

Тема 3. Загальні характеристики розчинів. Роль розчинів і дисперсних систем у біосфері. Проблемна лекція та дискусія "Розчини та дисперсні системи в біосфері".

Тема 4. Біогеохімічні цикли. Токсиканти. Стандарти якості навколишнього середовища. Проблемна лекція з питань "Вплив шкідливих речовин на організм людини".

Тема 5. Екологічна хімія атмосфери. Вплив хімічних елементів і сполук на якість атмосфери. Проблемна лекція з питань "Вплив шкідливих речовин на якість атмосфери".

Тема 6. Екологічна хімія гідросфери. Вплив хімічних елементів і сполук на якість води. Проблемна лекція з питань "Джерела забруднення гідросфери".

Тема 7. Екологічна хімія літосфери. Вплив хімічних елементів і сполук на якість ґрунту. Мозкова атака з питань "Джерела забруднення ґрунту".

Проблемні лекції спрямовані на розвиток логічного мислення студентів. Коло питань теми обмежується двома – трьома ключовими моментами використовується досвід закордонних навчальних закладів з роздачею студентам під час лекцій друкованого матеріалу та виділенням головних висновків з питань, що розглядаються. При читанні лекцій студентам даються питання для самостійного розмірковування, на які лектор відповідає сам, не чекаючи відповідей студентів

Мозкові атаки – метод розв'язання невідкладних завдань, сутність якого полягає в тому, щоб висловити якомога більшу кількість ідей за дуже обмежений проміжок часу, обговорити і здійснити їх селекцію.

## **9. Система поточного та підсумкового контролю знань студентів**

Поточно-модульний контроль здійснюється за двома складовими – практичний та лекційний модульний контроль. Оцінка за практичну складову виставляється за результатами оцінювання знань студентів перевіркою кількома методами: поточний контроль, зв'язаний з опитуванням студентів за темами лекцій; під час виконання лабораторних робіт, що складається з опитування студентів, з методики виконання та теоретичного матеріалу; в оцінюванні практичного виконання; в оцінюванні оформлення результатів лабораторних робіт; оцінок за контрольні роботи.

Лекційний модульний контроль оцінюється в письмовій формі за відповідними білетами, до змісту яких включено питання всіх тем модуля. Теоретична частина завдання модуля містить або теоретичне запитання, або тестові завдання закритої та відкритої форм. Відповіді студентів оцінюються за дванадцятибальною шкалою згідно з кваліфікаційними вимогами до бакалаврів напряму підготовки "Комп'ютерні науки".

Кожен білет ПМК з навчальної дисципліни "Екохімія" за два навчальних модулі включає чотири завдання практично-теоретичної спрямо-

ванності, що розрізняються за рівнем складності та змістом, а саме: евристичне завдання, стереотипне завдання та два діагностичних завдання.

Евристичне та стереотипне завдання дозволяє оцінити знання студентів з основних понять відповідного розділу екохімії, розуміння їх фізичного сенсу та застосування на практиці.

Діагностичні завдання дозволяють оцінити компетенції студента, його вміння застосовувати теоретичні знання на практиці.

Кожне завдання оцінюється окремо певною кількістю балів, відповідно до рівня його складності і вичерпності відповіді. При цьому їх максимальна сумарна кількість за усі завдання складає 12 балів.

Оцінки за відповіді на завдання виставляються за такими правилами: завдання стереотипне під номером С оцінюється у 3,5 бала;

два діагностичні завдання під номером Д<sub>1</sub>Д<sub>2</sub> оцінюються у 3,5 бала. Ця оцінка складається із кількох додатків, які визначаються за критеріями виконання таких вимог:

0,5 – охайність та структурованість відповіді на завдання;

0,8 – чітке володіння понятійним апаратом, знання законів, формул, механізмів протікання хімічних процесів;

1,0 – методично правильне розуміння фізичного сенсу явищ, законів, формул;

1,2 – глибокі знання програмного матеріалу, творчий підхід, теоретична обґрунтованість протікання хімічних процесів.

Евристичне Е1 завдання оцінюється у 5 балів. Ця оцінка складається із кількох додатків, які визначаються із виконання таких вимог:

0,8 – охайність та структурованість відповіді на завдання;

0,8 – методично правильне розрахунки за хімічними формулами і рівняннями;

0,9 – арифметично правильне значення відповіді;

0,9 – раціональність способу розв'язання завдання;

1,6 – теоретична обґрунтованість розрахунків, оригінальність, творчість у способі розв'язання завдання.

Підсумкова оцінка у разі дрібного значення округляється до цілого числа (у разі наявності п'яти десятих і вище – у більший бік, у разі дрібної частини, меншої за 0,5, – у менший бік).

Загальна оцінка "три" бали потребує повторного перескладення ПМК студентом; загальна оцінка "один або два бали" ініціює повторне вивчення дисципліни.



## Зразок модульного завдання

### Модуль 1

Е1 Що таке розчини і як пояснити їх утворення?

С1 Для розчинення 16.5 г металу знадобилось 14.7 г  $H_2SO_4$ . Визначити еквівалентну масу металу і об'єм витисненого водню.

Д1 Як звести 1 л газу з температурою  $73^{\circ}C$  і тиском 0,9 атм. до нормальних умов.

Д2 Кілька грамів 30-процентного розчину  $HCl$  треба додати до 300 г води, щоб отримати 10-процентний розчин солі?

### Модуль 2

Е1 Атмосфера. Вплив хімічних елементів і сполук на якість атмосфери.

С1 Дерево при максимальній інтенсивності фотосинтезу здатне перетворити на вуглеводи приблизно 50 г  $CO_2$  за добу. Який об'єм кисню в н.у. виділяється в гаю з 500 дерев за цей час?

Д1 Розрахуйте витрату кисню, необхідного для проведення процесу, якщо  $1,5 \text{ м}^3/\text{с}$ . газів з 10 % об. вмістом сірководню.

Д2 Скільки літрів морської води потрібно обробити, щоб одержати 108 кг бром, якщо концентрація бром у  $0,67 \text{ г/л}$ .

Підсумкова оцінка з дисципліни складається як середня з кількох складових і враховує оцінки кожного виду поточно-модульного контролю з практичної та теоретичної частини. Підсумкова оцінка з дисципліни конвертується в підсумкову оцінку за шкалою ECTS, яка наведена в табл. 7.

Таблиця 7

### Переведення показників успішності знань студентів у систему виконання за шкалою ECTS

Відсоток студентів, які зазвичай успішно досягають відповідної оцінки	Оцінка за шкалою ECTS		Оцінка за бальною шкалою, що використовується в ХНЕУ	Оцінка за національною шкалою
1	2		3	4
10	відмінне виконання	A	12 – 11	Відмінно
25	вище середнього	B	10	
30	взагалі робота правильна, але з певною кількістю помилок	C	9 – 7	Добре

1	2	3	4	5
25	непогано, але зі значною кількістю недоліків	D	6	Задовільно
10	виконання задовольняє мінімальні критерії	E	5 – 4	
-	потрібне повторне перескладання	FX	3	Незадовільно
-	повторне вивчення	F	2 – 1	

## 10. Рекомендована література

### Основна

1. Авдеенко А. П. Сборник задач по химии / А. П. Авдеенко. – М. : Изд. ДГМА, 2003. – 115 с.
2. Артеменко А. И. Органическая химия / А. П. Авдеенко. – М. : Изд. "Высшая школа", 1997. – 695 с.
3. Глинка Н. Л. Общая химия / Н. Л. Глинка. – М. : Изд. "Металлургия", 1988. – 719 с.
4. Глинка Н. Л. Задачи и упражнения по химии / Н. Л. Глинка. – Л. : Изд. "Химия", 1988. – 263 с.
5. Иванов В. Г. Хімія : конспект лекцій / В. Г. Иванов. – Харків. : Вид. ХНЕУ, 2006. – 87 с.
6. Иванов В. Г. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт дисципліни "Хімія" / В. Г. Иванов. – Х. : Вид. ХНЕУ, 2007. – 56 с.
7. Івашура А. А. Екологія : навчальний посібник / А. А. Івашура. – Х. : ІНЖЕК, 2004. – 208 с.

### Додаткова

8. Карпенков С. Х. Концепции современного естествознания / С. Х. Карпенков. – М. : Изд. "Высшая школа", 2000. – 464 с.
9. Салем Р. Р. Общая химия / Р. Р. Салем. – М. : Изд. РХТУ им. Менделеева, 2000. – 458 с.
10. Телегус В. С. Основы общей химии / В. С. Телегус. – Л. : Изд. Свет, 2000. – 423 с.
11. Чибисова Н. В. Экологическая химия : учебное пособие / Н. В. Чибисова, Е. К. Домань. – Калининград, 1988. – 113 с.
12. Чибисова Н. В. Практикум по экологической химии : учебное пособие / Н. В. Чибисова. – Калининград, 1999. – 94 с.

## Зміст

Вступ	3
1. Кваліфікаційні вимоги до студентів	6
2. Тематичний план навчальної дисципліни	7
3. Зміст навчальної дисципліни за модулями та темами	9
4. Плани лекцій	11
5. Плани лабораторних занять	14
6. Самостійна робота студентів	15
7. Контрольні запитання для самодіагностики	18
8. Методики активізації процесу навчання	38
9. Системи поточного та підсумкового контролю знань студентів	39
10. Рекомендована література	42

