


Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
Природничо–географічний факультет
Кафедра хімії, екології та методики їх навчання

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Завідувач кафедри
 С.В. Совгіра
«27» серпня 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ФП 1.2.06 Фізична і колоїдна хімія

Галузь знань: 01 Освіта / Педагогіка

Спеціальність: 014.06 Середня освіта (Хімія)

Освітня програма Середня освіта (Хімія)

2020 – 2021 навчальний рік

Робоча програма «Фізична і колоїдна хімія» для здобувачів вищої освіти другого рівня (магістр)
спеціальності: 014.06 Середня освіта (Хімія)

Розробник: Галушко Сергій Миколайович, кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії,
екології та методики їх навчання.

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри хімії, екології та методики їх навчання

Протокол № 1 від «27» серпня 2020 року

Завідувач кафедри хімії, екології та методики їх навчання


_____ (С. В. Совгіра)
(підпис)

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні науково-методичної комісії
природничо-географічного факультету

Протокол № 1 від «31» серпня 2020 року

Голова науково-методичної комісії природничо – географічного факультету


_____ (С. Л. Грабовська)
(підпис)

Пролонговано

на 20__ / 20__ н. рік _____ (_____) « _____ » 20__ р., протокол № _____
(підпис) (ПІП)

на 20__ / 20__ н. рік _____ (_____) « _____ » 20__ р., протокол № _____
(підпис) (ПІП)

на 20__ / 20__ н. рік _____ (_____) « _____ » 20__ р., протокол № _____
(підпис) (ПІП)

на 20__ / 20__ н. рік _____ (_____) « _____ » 20__ р., протокол № _____
(підпис) (ПІП)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Характеристика дисципліни за формами навчання	
	денна	заочна
Вид дисципліни		обов'язкова
Мова викладання, навчання та оцінювання		українська
Загальний обсяг у кредитах ЄКТС / годинах		5 / 150
Курс		1
Семестр		2
Кількість змістових модулів із розподілом		2
Обсяг кредитів		5
Обсяг годин, у тому числі		150
Аудиторні		16
Лекційні		4
Семінарські / Практичні		
Лабораторні		12
Самостійна робота		94
Індивідуальні завдання		40
Форма семестрового контролю		екзамен

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Фізична і колоїдна хімія» є: забезпечити необхідну теоретичну основу при формуванні майбутніх вчителів хімії для успішного засвоєння спеціальних дисциплін. Вивчення фізичної і колоїдної хімії дає можливість зрозуміти закони хімії і фізики, а також передбачити хімічні явища і керувати ними. Тому знання фізичної і колоїдної хімії для майбутніх хіміків відкриває великі можливості для розв'язку різноманітних задач, що зустрічаються в природі, практичній діяльності на виробництві, навчальних закладах, лабораторіях, побуті і інше.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Фізична і колоїдна хімія» є розгляд загальних закономірностей хімічних процесів, які є теоретичною основою хімічної науки та хімічної технології; вивчення взаємозв'язку хімічних процесів і фізичних явищ, які їх супроводжують, установлення закономірностей між хімічним складом, будовою речовин та їх властивостями, досліджень механізмів та швидкості хімічних реакцій, в залежності від умов їх перебігу, а також вивчення властивостей гетерогенних високодисперсних систем і процесів, що в них перебігають.

3. Результати навчання за дисципліною

Очікувані результати навчання.

1. Оволодіти фаховими компетентностями:

ЗК 1. Здатність до дослідницької діяльності.

ЗК 2. Здатність використовувати іноземні мови у професійній діяльності.

ЗК 3. Здатність до критичного осмислення проблем у навчанні, власної професійної діяльності та на межі предметних галузей.

ЗК 4. Здатність використовувати теоретичні знання та практичні навички застосування комунікаційних технологій, ораторського мистецтва та риторики для здійснення ділових комунікацій у професійній сфері.

ЗК 5. Здатність зрозуміло і недвозначно доносити знання та пояснення, що їх обґрунтовують, до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються.

ЗК 7. Здатність до продуктивного міжособистісного спілкування, до вмінь представляти складну комплексну інформацію у стислій формі усно і письмово, використовуючи інформаційно-комунікаційні технології та відповідні наукові категорії з філософії, історії розвитку суспільства та терміни природничих наук.

ЗК 9. Здатність застосовувати набуті знання в практичних ситуаціях, критично оцінювати власну діяльність, професійно вдосконалюватися.

ЗК 10. Здатність до системного творчого мислення, наполегливість у досягненні мети професійної та науково-дослідницької діяльності, гнучкість мислення.

ФК 1. Здатність використовувати методи наукового дослідження в хімії та вміння їх застосовувати на практиці.

ФК 2. Здатність використовувати термінологію з хімії, номенклатуру, конвенції та одиниці.

ФК 4. Здатність виконувати хімічний експеримент, дотримуючись правил техніки безпеки, описувати його, аналізувати, оцінювати експериментальні результати і вміти їх інтерпретувати.

ФК 5. Здатність будувати відповідні моделі хімічних явищ, досліджувати їх для отримання нових висновків та поглиблення розуміння законів природи, зокрема з використанням методів моделювання.

ФК 14. Здатність до аналізу хімічних явищ як природного, так і техногенного походження з погляду фундаментальних фізичних законів, принципів і закономірностей хімії.

ФК 15. Здатність досліджувати механізми хімічних реакцій, виявлення природи реагуючих частинок, засвоєння основних методів експериментального визначення порядку реакції та розрахунку констант швидкості, енергії активації з метою формування знань, умінь і навиків постановки кінетичного експерименту та обробки експериментальних даних.

2. Досягти результатів навчання:

ПРН 9. Уміє за результатами кінетичних досліджень розраховувати кінетичні параметри основних типів хімічних реакцій; оцінювати вплив природи і структури каталізатора на перебіг гомо- та гетерокаталітичних реакцій та визначати режим перебігу реакції (кінетичний чи дифузійний).

ПРН 10. Уміє проводити теоретичні розрахунки фізико-хімічних характеристик матеріалів у рівноважному стані та інтерпретувати результати цих розрахунків.

ПРН 11. Уміє інтерпретувати основні типи хімічної рівноваги для формування цілісного фізико-хімічного підходу до вивчення процесів життєдіяльності організму та трактувати загальні фізико-хімічні закономірності, що лежать в основі процесів життєдіяльності людини.

4. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Фізична хімія

Тема 1. Предмет, завдання та методи фізичної хімії. Основні розділи курсу.

Предмет і методи фізичної хімії. Агрегатні стани речовини, їх характеристика. Закони стану ідеальних і реальних газів. Молекулярно-кінетична теорія газів. Рідини. Їх властивості: в'язкість, дифузія. Твердий стан. Типи кристалічних ґраток: іонна, атомна, молекулярна, металічна. Основи хімічної термодинаміки. Перший закон термодинаміки. Тепло і робота. Робота при різних процесах в газових системах. Тепло при різних процесах. Ентальпія. Основи термохімії. Закон Гесса та наслідки з нього. Теплоємність. Термодинамічна оборотність процесів. Максимальна робота енергетичний та ймовірносний чинники самочинного напрямку процесів. Поняття про ентропію. Другий закон термодинаміки. Визначення ентропії при

проходженні різних процесів..Термодинамічні потенціали. Енергія Гіббса і Гельмгольца. Хімічний потенціал.

Тема 2. Хімічна рівновага.

Хімічна рівновага. Її кількісна характеристика. Зв'язок із термодинамічними потенціалами. Ізотерма хімічної реакції. Принцип Ле – Шательє.

Тема 3. Фазові рівноваги і розчини неелектролітів.

Фази і компоненти системи. Умови фазової рівноваги. Правило фаз Гіббса. Однокомпонентні системи. Розчини, їх природа і способи вираження концентрацій. Закон Рауля та наслідки з нього. Кипіння та замерзання розчинів. Осмотичний тиск розчинів. Колігативні властивості. Рідкі розчини з необмеженою розчинністю компонентів. Ідеальні та неідеальні розчини. Причини відхилення від закону Рауля. Діаграма тиску і діаграми кипіння. Зв'язок між складом пари і розчину, що знаходиться в рівновазі. Закони Коновалова. Правило важеля. Фракційна перегонка. Обмежено розчинні рідини. Взаємно нерозчинні рідини. Екстракція. Перегонка з водяною парою. Розчини електролітів. Теорія електролітичної дисоціації. Ступінь і константа дисоціації. Ізотонічний коефіцієнт. Теорія сильних електролітів Дебая – Хюккеля. Активність, іонна сила розчинів, коефіцієнт активності. Дисоціація води. Водневий та гідроксильний показник. Іонний добуток води. Протолітична теорія кислот і основ. Концентрація йонів гідроксонію в різних системах. Буферні розчини. Буферна ємність. Гідроліз з точки зору протолітичної теорії. Електропровідність розчинів. Рухливість йонів. Закон Кольрауша. Кондуктометрія та її практичне використання.

Тема 4. Кінетика та каталіз.

Предмет хімічної кінетики. Кінетична класифікація реакцій. Молекулярність реакції. Швидкість реакції, чинники, що на неї впливають. Закон діючих мас. Порядок реакції. Методи визначення порядків і констант швидкості реакцій. Період напівреакції. Типи залежності швидкості реакції від температури. Правило Вант – Гоффа. Рівняння Ареніуса. Механізм гомогенних хімічних реакцій і кінетичні теорії. Каталіз. Типи каталізаторів. Гомогенний каталіз. Механізм каталізу.

Змістовий модуль 2. Колоїдна хімія

Тема 5. Предмет колоїдної хімії. Ознаки об'єктів колоїдної хімії. Класифікація поверхневих явищ. Дисперсність. Ступінь дисперсності. Питома поверхня. Диференціальні та інтегральні криві розподілу часточок за розмірами. Класифікація дисперсних систем. Вплив дисперсності на внутрішній тиск тіл. Рівняння Лапласа. Поверхнева енергія і рівноважні форми тіл. Властивості дисперсних систем, що визначаються наявністю поверхні поділу між фазами. Оптичні властивості(ефект Тіндалля, закон Релея). Оптичні методи дослідження дисперсних систем. Молекулярно – кінетичні властивості колоїдних систем. Броунівський рух. Дифузія. Седиментація. Дифузно – седиментаційна рівновага. Седиментаційний аналіз. Осмотичний тиск.

Тема 6. Властивості дисперсних систем, що визначаються наявністю поверхні поділу між фазами.

Поверхневі явища та адсорбція. Поверхня поділу фаз. Поверхнева енергія та поверхневий натяг. Поверхнева ентальпія і ентропія. Залежність поверхневого натягу від різних чинників (температури, природи фазоутворюючих речовин, розчинених речовин). Явища, що зменшують поверхню поділу. Самовільна перегонка рідини. Поверхневий тиск. Адгезія і змочування. Розтікання.

Адсорбція на поверхні рідини. Геометричні параметри адсорбата. Приклади застосування адсорбційного рівняння Гіббса. Зв'язок адсорбції з параметрами системи (ізотерма, ізопікна, ізобара, ізостера). Поверхнева активність. Правило Дюкло – Траубе. Енергетичні параметри адсорбції. Залежність адсорбції від концентрації ПАР. Рівняння Ленгмюра, його параметри. Наслідки з рівнянь Гіббса і Ленгмюра. Рівняння Шишковського.

Адсорбційний та дисоціативний механізм утворення подвійного електричного шару. Заряди та потенціали шару. Електрокінетичні явища у дисперсних системах (електрофорез, електроосмос, потенціал течії і потенціал осадження). Будова міцели. Використання

електрокінетичних явищ для дослідження колоїдних систем і в технологічних процесах. Види стійкості дисперсних систем (седиментаційна і агрегативна). Термодинамічно і кінетично стійкі дисперсні системи. Чинники агрегативної стійкості дисперсних систем (електростатичний, адсорбційно – сольватний, ентропійний, структурно – механічний, гідродинамічний). Коагуляція гідрофобних золів. Вплив електролітів. Правило Шульце – Гарді. Кінетика коагуляції. Поріг коагуляції. Гетерокоагуляція (взаємна коагуляція золів, флокуляція, флотація, гетерокоагуляція). Коагуляція сумішшю електролітів. Явище привикання золів. Захисна дія високомолекулярних речовин.

Тема 7. Грубодисперсні та мікрогетерогенні системи. Емульсії. Класифікація емульсій за природою фаз і концентрацією дисперсної фази. Визначення типу емульсії. Властивості емульсій. Способи одержання емульсій. Емульгатори. Обертання фаз емульсій. Руйнування емульсій. Практичне значення. Піни. Загальна характеристика. Піноутворювачі. Способи утворення та руйнування. Кратність піни. Визначення стійкості піни. Використання. Суспензії. Їх практичне значення. Аерозолі. Класифікація, одержання, руйнування аерозолів. Їх значення. Порошки, їх властивості і значення. Зв'язанодисперсні системи. Системи з довільним міцелоутворенням. Класифікація і характеристика поверхнево – активних речовин (ПАР). Розчинні і колоїдні ПАР. Критична концентрація міцелоутворення (ККМ). Термодинаміка і механізм міцелоутворення. Вплив різних чинників на ККМ. Методи її визначення, природа цього явища. Використання ПАР. Фізико – хімічні властивості розчинів ВМС. Номенклатура і класифікація ВМС. Розчини ВМС. Будова молекул ВМС і конформаційне перетворення. Механічні властивості ВМС. Набухання ВМС. Ступінь набухання. Чинники, що впливають на набухання. Ізоелектрична точка білків та способи її визначення. Старіння гелів. Значення процесів набухання та старіння гелів.

5. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин										
	денна форма						заочна форма				
	усього	у тому числі					усього	у тому числі			
л		п	лаб.	інд.	с. р.	л		п	лаб.	інд.	с.р.
Модуль 1											
Змістовий модуль 1. Фізична хімія											
Тема 1. Хімічна термодинаміка							12	2			10
Тема 2. Хімічна рівновага.							12				12
Тема 3. Фазові рівноваги і розчини неелектролітів.							16		4		12
Тема 4. Кінетика та каталіз.							20		4		16
Разом за змістовим модулем 1							60	2	8		50
Змістовий модуль 2. Колоїдна хімія											
Тема 5. Предмет колоїдної хімії. Ознаки об'єктів колоїдної хімії.							12				12
Тема 6. Властивості дисперсних систем, що визначаються наявністю поверхні поділу між фазами.							22	2	4		16
Тема 7. Грубодисперсні та мікро-гетерогенні							16				16

системи.												
Разом за змістовим модулем 2						50	2		4			44
Усього годин						110	4		12			94
Модуль 2												
ІНДЗ						40					40	
Усього годин						150	4		12		40	94

6. Теми лабораторних занять Змістовий модуль 1. Фізична хімія

1.	Визначення активності йоду методом розподілу. Лабораторна робота.	2 год.
2.	Визначення ступеня та константи дисоціації слабого електроліту методом вимірювання електропровідності розчинів. Лабораторна робота.	2 год.
3.	Вивчення кінетики інверсії цукру. Лабораторна робота.	4 год.

Змістовий модуль 2. Колоїдна хімія

4.	Визначення розміру часточок «білих золів» оптичним методом. Лабораторна робота.	2 год.
5.	Адсорбція оцтової кислоти на вугіллі. Лабораторна робота.	2 год.

7. Самостійна робота

№	Зміст навчального матеріалу	Кількість годин
Змістовий модуль 1. Фізична хімія		
1.	Використовуючи закон Гесса, закон Кірхгофа, теплоти згорання, утворення та розчинення, на основі експериментальних даних та термодинамічних таблиць розраховувати теплові ефекти хімічних процесів для визначення реакційної здатності речовин, напрямку реакції	3 год.
2.	Використовуючи I закон термодинаміки для різних процесів, розраховувати середню та істинну теплоємності при різних температурах, постійному тиску та об'єму	3 год.
3.	Використовуючи метод термодинамічних потенціалів, рівняння Гельмгольца-Гіббса, розраховувати напрямок хімічного процесу в різних умовах	3 год.
4.	Використовуючи загальні умови рівноваги, метод термодинамічних потенціалів, рівняння ізотерми, ізобари та ізохори хімічної реакції, розраховувати константи рівноваги в різних умовах	3 год.
5.	Використовуючи результати експерименту, закон дії мас, встановлювати вплив на рівновагу реакцій різних факторів	3 год.
6.	Використовуючи таблиці термодинамічних величин, рівняння хімічних реакцій, розраховувати зміну ентальпії, ентропії, енергії Гіббса в різних фізико-хімічних процесах для визначення напрямку реакції	3 год.

7.	Використовуючи загальні умови рівноваги, властивості термодинамічних потенціалів, розраховувати константи рівноваги методом комбінування	3 год.
8.	Використовуючи правило фаз Гіббса, рівняння Клаузіуса-Клапейрона та термічний аналіз, побудувати діаграми стану, проаналізувати, проінтерпретувати їх та застосовувати для встановлення властивостей гетерогенних фізико-хімічних систем	3 год.
9.	Використовуючи теорію молекулярних розчинів, ебуліоскопію, кріоскопію, закон Рауля, на основі теоретичних та експериментальних даних розраховувати молярні маси різних речовин	3 год.
10.	Використовуючи теорію молекулярних розчинів, закони Коновалова, експериментальні дані ректифікації, побудувати діаграми стану двохкомпонентних систем «тиск пари – температура»	3 год.
11.	Використовуючи необхідне обладнання, готувати розчини речовин заданої концентрації	3 год.
12.	Використовуючи теорію розчинів, їх фізико-хімічні характеристики, вплив різних факторів на розчинність речовин, розраховувати різні концентрації розчинів, перераховувати одну концентрацію в іншу	3 год.
13.	Використовуючи теорію молекулярних розчинів, розраховувати константу розподілу третього компонента між двома нерозчиненими рідинами	3 год.
14.	Використовуючи необхідне обладнання, експериментально визначити рН розчинів	3 год.
15.	Використовуючи теорію електролітичної дисоціації, ступінь та константу дисоціації, розраховувати рН буферних сумішей, визначати їх роль для забезпечення умов проведення аналізу	3 год.
16.	Використовуючи теорію електролітичної дисоціації, властивості відповідних солей, розраховувати константи гідролізу та рН розчинів солей	3 год.
17.	На основі вимірювання електродних потенціалів, розраховувати електрорушійні сили гальванічних елементів, акумуляторів	3 год.
18.	Використовуючи закони Фарадея, вихід речовини за струмом, рівняння Тафеля, розраховувати маси речовин, що виділяються на катоді та аноді	3 год.
19.	Використовуючи закон дії мас та порядок реакції, розраховувати швидкість та константу швидкості для встановлення механізму хімічної реакції	3 год.
20.	На основі експериментальних досліджень, особливостей перебігу каталітичних реакцій, теорій каталізу класифікувати, з'ясувати механізм та можливість їх використання в промисловості	3 год.
	Змістовий модуль 2. Колоїдна хімія	
21.	На основі теорії колоїдних систем враховувати можливість протікання процесів коагуляції та пептизації при проведенні аналізу.	3 год.
22.	На основі особливостей колоїдних систем одержувати колоїдні розчини різними методами та вивчати їх властивості.	3 год.
23.	На основі оптичних властивостей колоїдних розчинів встановлювати форму, розміри колоїдних частинок та визначати їх концентрацію.	3 год.
24.	Використовуючи теорію стійкості колоїдних розчинів, кінетику коагуляції, вивчати процес коагуляції та встановлювати залежність його від різних факторів.	3 год.

25.	На основі вивчення електричних властивостей колоїдних частинок, встановлювати їх будову з метою обґрунтування особливостей колоїдних розчинів.	3 год.
26.	Використовуючи теорію мономолекулярної адсорбції Ленгмюра, рівняння Фрейндліха, рівняння полімолекулярної адсорбції, визначати основні характеристики, особливості адсорбції на межі “тверде тіло – газ” та “тверде тіло – розчин”, застосовувати для хроматографічного методу аналізу.	3 год.
27.	Використовуючи рівняння Гіббса, визначати особливості поверхневої активності та адсорбції на межі “розчин – газ”.	3 год.
28.	Використовуючи теорію в'язкості, особливості структури дисперсних систем, експериментальні дані, вивчати реологічні властивості з метою з'ясування природи тиксотропії, синерезису, драглеутворення у хімічних та фізіологічних процесах.	3 год.
29.	На основі теорії розчинів високомолекулярних сполук вивчати особливості цих систем, визначати молярну масу з метою використання в лабораторній практиці, промисловості, біології.	3 год.
30.	На основі особливостей та властивостей емульсій одержувати та руйнувати ці системи, з'ясовувати їх практичне значення в природі, промисловості, медицині, біології.	3 год.
31.	На основі особливостей та властивостей грубодисперсних систем одержувати та руйнувати аерозолі, суспензії, піни, з'ясовувати їх практичне значення в промисловості, техніці, у захисту навколишнього середовища.	4 год.

8. Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання з фізичної хімії виконуються по варіантам і містять задачі. Номер варіанта визначається останньою цифрою залікової книжки студента. Номери задач відповідно до варіанту приведені у таблиці. Номер задачі складається із двох цифр; перша цифра вказує номер теми з дисципліни, друга – номер задачі у рубриці індивідуальних завдань.

Перелік задач, що виконуються індивідуально

№ варіанта	Номер задачі									
	1.1	1.11	1.21	2.1	2.11	2.21	2.31	3.1	3.11	3.21
1	1.1	1.11	1.21	2.1	2.11	2.21	2.31	3.1	3.11	3.21
2	1.2	1.12	1.22	2.2	2.12	2.22	2.32	3.2	3.12	3.22
3	1.3	1.13	1.23	2.3	2.13	2.23	2.33	3.3	3.13	3.23
4	1.4	1.14	1.24	2.4	2.14	2.24	2.34	3.4	3.14	3.24
5	1.5	1.15	1.25	2.5	2.15	2.25	2.35	3.5	3.15	3.25
6	1.6	1.16	1.26	2.6	2.16	2.26	2.36	3.6	3.16	3.26
7	1.7	1.17	1.27	2.7	2.17	2.27	2.37	3.7	3.17	3.27
8	1.8	1.18	1.28	2.8	2.18	2.28	2.38	3.8	3.18	3.28
9	1.9	1.19	1.29	2.9	2.19	2.29	2.39	3.9	3.19	3.29
10	1.10	1.20	1.30	2.10	2.20	2.30	2.40	3.10	3.20	3.30

ЗАДАЧІ
До модулю 1

1. В повітрянагрівниках у доменному процесі повітря нагрівається до 750°C . У скільки разів збільшується об'єм повітря при виході з повітрянагрівника, якщо він поступає в нього з початковою температурою 17°C .

Відповідь: 3,527.

2. Визначте об'єм, що займає 2 кг вуглець (IV) оксиду при температурі 10°C і тиску $1,5 \cdot 10^5$ Па.

Відповідь: 713 дм^3 .

3. На скільки більше за масою може вміститись азоту в газгольдері об'ємом 2000 м^3 зимою (при температурі -35°C) в порівнянні з літнім періодом (при температурі 30°C), якщо тиск в ньому рівний $4 \cdot 10^5$ Па?

Відповідь: 2,43 т.

4. Змішують 4 л кисню під тиском $2 \cdot 10^5$ Па, 6 л азоту під тиском $5 \cdot 10^5$ Па і 2 л аміаку під тиском $3 \cdot 10^5$ Па. Об'єм суміші рівний 10 л. Які парціальні тиски газів і загальний тиск суміші?

Відповідь: $p_{\text{O}_2} = 0,8 \cdot 10^5$; $p_{\text{N}_2} = 3 \cdot 10^5$; $p_{\text{NH}_3} = 0,6 \cdot 10^5$; $p = 4,4 \cdot 10^5$ Па

5. При якій температурі середня квадратична швидкість молекул кисню рівна 400 м/с? На скільки градусів треба підвищувати температуру, щоб середня квадратична швидкість молекул кисню зросла в 2 рази?

Відповідь: 205К, 616К.

6. Обчислити тиск водню, якщо середня кінетична енергія його молекул, що містяться в 1 л при 0°C , рівна $1,509 \cdot 10^3$ Дж.

Відповідь: $1,01 \cdot 10^3$ Па.

7. Яка робота (Дж) буде виконана, якщо 51 г аміаку, що займає при 27°C об'єм 25 л розширяється при сталій температурі до об'єму 75 л?

Відповідь: 8208 Дж.

8. При дії кислоти на метал виділилось $0,007 \text{ м}^3$ водню при тиску $1,013 \cdot 10^5$ Па. Визначити роботу, що виконується газом проти атмосферного тиску.

Відповідь: 709,1 Дж.

9. Визначить роботу ізотермічного (25°C) розширення 1 моль ідеального газу при зміні тиску від $5,065 \cdot 10^5$ до $1,013 \cdot 10^5$ Па. Яка кількість теплоти при цьому поглинається?

Відповідь: 4 кДж.

10. Визначити зміну внутрішньої енергії при ізобарному ($1,013 \cdot 10^5$ Па) випаровуванні 100 г води при 150°C , якщо об'ємом рідкої води знехтувати. Теплота випаровування води при 150°C рівна 2112,66 Дж/г.

Відповідь: 192 кДж.

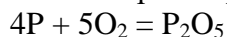
11. Визначити Q , W , ΔU випаровування 92,14 кг етилового спирту, якщо відомо, що при тиску $1,01325 \cdot 10^5$ Па і температурі кипіння теплота випаровування дорівнює $47,5 \text{ МДж} \cdot \text{кмоль}^{-1}$ і питомий об'єм пари становить $607 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3 \cdot \text{кг}^{-1}$. Об'ємом рідини знехтувати.

Відповідь: 95 МДж; 5,67 МДж і 89,33 МДж.

12. 180,15 кг водяної пари конденсується в рідину при температурі 373 К і тиску 1,01325 Па. Теплота випаровування води дорівнює $40,905 \text{ МДж} \cdot \text{кмоль}^{-1}$. Обчислити Q , W , ΔU вважаючи пар ідеальним газом і нехтуючи об'ємом рідини.

Відповідь: $-409,05 \text{ МДж}$; $-31,01 \text{ МДж}$; $-378,04 \text{ МДж}$.

13. Горіння фосфору можна виразити рівнянням:



Подайте цей процес термохімічним рівнянням, якщо відомо, що при згоранні 1 г фосфору виділяється 24,7 кДж.

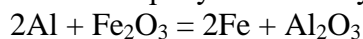
Відповідь: -1531 кДж .

14. Теплота згорання $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ рівна $-1367,7 \text{ кДж}$. Знайдіть теплоту утворення

етилового спирту, якщо при згоранні утворюється вуглекислий газ ($\Delta H_{\text{утв}} = -393,511 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$) і вода ($\Delta H_{\text{утв}} = -285,838 \frac{\text{кДж}}{\text{моль}}$) в рідкому стані.

Відповідь: $-277,8 \text{ кДж}$.

15. Розрахуйте теплоту утворення оксиду Fe_2O_3 , якщо відомо, що при реакції



на кожні 80 г відновлюваного заліза (III) оксиду виділяється 424,1 кДж.

Відповідь: $-822,7 \text{ кДж/моль}$.

16. Визначити теплоту розчинення солі $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, якщо теплота розчинення безводної солі при 18°C рівна -85 кДж , а теплота гідратації цієї солі рівна $-101,1 \text{ кДж/моль}$.

Відповідь: $16,1 \text{ кДж/моль}$.

17. Теплота розчинення солі NH_4NO_3 рівна $26,8 \text{ кДж}$. Визначте, як і на скільки градусів зміниться температура при розчиненні 20 г солі в 180 г води. Питома теплоємність отриманого розчину рівна $3,77 \text{ Дж/г}$.

Відповідь: -9°C .

18. Генераторний газ містить(у об.%) $\text{CO}_2 - 7,12$; $\text{CO} - 21,85$; $\text{H}_2 - 13,65$; $\text{CH}_4 - 3,25$; $\text{O}_2 - 0,9$; $\text{N}_2 - 53,23$. Визначити кількість теплоти при згорянні 1 м^3 газу, приведенного до стандартних умов, вважаючи, що водяна пара не конденсується, а теплоти утворення CO_2 , CO , H_2O і CH_4 відповідно дорівнюють $393,8$; $110,6$; $242,1$ і $74,9 \text{ МДж} \cdot \text{кмоль}^{-1}$.

Відповідь: $4,948 \text{ МДж} \cdot \text{м}^{-3}$.

19. Яку кількість тепла необхідно для ізохорного нагрівання 50 г вуглекислого газу в інтервалі температур від 300 до 400°C , якщо $C_v = 40,2 \frac{\text{Дж}}{\text{моль}}$.

Відповідь: $4,56 \text{ кДж}$.

20. Азот (5 моль) при 100°C займав об'єм $0,025 \text{ м}^3$. При нагріванні газу до 200°C було витрачено 14650 Дж . Визначте C_p і кінцевий об'єм, якщо тиск газу при цьому не змінився.

Відповідь: $29,3 \text{ Дж}$.

21. Визначити максимальну роботу, яку можна отримати, якщо до води при 100°C підводиться 4000 Дж теплоти, а температура конденсату 20°C .

Відповідь: 858 Дж .

22. Порівняйте термодинамічну ефективність парової машини і машини, що працює на ртутній парі, якщо котел першої має температуру 200°C , другої 460°C , а холодильник кожної з цих машин має температуру 30°C .

Відповідь: 1,6.

23. Розрахувати зміну ентропії при плавленні $63,5$ г міді рівна 12980 Дж/моль, а температура плавлення міді 1089°C .

Відповідь: $9,57$ Дж·К $^{-1}$.

24. Знайдіть зміну ентропії в процесі оборотного ізотермічного стискання одного моля кисню від $1,013 \cdot 10^5$ до $10,13 \cdot 10^5$ Па.

Відповідь: $-19,12$ Дж·К $^{-1}$.

25. Обчислити зміну H, U, F, G, S при одночасному охолодженні від 2000 К до 200 К і розширенні від $0,5$ м 3 до $1,35$ м 3 $0,7$ моль азоту ($C_v=5/2 R$). Ентропія газу у вихідному стані рівна 150 Дж/моль, газ можна вважати ідеальним.

Відповідь: $\Delta H = -36,65$ кДж; $\Delta U = -26,18$ кДж; $\Delta F = 249,4$ кДж; $\Delta G = 238,9$ кДж; $\Delta S = -27,71$ Дж/К.

26. В якому напрямку зміщується рівновага

$2\text{CO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{CO}_2$; $\Delta H = -566,4$ кДж при зміні тиску і температури?

27. В яку сторону зміститься рівновага реакції

$\text{CO}_2 + \text{C} \rightleftharpoons 2\text{CO}$; $\Delta H = 172,6$ кДж

при підвищенні температури? Що відбудеться в системі при збільшенні тиску?

28. Виразити математично K_p для наступних реакцій, що протікають за рівняннями:

а) $\text{FeO} + \text{H}_2 \rightleftharpoons \text{Fe} + \text{H}_2\text{O}_2$;

б) $2\text{HgO} \rightleftharpoons 2\text{Hg} + \text{O}_2$;

в) $2\text{Cu} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{CuO}$.

29. Як вплине підвищення тиску при незмінній температурі на рівновагу наступних систем:

а) $2\text{HBr} \rightleftharpoons \text{H}_2 + \text{Br}_2$; $\Delta H = 70,3$ кДж;

б) $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{CO}_2$; $\Delta H = -566,4$ кДж;

в) $\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}$; $\Delta H = 180,9$ кДж?

30. Яким шляхом можна підвищити вихід NO_2 при реакціях, що протікають за рівняннями:

а) $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$; $\Delta H = -113$ кДж;

б) $2\text{N}_2\text{O}_4 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$; $\Delta H = 58,2$ кДж?

31. Константа рівноваги реакції утворення HCl при деякій температурі рівна одиниці. Визначити склад (в мольних процентах) рівноважної реакційної суміші, отриманої з 2 л водню і 3 л хлору.

Відповідь: 24% H_2 ; 44% Cl_2 ; 32% HCl .

32. Залізо-паровий спосіб виробництва водню заснований на реакції:

$\text{H}_2\text{O} + \text{Fe} \rightleftharpoons \text{FeO} + \text{H}_2$.

При температурі $700\text{ }^{\circ}\text{C}$ і тиску $1,013 \cdot 10^5\text{ Па}$ в рівноважній суміші міститься 63% H_2 .
Визначити K_p .

Відповідь: 1,7.

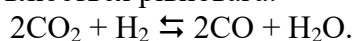
33. Обчислити K_p реакції $\text{FeO} + \text{CO} \rightleftharpoons \text{Fe} + \text{CO}_2$ при 1000 К і тиску $1,013 \cdot 10^5\text{ Па}$, якщо рівноважна суміш газів містить 29% CO_2 .

Відповідь: 0,64.

34. В закритій посудині при сталій температурі змішано 2 моль азоту і 6 моль водню. В наслідок реакції на момент настання рівноваги прореагувало 10% вихідної кількості азоту. Як зміниться в цьому випадку тиск в порівнянні з початковим?

Відповідь: зменшиться на $\frac{1}{20}$.

35. При нагріванні суміші вуглекислого газу і водню в закритій посудині встановлюється рівновага:



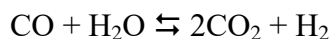
Константа рівноваги при $850\text{ }^{\circ}\text{C}$ рівна одиниці. Скільки процентів вуглекислого газу піддається перетворенню в вуглець (II) оксид при $850\text{ }^{\circ}\text{C}$, якщо змішати 1 моль CO_2 і 5 моль H_2 ?

Відповідь: 83,3%.

36. Рівновага реакції $\text{H}_2 + \text{Br}_2 \rightleftharpoons 2\text{HBr}$ встановилось при деякій температурі за наступних рівноважних концентрацій: $[\text{H}_2] = 0,5$ моль/л; $[\text{Br}_2] = 0,1$ моль/л; $[\text{HBr}] = 1,6$ моль/л. Знайдіть K_c . Визначити вихідні концентрації водню і бром.

Відповідь: 51,2; $[\text{H}_2] = 1,3$; $[\text{Br}_2] = 0,9$ моль/л.

37. Обчислити максимальну роботу (хімічне споріднення) реакції



при температурі 960 К і при 1160 К , якщо константи рівноваги при цих температурах відповідно рівні $K_{p960} = 1,78$ і $K_{p1160} = 0,83$. Визначте напрямок реакції.

Відповідь: 4,6 кДж; $-1,8$ кДж.

38. Визначити хімічне споріднення міді до кисню при температурі $500\text{ }^{\circ}\text{C}$, якщо константа рівноваги реакції при цій температурі рівна $1 \cdot 10^{15}\text{ атм}^{-1}$.

Відповідь: 222 кДж.

39. Обчислити константу рівноваги реакції $\text{Cl}_2 + \text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{HCl}$ при температурі $227\text{ }^{\circ}\text{C}$, якщо максимальна робота її при цій температурі рівна 19290 Дж.

Відповідь: 103.

40. Визначити тепловий ефект реакції дисоціації природного магнезиту

$\text{MgCO}_3 \rightleftharpoons \text{MgO} + \text{CO}_2$, якщо тиск дисоціації при $487\text{ }^{\circ}\text{C}$ рівний 1720 Па, а при $537\text{ }^{\circ}\text{C}$ рівний 2410 Па.

Відповідь: 34,4 кДж/моль.

1. В 200мл води розчинено 50 г калій броміду. Густина розчину рівна $1,16 \text{ г/см}^3$. Виразити концентрацію розчину: а) у відсотках; б) в мольних частках; в) через молярність; г) в моль-екв/л.

Відповідь: 20%; 0,03643; 2,101 (на 1000 г H_2O); 1,95 моль-екв/л.

2. Сода $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (97,2 г) розчинена в 300 мл води. Густина отриманого розчину $1,094 \text{ г/см}^3$. Який склад розчину: а) у відсотках (за масою); б) у мольних відсотках; в) молярностях; г) в моль-екв. на літр розчину.

Відповідь: 9,061%; 1,664%; 0,941 (на 1000г H_2O); 1,871 моль-екв/л.

3. Густина 1,582 моль (на 1000 г H_2O) MgSO_4 рівна $1,172 \text{ г/см}^3$. Визначити концентрацію розчину: а) у відсотках за масою; б) у мольних частках; в) об'ємну концентрацію; г) в моль-екв/л.

Відповідь: 16%; 0,2771; 1,557 моль/л; 3,1111 моль-екв/л.

4. До 200 мл води прибавили 50 г метилового спирту і 75 г етилового. Визначити мольні частки і мольні відсотки компонентів.

Відповідь: 0,7769; 77,69%; 0,1091; 10,91%; 0,1139; 11,39%.

5. Є 7,2 моль-екв/л розчин NaOH , густина якого рівна $1,252 \text{ г/см}^3$. Виразити концентрацію цього розчину у масових відсотках.

Відповідь: 23,00%.

6. Обчислити молярність і молярність 47,00%-ного (за масою) водного розчину етилового спирту. Густина розчину вказаної концентрації $0,9204 \text{ г/см}^3$.

Відповідь: 19,3 моль/1000г H_2O ; 9,4 моль/л.

7. Є розчин сульфатної кислоти, що містить H_2SO_4 577 г/л. Густина розчину $1,335 \text{ г/см}^3$. Обчислити: а) вміст сульфатної кислоти у вагових відсотках; б) молярність і молярність розчину; в) вміст сульфатної кислоти у молярних відсотках.

Відповідь: а) 43,2%; б) 5,88 моль/л; 7,76 моль/1000г H_2O ; в) 12,3%.

8. Амоніачно-повітряна суміш, що використовується для отримання нітрозних газів, готується змішуванням повітря і амоніаку. Визначити склад у відсотках отриманої суміші (у об'ємних відсотках), вважаючи, що повітря складається з 78% азоту, 21% кисню і 1% інертних газів і що на 1 моль амоніаку припадає 1,9 моль кисню.

Відповідь: 70,72% N_2 ; 18,92% O_2 ; 0,9% інертних газів; 9,91% NH_3 .

9. Парціальні тиски найважливіших складових частин сухого повітря рівні: азоту 79060,164 Па, кисню 21278,25 Па і інертних газів 986,586 Па. Обчислити мольні частки і мольні відсотки компонентів.

Відповідь: 0,7803; 78,03% N_2 ; 0,21; 21% O_2 ; 0,0097; 0,97% інертних газів.

10. Чи однаковим буде тиск парів розчинів, що містять на 100 г води 1 г гліцерину, 1 г фруктози або 1 г бурякового цукру? Дайте умотивовану відповідь без проведення розрахунків.

11. При 303 К тиск пари етилового ефіру рівний 86379,56 Па. На скільки знизиться тиск пари при цій температурі, якщо в 300 г ефіру розчинити 2,79 г аніліну?

Відповідь: 635,28 Па.

12. Тиск пари води при 323 К рівний 12332,32 Па. Скільки грамів глюкози необхідно розчинити в 270 г води, щоб тиск пари над розчином знизився на 66,66 Па?

Відповідь: 14,6 г.

13. Обчислити тиск пари 20%-ного розчину глюкози ($C_6H_{12}O_6$) при 298 К. Тиск парів води при даній температурі рівний $3167,73 \text{ Н/м}^2$.

Відповідь: 3090 Н/м^2 .

14. Скільки грамів гліцерину ($C_3H_8O_3$) потрібно розчинити в 90 г води при 303 К, щоб знизити тиск пари на $266,5 \text{ Н/м}^2$.

Відповідь: 30,84 г.

15. В якій кількості бензолу (C_6H_6) необхідно розчинити 8,90 г антрацену ($C_{14}H_{10}$), щоб при 293 К тиск пари знизити на $379,7 \text{ Н/м}^2$?

$p(C_6H_6) = 9954 \text{ Н/м}^2$.

Відповідь: 98,33 г.

16. Визначити кількість цукру ($C_{12}H_{22}O_{11}$), що розчинений у 270 г води, якщо тиск пари розчину при 343 К рівний 30470 Н/м^2 . Тиск пари води при заданій температурі рівний $31157,4 \text{ Н/м}^2$.

Відповідь: 116,1 г.

17. При якій температурі замерзне розчин, якщо в 100 г його розчинено 0,022 моль мальтози. Кріоскопічна стала води 1,86.

Відповідь: $-0,442 \text{ }^\circ\text{C}$.

18. Розчин, що містить 7,252 г глюкози в 200 г води, замерзає при $-0,378 \text{ }^\circ\text{C}$. Кріоскопічна стала води 1,86. Визначити молекулярну масу глюкози і відносну похибку у відсотках у порівнянні з величиною, що знайдена у довіднику.

Відповідь: 178,4; $\approx 1\%$.

19. Визначити температуру замерзання розчину, що містить $1,205 \cdot 10^{23}$ молекул неелектроліту в 1 л води. Кріоскопічна стала води 1,86.

Відповідь: $-0,372 \text{ }^\circ\text{C}$.

20. Температура замерзання бензолу $5,5 \text{ }^\circ\text{C}$, а розчину, що містить у 25,04 г бензолу 0,4678 г невідомої речовини, $4,872 \text{ }^\circ\text{C}$. Кріоскопічна стала бензолу 5,12. Обчислити молекулярну масу невідомої речовини.

Відповідь: 152,3.

21. В 100 г ефіру розчинено 0,625 г бензойної кислоти. Обчислити підвищення температури кипіння отриманого розчину в порівнянні з чистим ефіром. Ебуліоскопічна стала ефіру рівна 2.

Відповідь: $0,1025 \text{ }^\circ\text{C}$.

22. Скільки грамів нафталіну розчинено в 50 г хлороформу, якщо отриманий розчин кипить при $62,234 \text{ }^\circ\text{C}$? Температура кипіння хлороформу $61,2 \text{ }^\circ\text{C}$, а ебуліоскопічна стала його 3,76.

Відповідь: 1,76.

23. Скільки грамів глюкози необхідно розчинити в 100 г води, щоб підвищення температури кипіння було рівне $1 \text{ }^\circ\text{C}$? Вважати, що в цьому випадку можна застосувати закон Рауля. Ебуліоскопічна стала води 0,512.

Відповідь: 35,16 г.

24. Осмотичний тиск розчину гліцерину при 273 К рівний 133322,37 Па. Знайти осмотичний тиск цього розчину при 291 К.

Відповідь: 142121,64 Па.

25. При 290 К осмотичний тиск розчину сечовини рівний 119990,13 Па. Яким буде осмотичний тиск, якщо розчин розбавити в 3 рази, а температуру підвищити до 303 К?

Відповідь: 41783,23 Па.

26. Яка молярність розчину сечовини, якщо при 290 К осмотичний тиск його рівний 8665,95 Па?

Відповідь: 0,036 моль/л.

27. Скільки грамів бурякового цукру повинно міститись в 1 л розчину, щоб він був ізотонічним розчину, що містить в 300 мл 3,064 г гліцерину, при тій же температурі?

Відповідь: 37,96 г.

28. При 293 К осмотичний тиск розчину, що містить в 1 л 71,19 г невідомої речовини, рівний 513291,12 Па. Обчислити молекулярну масу невідомої речовини.

Відповідь: 338.

29. Температура замерзання водного розчину глюкози рівна $-0,184^{\circ}\text{C}$. Обчислити осмотичний тиск розчину при 0°C . Кріоскопічна стала води 1,86.

Відповідь: 224514,87 Па.

30. В 0,036 л води при 303 К і тиску 101325 Па розчиняється 0,0814 л сірководню. Обчислити коефіцієнт розчинності і коефіцієнт абсорбції.

Відповідь: 2,26; 2,04.

31. Коефіцієнт розчинності хлору у воді при 283 К рівний 3,26. Обчислити, скільки грамів хлору розчиняється в 15 л води при 283 К і тиску 405300 Па.

Відповідь: 598 г.

32. Визначити склад повітря, що розчиняється у воді при 273 К, у об'ємних відсотках, якщо атмосферне повітря складається із наступних найважливіших частин (в об'ємних відсотках): азоту – 78,04%, кисню – 21%, аргону – 0,93%, вуглекислого газу – 0,03%. Вода, в якій розчиняється повітря, знаходиться у відкритому посуді; початковий і рівноважний тиски однакові і рівні 101325 Па. Коефіцієнти розчинності при 273 К рівні: азоту – 0,024, кисню – 0,049, аргону – 0,058, вуглекислого газу – 1,71.

Відповідь: 62,3% N_2 ; 22% O_2 ; 1,794% Ar ; 1,706% CO_2 .

33. Тиск пари розчину, що містить 0,0529 кг Na_2SO_4 в 0,1 кг води, при 293 К дорівнює 2000 Па, а тиск пари над водою при цій же температурі – 2338 Па. Обчислити уявний ступінь дисоціації натрій сульфату.

Відповідь: 0,76.

34. Тиск пари розчину, що містить 11,05 г CaCl_2 в 0,5 кг води при 293 К дорівнює 2319,8 Па, а тиск пари води при цій самій температурі – 2338,5 Па. Обчислити уявну молекулярну масу і позірний ступінь дисоціації кальцій хлориду.

Відповідь: 49,4; 62,34%.

35. Осмотичний тиск 0,05 М розчину електроліту дорівнює 272500 Па при 273 К. Позірний ступінь дисоціації електроліту становить 70%. На скільки йонів дисоціює молекула електроліту?

Відповідь: 3.

36. Розчин нікель(II) сульфату і молібден(IV) броміду мають однакові молярні концентрації. Який із цих розчинів матиме більший осмотичний тиск, якщо ступені дисоціації обох солей однакові? Відповідь мотивуйте.

37. Константа дисоціації мурашиної кислоти при 298 К дорівнює $4,7 \cdot 10^{-4}$. Обчислити концентрацію НСООН, при якій ступінь її дисоціації становитиме 4,5%, і молярну концентрацію H^+ -іонів в цьому розчині.

Відповідь: 2,22 моль/л; 0,1 моль/л.

38. Обчислити концентрацію OH^- -іонів і ступінь дисоціації основи, що містить 93,13 г аніліну в 0,1 м³ розчину. Константа дисоціації $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ дорівнює $4,2 \cdot 10^{-10}$.

Відповідь: $2,05 \cdot 10^{-6}$ моль/л; $2,05 \cdot 10^{-4}$.

39. Обчислити активність цинк сульфату і активність йонів Zn^{2+} і SO_4^{2-} , якщо $\gamma_{\pm} = 0,148$, $c = 0,1$ моль/л, $T = 298\text{K}$.

Відповідь: $2,19 \cdot 10^{-4}$; $1,48 \cdot 10^{-2}$.

40. Обчислити йонну силу розчинів, що містять на 1 кг води: а) 0,1 моль НСІ; б) 0,001 моль CaCl_2 ; в) 0,01 моль $\text{Ti}_2\text{SO}_4 + 0,1$ моль H_2SO_4 ; г) 0,1 моль $\text{KCl} + 0,1$ моль HCl ; д) 0,01 моль $\text{CaCl}_2 + 0,01$ моль HCl ; е) 0,01 моль $\text{CaCl}_2 + 0,1$ моль Na_2SO_4 .

Відповідь: а) 0,1; б) 0,03; в) 0,33; г) 0,2; д) 0,04; е) 0,33.

41. Обчислити рН розчинів електролітів, вважаючи їх повністю дисоційованими: 0,00015 М HClO_4 ; 0,0004 М HCl ; 0,0005 М H_2SO_4 ; 0,00075 М KOH ; 0,00006 моль-екв/л $\text{Ca}(\text{OH})_2$; 0,000004 М $\text{Ba}(\text{OH})_2$.

Відповідь: 3,82; 3,4; 3,3; 10,86; 9,78; 8,9.

42. Розчинність барій гідроксиду при 273 К дорівнює $1,65 \cdot 10^{-3}$ кг на 0,1 кг води. Вважаючи, що густина розчину дорівнює 1 кг/дм³, а дисоціація повна, визначити рН цього розчину.

Відповідь: 12,98.

43. Константа дисоціації амоній гідроксиду при 298 К дорівнює $1,77 \cdot 10^{-5}$. Обчислити концентрацію йонів OH^- і H^+ і рН 0,1 М NH_4OH .

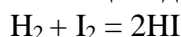
Відповідь: $1,33 \cdot 10^{-3}$ моль/л; $0,75 \cdot 10^{-11}$ моль/л; 11,12.

44. Скільки кг твердого натрію ацетату необхідно розчинити в $5 \cdot 10^{-5}$ м³ 0,04 М розчину оцтової кислоти, щоб рН утвореного розчину становив 5,43? Константа дисоціації оцтової кислоти дорівнює $1,7 \cdot 10^{-5}$.

Відповідь: $7,5 \cdot 10^{-6}$ кг.

До модулю 3

1. Реакція йде за рівнянням:



При 508 °С константа швидкості цієї реакції рівна $0,16 \text{ л} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{хв}^{-1}$. Обчислити початкову швидкість реакції, якщо вихідні концентрації реагуючих речовин були: $[\text{H}_2] = 0,04$

моль/л; $[I_2] = 0,05$ моль/л. Якою буде швидкість цієї реакції, коли $[H_2]$ знизиться до $0,03$ моль/л?

Відповідь: $3,2 \cdot 10^{-4}$ і $1,92 \cdot 10^{-4}$ моль·л⁻¹·хв⁻¹.

2. Для визначення розкладу щавлевої кислоти в концентрованій сульфатній кислоті при 323 К готували розчин 1/40 М щавлевої кислоти в 99,5%-ній сульфатній кислоті. Через певні проміжки часу t з суміші відбирали проби і визначали об'єм розчину перманганату калію V , що необхідний для титрування аліквоти в 10 мл.

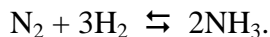
Одержані такі дані:

t , хв.	0	120	240	420	600	900	1440
V , мл	11,45	9,63	8,11	6,22	4,79	2,97	1,44

Визначити порядок реакції відносно щавлевої кислоти і константу швидкості.

Відповідь: перший порядок, $0,00145$ хв⁻¹.

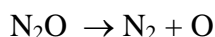
3. В закритій посудині знаходиться суміш газів, що складається з одного моль азоту і трьох моль водню. Реакція між газами протікає при нагріванні і в присутності каталізатора за рівнянням



У скільки разів зменшиться швидкість прямої реакції після того як прореагує $0,65$ моль азоту?

Відповідь: В 22,2 раз.

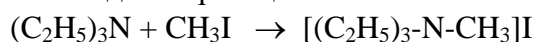
4. Розклад нітроген (I) оксиду на поверхні золота при високих температурах відбувається за рівнянням



Константа швидкості даної реакції рівна $0,0005$ при 900 °С. Початкова концентрація нітроген (I) оксиду $3,2$ моль/л. Визначити швидкість реакції при вказаній температурі в початковий момент і коли відбудеться розклад 78% нітроген оксиду.

Відповідь: $5,4$; $0,0844$.

5. Швидкість реакції



в нітробензолі визначалась при 298 К, при цьому знайдено, що

t , с	1200	1800	2400	3600	4500	5400
x , моль·л ⁻¹	0,00876	0,01066	0,01208	0,01392	0,01476	0,01538

Тут x – кількість триетиламіну або йодистого метилу, що прореагували за час t . Початкові концентрації аміну і йодистого алкілу дорівнюють $0,0198$ моль/л. Розглядувана реакція – другого порядку. Визначити константу швидкості.

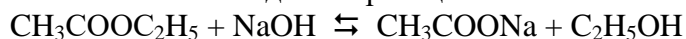
Відповідь: $0,0329$ л·моль⁻¹·с⁻¹.

6. Бімолекулярна реакція, для якої $c(A) = c(B)$, відбувається за 10 хв на 25% .

Скільки часу необхідно, щоб реакція відбулася на 50% при тій самій температурі?

Відповідь: $30,3$ хв.

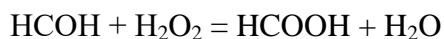
7. Константа швидкості реакції



дорівнює $5,4$ кмоль⁻¹·хв⁻¹·м³. Скільки процентів ефіру прореагує за 10 хв, якщо вихідні концентрації лугу і ефіру однакові і дорівнюють $0,02$ кмоль/м³?

Відповідь: 52% .

8. Мурашиний альдегід реагує з гідроген-пероксидом з утворенням мурашиної кислоти і води. Реакція



є двомолекулярною. При змішуванні рівних об'ємів одномолярних розчинів гідроген-пероксиду і мурашиного альдегіду через 2 години при 60 °С концентрація мурашиної кислоти стає рівною 0,215 моль/л. Обчислити константу швидкості реакції і визначити, через який час прореагує половинна кількість вихідних речовин.

Відповідь: $k = 0,7544 \text{ год}^{-1}$; 2 год 39,1 хв.

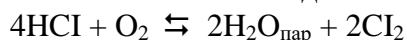
9. При взаємодії бромиду і етилового спирту добуто такі дані:

t, хв.	0	4
c ₁ , моль	0,00814	0,00610
c ₂ , моль	0,00424	0,00314

Визначити порядок реакції.

Відповідь: перший порядок.

10. Як зміниться швидкість прямої і зворотної реакції



при збільшенні тиску в два рази і незмінній температурі?

Відповідь: швидкість прямої реакції збільшиться в 32 рази, а зворотної – в 16 раз.

11. У скільки разів збільшиться швидкість реакції при підвищенні температури від 283 К до 403 К, якщо температурний коефіцієнт швидкості реакції дорівнює 2,5?

Відповідь: 59604,6 раз.

12. При якій температурі певна реакція закінчиться за 1,5 хв, якщо при 356 К вона закінчується за 25 хв? Температурний коефіцієнт швидкості реакції дорівнює 2,8.

Відповідь: 380,3 К.

13. Швидкість реакції при охолодженні від 363 до 293 К зменшилась у 8 разів. Визначити температурний коефіцієнт швидкості цієї реакції.

Відповідь: 1,35.

14. У скільки разів збільшиться швидкість реакції при підвищенні температури від 298 до 373 К, якщо енергія активації дорівнює 125,6 кДж/моль.

Відповідь: 26723 рази.

15. В присутності CN⁻-іонів бензальдегід перетворюється в бензоїл. Визначити енергію активації цього перетворення, якщо відомі такі дані:

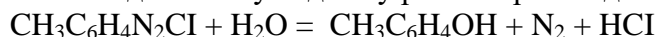
T, К	313,2	323,1	333,2
K, хв. ⁻¹	0,026	0,048	0,089

Відповідь: 57822,88 Дж/моль.

16. Для реакції розкладу парів оцтового альдегіду константа швидкості при температурі 460 °С рівна 0,035, а при 518 °С – 0,343 (концентрація виражена в моль/л, а час – в с). Визначити енергію активації даної реакції і константу швидкості її при 486 °С.

Відповідь: 189800 Дж/моль; 0,1002 хв⁻¹.

17. Сіль діазонію у водному розчині розкладається за рівнянням



Процес розкладу протікає як реакція першого порядку. Константи швидкості реакції при 24,7 і 30 °С відповідно рівні $9 \cdot 10^{-3}$ і $13 \cdot 10^{-3} \text{ хв}^{-1}$. Обчислити константу швидкості цієї реакції при 35 °С і час, протягом якого при цій температурі розкладається 99,9% солі діазонію.

Відповідь: $K = 16,37 \cdot 10^{-3} \text{ хв}^{-1}$; 422,1 хв.

18. Запишіть рівняння реакцій, що протікають на електродах і в колі в цілому, для наступних гальванічних елементів:

- а) $\text{Mg} | \text{MgSO}_4 || \text{NiSO}_4 | \text{Ni}$;
б) $\text{Zn} | \text{ZnCl}_2 || \text{KCl}_{(\text{нас})}, \text{Hg}_2\text{Cl}_2 | \text{Hg}$;
в) $\text{Cd} | \text{CdSO}_4, \text{Hg}_2\text{SO}_4 | \text{Hg}$.

19. В якому напрямку будуть переміщуватись електрони в зовнішньому колі наступних гальванічних елементів:

- а) $\text{Mg} | \text{Mg}^{2+} || \text{Pb}^{2+} | \text{Pb}$;
б) $\text{Pb} | \text{Pb}^{2+} || \text{Cu}^{2+} | \text{Cu}$;
в) $\text{Cu} | \text{Cu}^{2+} || \text{Ag}^+ | \text{Ag}$,

якщо всі розчини електrolітів одномолярні? Який метал буде розчинятись у кожному із цих випадків?

20. Гальванічний елемент складається з срібного електроду, зануреного в 1М розчин AgNO_3 , і стандартного водневого електроду. Написати рівняння електродних процесів і сумарної реакції, що протікає при роботі елемента. Чому рівна його ЕРС?

Відповідь: 0,80 В.

21. ЕРС гальванічного елемента, що складається із стандартного водневого електроду і свинцевого електроду, зануреного в 1М розчин солі цього металу, рівна 126 мВ. При замиканні елемента електрони в зовнішньому колі переміщуються від свинцевого до водневого електроду. Скласти схему. Які процеси протікають на електродах?

22. Розрахувати електродні потенціали магнію в розчині його солі з концентраціями йону Mg^{2+} 0,1; 0,01 та 0,001 моль/л.

Відповідь: -2,39 В; -2,42 В; -2,45 В.

23. ЕРС елемента $\text{Hg} | \text{Hg}_2\text{Cl}_2(\text{т}), \text{KCl} (0,1\text{M}) || \text{AgNO}_3 | \text{Ag}$ дорівнює 0,236 В при 298 К. Написати рівняння реакції, що протікає при роботі елемента, і визначити потенціал срібного електроду, якщо потенціал каломельного електроду при 298 К дорівнює 0,334 В.

Відповідь: 0,570 В.

24. При 298 К потенціал золотого електроду Au^{3+}/Au ($a = x$) дорівнює 1,4585 В. Визначити активність іонів золота, якщо стандартний потенціал золота дорівнює 1,498 В.

25. Якою повинна бути концентрація іонів міді в розчині, щоб електродний потенціал міді при 25 °С був рівний нулю? Стандартний електродний потенціал ε^0 (Cu^{2+}/Cu) = 0,34 В.

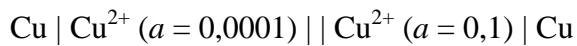
Відповідь: $3,802 \cdot 10^{-12}$ моль-іон/л.

26. ЕРС елемента, що складений з насиченого каломельного електроду і водневого електроду, в досліджуваному розчині при 298 К дорівнює 0,915 В. Обчислити рН розчину, концентрацію іонів водню і гідроксид-іонів. Потенціал насиченого каломельного електроду дорівнює 0,2438 В.

Відповідь: 11,37; $4,27 \cdot 10^{-12}$ моль/л; $2,344 \cdot 10^{-3}$ моль/л.

27. Обчислити ЕРС при 298 К для таких елементів:

- $\text{Cu} | \text{Cu}^{2+} (a = 0,001) || \text{Cu}^{2+} (a = 0,1) | \text{Cu}$
 $\text{Cu} | \text{Cu}^{2+} (a = 0,01) || \text{Cu}^{2+} (a = 0,1) | \text{Cu}$



Написати рівняння реакцій, що протікають на позитивному і негативному електродах. Стандартний електродний потенціал $\varepsilon^0 (\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}) = 0,34\text{В}$.
Відповідь: 0,0592 В; 0,0298 В; 0,0888 В.

28. Які процеси відбуваються на електродах гальванічного елементу $\text{Zn} | \text{Zn}^{2+} (c_1) || \text{Zn}^{2+} (c_2) | \text{Zn}$? В якому напрямку переміщуються електрони в зовнішньому колі?

29. ЕРС елемента, що складається з мідного і свинцевого електродів, занурених в 1М розчини солей цих металів, рівна 0,47 В. Чи зміниться ЕРС, якщо взяти 0,001М розчини? Відповідь обґрунтуйте.

30. Для елемента Даніеля при 298 К було знайдено, що ЕРС елемента дорівнює 1,09337 В і $dE/dT = 0,000429 \text{ В/К}$. Визначити зміну ентальпії реакції, що протікає в елементі.
Відповідь: 186,35 кДж/моль.

31. Обчислити ізобарний потенціал, теплоту утворення і ентропію Hg_2Cl_2 ($T = 298 \text{ К}$, $p = 1 \text{ атм.}$), побудувавши такий гальванічний ланцюг:



якщо відомо, що $E = 0,0455 \text{ В}$, $dE/dT = 3,38 \cdot 10^{-4} \text{ В/К}$ при 298 К, $\Delta G^0 (\text{AgCl}) = -109348,8 \text{ Дж/моль}$, $\Delta H^0 (\text{AgCl}) = 126654 \text{ Дж/моль}$, $\Delta S^0 (\text{AgCl}) = 96,0146 \text{ Дж/К}$; $\Delta S^0_{(\text{реак})} = 32,604 \text{ Дж/К}$; $S^0 (\text{Hg}) = 76,076 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}$; $S^0 (\text{Ag}) = 42,636 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}$.

Відповідь: $\Delta G^0 = -209919,6 \text{ Дж/моль}$; $\Delta H^0 = -263967 \text{ Дж/моль}$; $\Delta S^0 = 194,955 \text{ Дж/моль}\cdot\text{К}$.

9. Методи навчання

Вивчення дисципліни «Фізична і колоїдна хімія» потребує використання трьох пов'язаних один з одним форм занять: лекцій, лабораторного практикуму та самостійної роботи здобувачів вищої освіти. Основою навчального процесу є лекції, що визначають зміст лабораторного практикуму та дають напрямок самостійної роботи здобувачів вищої освіти. В лекціях викладаються найбільш суттєві питання, що недостатньо висвітлені в навчальній літературі, поняття та закономірності. Важливою складовою процесу вивчення є лабораторний практикум. Робота в лабораторії допомагає у закріпленні лекційного матеріалу, розвиває у здобувачів вищої освіти навички наукового експерименту, дослідницький підхід до вивчення хімії, логічне мислення. До однієї з головних форм вивчення дисципліни відноситься самостійна та індивідуальна робота здобувачів вищої освіти, на яку відведена значна доля часу.

Методи навчання: а) які забезпечують опанування навчального предмета (словесні, візуальні, практичні, репродуктивні, проблемно-пошукові, індуктивні, дедуктивні); б) які стимулюють та мотивують навчально-наукову діяльність (спостереження, метод експерименту, метод наукового пошуку); в) методи контролю у навчальній діяльності (усний контроль, письмовий, тестовий, практична перевірка, а також методи самоконтролю і самооцінки).

Інтерактивні методи, форми і прийоми: аналіз помилок, аудіовізуальний метод навчання; брейнстормінг («мозковий штурм»); навчальні дискусії; ділова (рольова) гра; «займи позицію»; коментування, майстер-класи; метод аналізу і діагностики ситуації; метод проєктів; моделювання; проблемний метод; публічний виступ; робота в малих групах; тренінги індивідуальні та групові та ін.

10. Методи контролю

У процесі контролю рівня засвоєння знань, умінь, навичок здобувачів вищої освіти з дисципліни «Фізична і колоїдна хімія» використовуються методи: усний контроль, письмовий контроль, тестовий, самоконтроль, метод практичної перевірки.

Також використовуються інтерактивні форми і методи оцінювання знань, умінь і навичок здобувачів вищої освіти, зокрема: ділові ігри, «круглі столи», прес-конференції, дискусії, обговорення-виступи, повідомлення-огляди, олімпіади-турніри, тренінги.

Методи усної перевірки – попередній та поточний контроль – виступ, обґрунтування і аналіз схем, таблиць.

Методи практичної перевірки – поточний, тематичний контроль – проведення лабораторного дослідження, виконання індивідуальних завдань різного спрямування.

Методи письмової перевірки – тематичний, періодичний і підсумковий контроль – контрольні роботи, тестування, хімічні диктанти.

11. Критерії оцінювання результатів навчання

Критерії оцінювання результатів навчання	
Високий (А) 90 – 100 % відмінно	Здобувач вищої освіти виявляє високий рівень теоретичних знань: аналізує, систематизує, використовує міжпредметні зв'язки, робить узагальнення та аргументовані висновки. Здобувач вищої освіти вміє синтезувати знання по окремих темах; використовує здобуті знання і вміння в нестандартних ситуаціях, здатний вирішувати проблемні питання. Здобувач вищої освіти самостійно виконує лабораторні роботи, раціонально використовуючи обладнання і реактиви; описує спостереження; правильно складає та захищає звіт, що містить обґрунтовані висновки. Самостійні роботи містять змістовні відповіді на теоретичні питання; наведені правильні розв'язки практичних завдань. Відповідь здобувача вищої освіти відрізняється точністю формулювань, логікою, достатній рівень узагальненості знань. Здобувач вищої освіти самостійно орієнтується в потоці інформації з дисципліни; здатний проаналізувати й узагальнити результат.
Середній (В, С) 75 – 89% добре	Здобувач вищої освіти виявляє середній рівень теоретичних знань, відповідь дає в цілому правильну, достатньо повну, логічну; допускає несуттєві помилки та неточності. Здобувач вищої освіти виконує лабораторні роботи переважно самостійно, описує спостереження; в цілому правильно складає і захищає звіт, робить висновки. Самостійні роботи містять правильні відповіді на всі питання, деякі відповіді недостатньо змістовні. Здобувач вищої освіти може самостійно застосовувати знання в стандартних ситуаціях, його відповідь логічна, але розуміння не є узагальненим.
Достатній (Д, Е) 61 – 74% задовільно	Здобувач вищої освіти виявляє достатній рівень теоретичних знань; відповідь дає частково правильну або недостатньо обґрунтовану. Здобувач вищої освіти відтворює основні поняття і визначення курсу, але досить поверхово, не виділяючи взаємозв'язок між ними, може сформулювати з допомогою викладача основні положення теорії; допускає неточні і не повні відповіді, не чітко їх формулює, робить окремі помилки у відповіді, але може їх усунути під керівництвом викладача, недостатньо володіє термінологією. Здобувач вищої освіти самостійно виконує окремі хімічні досліди, дотримуючись інструкцій; описує хід виконання дослідів; складає звіт, що містить неточності у висновках та помилки в рівняннях реакцій. Всі завдання самостійної роботи опрацьовані; відповіді на суттєву кількість питань дуже стислі або поверхові.
Низький (FХ, F) 1 – 60%	Здобувач вищої освіти виявляє недостатній рівень теоретичних знань; відповідь містить значну кількість суттєвих помилок, не обґрунтована.

незадовільно	Здобувач вищої освіти не розв'язує задачі. Здобувач вищої освіти виконує найпростіші хімічні дослідження під керівництвом викладача; складає неохайно оформлений звіт, що містить велику кількість помилок, відсутні висновки. Відповідь здобувача вищої освіти при відтворенні навчального матеріалу елементарна, фрагментарна, зумовлена нечіткими уявленнями щодо педагогічних процесів. У відповіді цілком відсутня самостійність. Здобувач вищої освіти знайомий лише з деякими основними поняттями та визначеннями курсу, з допомогою викладача може сформулювати лише деякі основні положення.
---------------------	---

Поточний контроль здійснюється на кожному занятті відповідно з конкретними цілями, а також під час індивідуальної роботи викладача зі здобувачем вищої освіти для тих тем, які здобувач вищої освіти опрацьовує самостійно і вони не входять до структури практичного заняття.

Оцінка практичної підготовки здобувачів вищої освіти – за результатом виконання практичної частини – оформлюється у вигляді звіту.

Максимальна кількість балів за теми становить 10 балів: (7 тем по 10 балів). Індивідуальне навчально-дослідне завдання (ІНДЗ) полягає у розв'язанні задач з фізичної і колоїдної хімії. Максимальна оцінка за індивідуальне навчально-дослідне завдання дорівнює 20 балів (10 задач по 2 бала). Підсумковий контроль здійснюється по завершенню вивчення дисципліни у формі екзамену. До екзамену допускаються здобувачі вищої освіти, які виконали всі види робіт, передбачені програмою навчальної дисципліни, та при вивченні дисципліни набрали кількість балів, не меншу за мінімальну. Форма проведення екзамену є стандартною і включає контроль теоретичної і практичної підготовки. Екзамен проводиться під час екзаменаційної сесії згідно розкладу і включає: 50 тестів, які оцінюються по 0,2 бала (50 хвилин). Максимальна кількість балів, яку може набрати студент при складанні екзамену становить 10.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Модуль 1 Поточне тестування та самостійна робота							Модуль 2 ІНДЗ	ПТ	Сума
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2			20	10	100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7			
10	10	10	10	10	10	10			

13. Шкала оцінювання:

Сума балів	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ЄКТС
90 - 100	відмінно	A
82 - 89	добре	B
75 - 81		C
69 - 74	задовільно	D
60 - 68		E
35 - 59	незадовільно з можливістю повторного складання	FX
1 - 34	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	F

14. Рекомендована література

Основна

1. Фізична та колоїдна хімія: Навч. пос. / А. І. Кострицький, О. Ю. Калінков, В. М. Тищенко, О. М. Берегова – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 496 с.
2. Мороз А. С. Фізична та колоїдна хімія / А. С. Мороз, А. Г. Ковальова – Львів: Світ, 1994. – 280 с.
3. Каданер Л. І. Фізична та колоїдна хімія / Л. І. Каданер – Київ: Вища школа, 1983. – 288 с., іл.
4. Білий О. В. Фізична хімія / О. В. Білий – Київ: ЦУЛ, Фітосоціоцентр, 2002. – 364 с. Колоїдна хімія / Воловик Л. С., Ковалевська Є. І., Манк В. В. і ін. – К., 1999.
5. Хмельницький Г. А. Физическая и коллоидная химия / Г. А. Хмельницький – М. : Высшая школа, 1988.
6. Ахметов Б. В. Задачи и упражнения по физической и коллоидной химии / Б. В. Ахметов – Л. : Химия, 1989.
7. Фролов Ю. Г. Курс коллоидной химии / Ю. Г. Фролов – М.: Химия, 1982. – 426 с.
8. Воюцкий С. С. Курс коллоидной химии / С. С. Воюцкий – М.: Химия, 1964, 1975.- 540 с.
9. Основи колоїдної хімії: фізико-хімія поверхневих явищ і дисперсних систем: Підручник / М. О. Мчедлов-Петросян, В. І. Лебідь, О. М. Глазкова та ін. : за ред. М.О.Мчедлова-Петросяна. – Х., ХНУ імені В.Н.Каразіна, 2004р. – 300 с.
10. Фридрихсберг Д. А. Курс коллоидной химии / Д. А. Фридрихсберг – М.: Химия, 1984.

Допоміжна

1. Мушкамбаров Н.Н. Физическая и коллоидная химия. – М.: Геотар – мед, 2001.
2. Даниельс Ф., Альберти Р. Физическая химия. – М.:Высшая школа, 1967.
3. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия. – М.: Высшая школа, 2001.
4. Захарченко В. Н. Коллоидная химия / В. Н. Захарченко. – М.: Высшая школа, 1974.
5. Голиков Г.А. Руководство по физической химии. – М.: Высшая школа, 1988.
6. Кнорре Д.Г., Крылова Л.Ф., Музыкантов В.С. Физическая химия. – М.: Высшая школа, 1990.
7. Николаев Л.А., Тулупов В.А. Физическая химия. – М.: Высшая школа, 1967.
8. Равич – Щербо М.И., Новиков В.В. Физическая и коллоидная химия. – М.: Высшая школа, 1975.
9. Практикум по физической химии / Под ред. С.В.Горбачева. – М.: Высш. шк., 1974.
10. Практикум по физической и коллоидной химии. Под редакцией Воробьева Н. К. – М.: Химия, 1984.

15. Методичне забезпечення

1. Інтерактивний комплекс навчально-методичного забезпечення дисципліни (ІКНМЗД).
2. Нормативні документи; ілюстративні матеріали.
3. Мультимедійні засоби (електронні підручники, словники, відео-матеріали; ресурси Інтернету).
4. Система дистанційного навчання «Moodle».

16. Інформаційні ресурси

1. <http://library.chem.univ.kiev.ua> – Велика бібліотека підручників з хімії хімічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка.
2. <http://nduv.gov.ua> - бібліотека ім. В. І. Вернадського.
3. <http://ekniga.com.ua> – інформаційно-пошукова система-каталог з електронної літератури: книжки, довідники, словники, енциклопедії, підручники і т. д.
4. <http://7ua.net> – електронна бібліотека: енциклопедії, словники, підручники, будь-яка література.
5. <http://lib.com.ua> – сайт електронної бібліотеки.
6. <http://www.anriintern.com/chemistry>. Хімічна література.