

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ ІНСТИТУТ

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Директор АДІ ДВНЗ «ДонНТУ»
М. М. Чальцев
18.04.2012р

Кафедра «Загальнонаукові дисципліни»

**МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК
ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ З ХІМІЇ ДЛЯ СТУДЕНТІВ-
ЗАОЧНИКІВ ГАЛУЗІ ЗНАНЬ 0701 «ТРАНСПОРТ І ТРАНСПОРТНА
ІНФРАСТРУКТУРА» НАПРЯМІВ ПІДГОТОВКИ: 6.070106 –
«АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ» І 6.070101 – «ТРАНСПОРТНІ
ТЕХНОЛОГІЇ (АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ)»**

15/44-2012-03

«РЕКОМЕНДОВАНО»
Навчально-методична комісія
факультету
«Автомобільний транспорт»
Протокол № 7 від 20.03.2012р.

«РЕКОМЕНДОВАНО»
Кафедра
«Загальнонаукові дисципліни»
Протокол № 8 від 14.03.2012р.

«РЕКОМЕНДОВАНО»
Навчально-методична комісія
факультету
«Транспортні технології»
Протокол № 8 від 11.04.2012р.

УДК 546.1(07)

Методичний посібник до виконання контрольних робіт з хімії для студентів-заочників галузі знань 0701 «Транспорт і транспортна інфраструктура» напрямів підготовки: 6.070106 – «Автомобільний транспорт» і 6.070101 – «Транспортні технології (автомобільний транспорт)» [Електронний ресурс] / укладач: А. П. Карпинець. – Електрон. дані. – Горлівка: ДВНЗ «ДонНТУ» АДІ, 2014. – 1 електрон. опт. диск (CD-R); 12 см. – Систем. вимоги: Pentium; 32 MBRAM; WINDOWS 98/2000/NT/XP; MS Word 2000. – Назва з титул. екрану.

Викладено методику виконання контрольних робіт з хімії, тематичний зміст і програму дисципліни. Наведено рекомендації з організації й контролю самостійної роботи студентів-заочників, приклади розв'язання задач з відповідними поясненнями, необхідний довідковий матеріал.

Укладач: Карпинець А. П., к.х.н., доц.

Відповідальний за випуск: Карпинець А.П., к.х.н., доц.

Рецензенти: Базаянц Г. В., д.т.н., проф.

Сирота В. М., к.т.н., доц.
каф. «Технічна експлуатація
автомобілів»

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ ДИДАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	4
Програма з дисципліни «Хімія» для студентів спеціальностей «Автомобілі та автомобільне господарство» й «Транспортні технології».....	6
ТЕМА 1 Будова атомів і систематика хімічних елементів.....	10
ТЕМА 2 Періодичний закон і періодична система елементів Д. І. Менделєєва.....	13
ТЕМА 3 Хімічний зв'язок і геометрія складних молекул.....	17
ТЕМА 4 Енергетика хімічних реакцій.....	19
ТЕМА 5 Хімічна кінетика й рівновага.....	27
ТЕМА 6 Способи вираження концентрацій розчинів.....	32
ТЕМА 7 Фізико-хімічні властивості розчинів.....	35
ТЕМА 8 Хімічні джерела електричного струму.....	38
ТЕМА 9 Електроліз розплавів та водних розчинів.....	42
ТЕМА 10 Корозія металів і захист від неї.....	45
ТЕМА 11 Аналітичні реакції та фізико-хімічні методи моніторингу й захисту довкілля.....	49
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	52
ДОДАТОК А Варіанти контрольних робіт для студентів груп АТР і АТР (ПР).....	53
ДОДАТОК Б Варіанти контрольних робіт для студентів спеціальності «Транспортні технології».....	56

ЗАГАЛЬНІ ДИДАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

Хімія – одна з фундаментальних природничонаукових дисциплін, яку вивчають студенти спеціальностей «Автомобілі та автомобільне господарство» (АТР) і «Транспортні технології» (ТТ).

Хімія – це наука про речовини, їхні перетворення та способи керування цими перетвореннями, тобто хімічними реакціями. Знання хімії необхідне для плідної творчої діяльності спеціаліста у будь-якій галузі національної економіки, у тому числі автомобільного транспорту (АТР) та його інфраструктурі. Сучасні фахівці АТР і ТТ у своїй практичній діяльності неодмінно зустрічаються зі складними фізико-хімічними явищами (горіння палив, робота джерел струму, корозія й захист від неї та інші), з властивостями експлуатаційних, інструментальних та інших технічних матеріалів, асортимент яких зараз все більш широкий та різноманітний. Об'єм хімічних знань для спеціалістів АТР і ТТ визначається також проблемами, що виникають при вирішенні екологічних задач під час організації перевезень й регулювання дорожнього руху.

Дисципліна складається з таких розділів:

1. Будова неорганічних й органічних сполук.
2. Загальні закономірності хімічних процесів. Розрахунки концентрацій забруднювачів довкілля.
3. Розчини неелектролітів і електролітів. Контроль та засоби очистки середовища від забруднення.
4. Електрохімічні процеси. Сучасні фізико-хімічні методи й прилади для моніторингу токсикантів, обумовлених АТР.
5. Спеціальні розділи хімії. Перспективні конструкційні матеріали в автомобілебудуванні. Хімія й охорона навколишнього середовища. Вибір методів захисту довкілля на основі типових рішень.

Мета вивчення дисципліни – оволодіння теоретичними та практичними знаннями з хімії, уміннями й навичками керування хімічними процесами, необхідними для засвоєння інших природничонаукових і спеціальних дисциплін, а також успішної трудової діяльності.

Основними задачами вивчення дисципліни є:

- вивчення основних принципів електронної будови елементів, їхніх найважливіших сполук, у тому числі антропогенного походження;
- вивчення термодинамічних і кінетичних закономірностей хімічних реакцій;
- засвоєння основних методів термодинамічних і кінетичних розрахунків хімічних і електрохімічних процесів;
- розвиток у студентів умінь і навичок в області структури й фізико-хімічних властивостей конструкційних, інструментальних, полімерних та

наноматеріалів, що використовуються на АТР та під час моніторингу й охорони довкілля.

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

- *знати:*
 - основні хімічні й електрохімічні закони;
 - принципи електронної будови органічних і неорганічних речовин, у тому числі забруднювачів довкілля;
 - вплив структури на реакційну здатність сполук в хімічних й електрохімічних процесах;
- *мати навички:*
 - розраховувати термодинамічні й кінетичні параметри хімічних реакцій і агрегатних перетворень;
 - на основі термодинамічних розрахунків передрікати можливість здійснення реакцій утворення різних токсикантів;
 - передбачати наслідки взаємодії різних хімічних сполук і на цій основі встановлювати вимоги щодо упаковки й умов перевезення вантажів на АТР;
 - за допомогою певних методик та лабораторного обладнання визначати рівень і обсяг забруднення довкілля, вибирати методи його захисту на основі типових рішень.

Вивчати дисципліну доцільно за розділами й темами, згідно наведеної програми й рекомендованої літератури.

Основний вид навчальних занять студентів-заочників - самостійна робота (СРС) над матеріалом. У курсі «Хімія» СРС складається з наступних елементів: вивчення дисципліни за підручниками й посібниками; виконання контрольних завдань; підготовка до лабораторного практикуму. Студенти спеціальностей АТР(ПР) і ТТ вивчають дисципліну «Хімія» у першому семестрі, а АТР – у другому.

Під час аудиторних занять студенти слухають лекції (переважно оглядового характеру) й виконують лабораторний практикум згідно з спеціальним посібником [7]. На консультаціях студенти отримують відповіді на всі питання в усній або письмовій формах.

Студентам-заочникам необхідно ознайомитися зі змістом цього посібника, розглянути приклади рішення типових задач до контрольних робіт (КР). Вважаємо доцільним складання конспекту теоретичного матеріалу.

Варіант КР вибирається в таблицях цього посібника (ДОДАТКИ А і Б) за двома останніми цифрами залікової книжки студента. Завдання КР складається з 11 задач. Роботи, що виконані не за варіантом, не рецензуються. Умови всіх задач треба вказувати обов'язково. Роботу, яку допущено до захисту, слід захистити під час бесіди з викладачем.

КР повинна бути здана у терміни, зазначені в навчальних графіках. При незадовільному виконанні КР її повертають студенту для виправлення.

ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ «ХІМІЯ» ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ «АВТОМОБІЛІ ТА АВТОМОБІЛЬНЕ ГОСПОДАРСТВО» І «ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

Передмова

Звертаємо увагу студентів на наступне. Програма курсу «Хімія» відображає тематичний зміст дисципліни й складається з теоретичної й прикладної частин. При цьому питання, що викладені у «Вступі», а також в розділах 1 – 4 слід вивчати студентам спеціальностей АТР і ТТ, а розділ 5, де основний акцент зроблено на специфіку майбутньої спеціальності фахівців – окремо.

Список рекомендованої літератури для засвоєння програмного матеріалу всієї дисципліни надається в кінці цього посібника, а окремих її тем – у формі коментарів до оволодіння основними законами хімії й опанування технікою хімічних розрахунків, у тому числі з використанням ПЕОМ.

Вступ

Хімія як наука, що вивчає склад, будову, властивості й процеси перетворення речовин. Матерія й поле, їхній взаємозв'язок. Предмет хімії та її зв'язок з іншими науками. Роль хімії у формуванні наукового світогляду, у вивченні природи й розвитку техніки. Хімія й прискорення науково-технічного прогресу на автомобільному транспорті та в транспортних технологіях. Основні хімічні закони: закон збереження маси, сталості складу, еквівалентів, періодичний закон Д. І. Менделєєва.

Розділ 1. Будова нерганічних й органічних сполук

1. *Квантовомеханічна модель будови атомів.* Корпускулярно – хвильова природа електрона. Рівняння де Бройля. Принцип невизначеності Гейзенберга. Фізичний зміст чотирьох квантових чисел. Принцип Паулі. Правила Гунда й Клечковського.

2. *Будова атомів і систематика хімічних елементів.* Електронні конфігурації атомів s, p, d і f -елементів. Світоглядна оцінка нових відкриттів у пізнанні складної структури атомів. Хімія елементів головних і побічних підгруп.

3. *Періодичний закон Д. І Менделєєва у світлі сучасних уявлень про будову атомів.* Енергія йонізації як міра металевих властивостей елемента, її зміна у групах та періодах системи Д. І. Менделєєва. Електронегативність,

енергія спорідненості атома з електроном і їх зміни в групах і періодах. Кислотно – основний характер оксидів і гідроксидів s, p, d і f -елементів. Антропогенні забруднювачі гідросфери, атмосфери й літосфери.

4. *Хімічний зв'язок і валентність елементів.* Метод валентних зв'язків. Механізм утворення молекули водню. Властивості ковалентного зв'язку: здатність до насичення, напрямленість, полярність.

5. *Хімічний зв'язок і геометрія складних молекул.* σ , π -зв'язки. Явище гібридизації й форма молекул BeF_2 , BF_3 , CH_4 . Основи метода молекулярних орбіталей. Йонний, донорно-акцепторний і водневий зв'язок та їхній вплив на фізико-хімічні властивості органічних і неорганічних речовин. Методи теоретичного і експериментального дослідження в хімії.

Розділ 2. Загальні закономірності хімічних процесів. Розрахунки концентрацій забруднювачів довкілля

1. *Енергетика хімічних реакцій.* Термохімічні закони (Лапласа-Лавуаз'є, Гесса). Ентальпія, ентропія й природа речовин. Енергія Гіббса та її зміни в хімічних процесах. Практичне використання термодинамічних розрахунків: оцінка калорійної здатності нафтових й синтетичних палив, оцінка можливостей і умов здійснення хімічних реакцій. Розрахунки концентрацій забруднювачів довкілля.

2. *Кінетика хімічних реакцій у гомогенних і гетерогенних системах.* Основний закон хімічної кінетики. Енергія активації. Правило Вант-Гоффа, рівняння Арреніуса. Каталіз гомогенний та гетерогенний. Хімічна рівновага й принцип Ле Шательє-Брауна. Розрахунок хімічної рівноваги на ПЕОМ (за участю токсикантів).

Розділ 3. Розчини неелектролітів й електролітів. Контроль та засоби очистки середовища від забруднення

1. *Механізм утворення розчинів.* Фізико-хімічні явища при розчиненні. Встановлення концентрацій шкідливих речовин. Властивості розчинів неелектролітів. Закони Рауля. Застосування неелектролітів на автомобільному транспорті. Контроль та засоби очистки середовища від забруднення.

2. *Властивості розчинів електролітів.* Механізм процесу електролітичної дисоціації. Ступінь дисоціації. Ізотонічний коефіцієнт. Сильні, слабкі та електроліти середньої сили. Йонні рівняння реакцій. Кондуктометричне визначення токсикантів. Внесок вітчизняних вчених (В. І. Писаржевський, М. А. Ізмайлов) у розробку теорії розчинів. Методи захисту довкілля від впливу шкідливих речовин.

3. *Окисно-відновні реакції (ОВР).* Складання рівнянь ОВР. Елементи-

ДВНЗ «ДонНТУ» Автомобільно-дорожний інститут

відновники і елементи-окисники та їх розміщення в системі Д. І. Менделєєва. Вплив середовища на ОВР. Застосування ОВР на автомобільному транспорті, а також під час контролю забруднення навколишнього середовища та його захисту.

Розділ 4. Електрохімічні процеси. Сучасні фізико-хімічні методи й прилади для моніторингу токсикантів, обумовлених АТР

1. *Хімічні джерела електричного струму (ХДЕС). Електрохімічна корозія та захист від неї.* Електродні потенціали металів та їхнє вимірювання. Будова подвійного електричного шару на межі розподілу метал-розчин. Елементи Даніеля-Якобі, Вольта. Акумулятори-кислотні, лужні й специфіка їхнього використання на транспорті. Паливні елементи й перспективи, їх застосування на автомобільному транспорті. Механізм електрохімічної корозії; методи захисту металів і сплавів від корозії. Потенціометрія в контролі забруднення довкілля.

2. *Хімічні властивості металів і сплавів.* Хімічна корозія металів під час їх взаємодії з водою, киснем, розчинами гідроксидів, кислот, солей, з іншими агресивними середовищами. Захист від корозії металів і сплавів на автомобільному транспорті, а також під час організації дорожнього руху. Виробництво корозійно-стійких сплавів в Україні. Визначення забруднення повітря, стічних вод і ґрунтів токсикантами. Засоби очистки повітря, гідро- і літосфери.

3. *Електроліз розплавів та водних розчинів.* Послідовність розряду молекул і йонів на катоді та аноді. Закони Фарадея. Первинні та вторинні продукти електролізу для одержання легких конструкційних металів, сплавів та металевих й металополімерних покриттів для автомобільного транспорту. Кулонометричне визначення шкідливих речовин (оксиди Сульфуру, Нітрогену, катіонів d -елементів).

Розділ 5. Спеціальні розділи хімії для студентів АТР і АТР(ПР). Перспективні конструкційні матеріали в автомобілебудуванні

1. *Легкі конструкційні метали.* Вирішення проблеми легких конструкційних матеріалів в Україні. Способи добування металів з руд. Фізико-хімічні властивості Берилію, Магнію, Титану й Алюмінію. Алюмотермія. Жорсткість природної води й засоби її усунення. Хімічний захист довкілля.

2. *Хімія d -елементів.* Метали родин Феруму, Купруму, Цинку. Загальна характеристика й особливості будови d -елементів VIII групи. Родина Fe (Ферум, Кобальт, Нікол). Ферум, знаходження в природі, властивості, характеристика залізних руд. Чавун та його переробка у сталь. Легіровані сталі.

Кобальт і Нікол, їхні властивості й області застосування. Розвиток чорної та кольорової металургії в Україні. Купрум, його одержання й властивості. Комплексне використання сировини й копалин при одержанні міді. Мідні сплави та їхнє застосування. Цинк, Кадмій, Меркурій – їхнє одержання, властивості, використання. Станум і Плюмбум.

3. *Органічні сполуки та їх специфічні властивості.* Теорія будови органічних сполук О. М. Бутлерова та її сучасна інтерпретація. Ізомерія. Класифікація органічних сполук; найважливіші властивості органічних речовин. Використання органічних сполук на автомобільному транспорті, під час вирішення екологічних проблем.

4. *Органічні полімерні матеріали.* Методи синтезу високомолекулярних сполук (ВМС) – полімеризація, кополімеризація, поліконденсація. Механізм і кінетика цих процесів. Фізико-хімічні властивості полімерів. Хімія полімерних конструкційних і композиційних матеріалів. Перспективи використання полімерів в автомобілебудівництві та під час експлуатації автомобілів.

Розділ 5. Спеціальні розділи хімії для студентів ТТ. Перспективні конструкційні матеріали в автомобілебудуванні. Хімія й охорона навколишнього середовища. Вибір методів захисту довкілля на основі типових рішень

1. *Легкі конструкційні метали.* Вирішення проблеми легких конструкційних матеріалів в Україні. Способи добування металів з руд. Фізико-хімічні властивості Берилію, Магнію, Титану й Алюмінію та сплавів на їх основі. Алюмотермія. Перспективи застосування наноматеріалів в транспортних технологіях. Жорсткість природної води й засоби її усунення. Хімічний захист навколишнього середовища.

2. *Специфічні властивості органічних сполук.* Теорія будови органічних сполук О. М. Бутлерова та її сучасна інтерпретація. Ізомерія. Класифікація органічних речовин; їх основні властивості. Реакції за участю органічних речовин. Використання органічних сполук на АТР, під час організації дорожнього руху, а також моніторингу й захисту довкілля.

3. *Органічні полімерні матеріали.* Методи синтезу високомолекулярних сполук (ВМС): полімеризація, кополімеризація, поліконденсація. Механізм і кінетика цих процесів. Фізико-хімічні властивості полімерів. Хімія полімерних конструкційних й композиційних матеріалів. Перспективи використання полімерів і пластмас в автомобілебудівництві, під час експлуатації автомобілів та організації дорожнього руху. Хімія й охорона навколишнього середовища. Сучасні фізико-хімічні методи та прилади для визначення токсичності шкідливих речовин, обумовлених АТР. Вибір методів захисту навколишнього середовища на основі типових рішень.

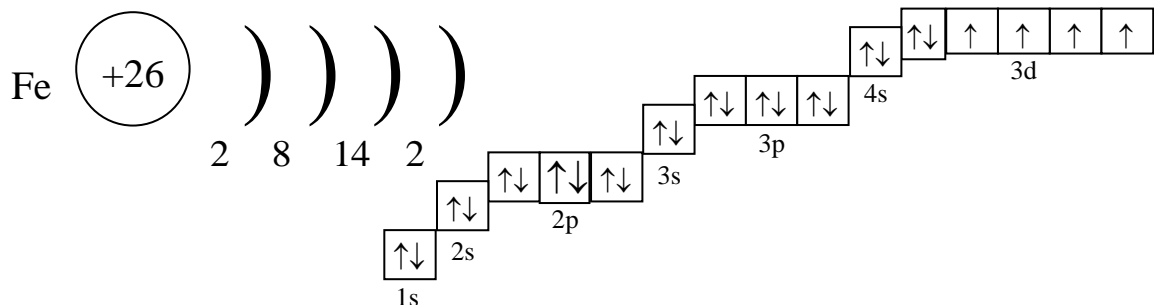
Під час вирішення задач цієї теми рекомендуємо вивчити теоретичний матеріал за підручником [1; с. 25-33] і скористатися наступними прикладами.

Приклад 1. Складіть електронну формулу атома Феруму, підкресліть валентні електрони.

Розв'язання. Атом Феруму знаходиться у 4 періоді, VIII групі, побічній підгрупі.

Його повна електронна формула:

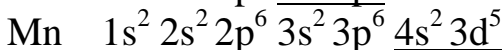
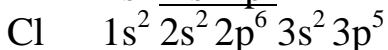
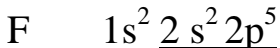
$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^6$, а електронно-графічна формула:



Елемент Fe належить до d-типу, тому що у нього в стані заповнення електронами d-підрівень : $3d^6 4s^2$. Оскільки на останньому енергетичному рівні у Ферума всього 2 електрони, він виявляє властивості металу: $Fe^0 - 2e = Fe^{2+}$.

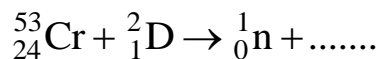
Приклад 2. На якій підставі Хлор та Манган розміщені в одній групі, але в різних підгрупах, а Хлор і Флуор знаходяться в одній підгрупі періодичної системи елементів Д. І. Менделєєва? Складіть електронні формули валентних рівнів цих елементів у загальному вигляді.

Розв'язання. Електронні формули атомів:

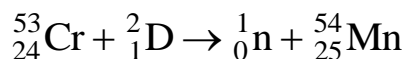


Оскільки F та Cl мають однакові електронні формули валентних рівнів $ns^2 np^5$, вони є повними електронними аналогами й розміщені не лише в межах однієї групи, але й однієї підгрупи. А Mn і Cl не мають однакових формул валентних електронів (Mn: $ns^2 (n-1)d^5$), але мають однакову їх кількість 7. Отже, елементи належать до VII групи, але до різних підгруп.

Приклад 3. Завершить рівняння ядерної реакції:



Розв'язання. Визначимо суму масових чисел у лівій частині рівняння: $53 + 2 = 55$. Масовим числом невідомого елемента буде 54. Сума зарядів : $24 + 1 = 25$. Отже, невідомим елементом буде ізотоп Мангану ${}_{25}^{54}\text{Mn}$:



Контрольні завдання

1. Складіть електронні формули атомів елементів із зарядами ядер 9 і 28 та електронно-графічні схеми валентних орбіталей цих атомів. До якого електронного типу (s, p, d, і f) відноситься кожен з цих елементів?

2. Напишіть електронні формули атомів елементів із зарядами ядер 16 і 26. Розташуйте електрони цих атомів по квантовим орбіталям. Визначте тип елементів.

3. Яку максимальну кількість електронів можуть містити s-, p-, d-, і f-орбіталі даного енергетичного рівня? Складіть електронну формулу атома елемента із зарядом ядра 31.

4. Складіть електронні формули атомів елементів із зарядами ядер 25 і 34. Встановіть тип елементів.

5. Які орбіталі атома заповнюються електронами раніше: 4s чи 3d; 5s чи 4p? Чому? Складіть електронну формулу елемента з зарядом ядра 21.

6. Ізотоп Нікола – 57 утворюється при бомбардуванні α - частинками ядер атомів Феруму – 54. Складіть рівняння цієї реакції та запишіть його у скороченій формі.

7. Які орбіталі атома заповнюються електронами раніше й чому: 4d чи 5s; 6s чи 5p? Складіть електронну формулу атома елемента з зарядом ядра 43.

8. Що таке ізотопи? Чим можна пояснити, що у більшості елементів періодичної системи атомні маси мають дрібні числа? Чи можуть атоми різних елементів мати однакову масу? Яку назву одержали такі атоми?

9. Ізотоп Силицію – 30 утворюється при бомбардуванні α - частинками ядер атомів Алюмінію – 27. Складіть рівняння цієї ядерної реакції у повній та скороченій формах.

10. Складіть електронні формули атомів елементів із зарядами ядер 14 і 40. Скільки вільних 3d-орбіталей у атома останнього елемента?

11. Ізотоп Карбону – 11 утворюється при бомбардуванні ядер Нітрогену –

12

14. Напишіть рівняння цієї реакції у скороченій та повній формах.

12. Складіть електронні формули атомів елементів із зарядами ядер 15 і 28. Визначте максимальний спін р-електронів у атома першого і d-електронів у атома другого елемента.

13. Складіть електронні формули атомів із зарядами ядер 21 і 23. Скільки вільних 3d-орбіталей в атомах цих елементів?

14. Яка кількість значень магнітного квантового можлива для електронів енергетичного підрівня, орбітальне квантове число якого: $\ell = 0$; $\ell = 1$; $\ell = 2$; $\ell = 3$? Які елементи в періодичній системі Д. І. Менделєєва називаються s-, p-, d-, і f-елементами? Наведіть конкретні приклади.

15. Які значення можуть приймати квантові числа n , ℓ , m_ℓ і m_s , що визначають стан електронів в атомі? Які значення вони приймають для валентних електронів атома Магнію?

16. Вкажіть неможливі електронні конфігурації атомів (в основному стані) та причини неможливості:

- а) $1s^2 2s^2 2p^5 3s^1$; б) $1s^2 2s^2 2p^6$; в) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^4$;
г) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$; д) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3d^2$.

Атомам яких елементів відповідають правильно складені електронні формули?

17. Напишіть електронні формули атомів елементів із зарядами ядер 24 і 33, враховуючи, що у першого елемента відбувається «провалювання» одного 4s-електрона на 3d-підрівень. Визначте максимальний спін d-електронів у атома першого і p-електронів у атома другого елемента.

18. Квантові числа для електронів зовнішнього енергетичного рівня атомів деяких елементів мають наступні значення: $n = 4$; $\ell = 0$; $m_\ell = 0$; $m_s = \pm \frac{1}{2}$. Складіть електронні формули атомів цих елементів і визначте, скільки вільних 3d-орбіталей містить кожен з них.

19. Сформулюйте принцип Паулі. Чи може бути на будь-якому підрівні атома p^7 або d^{12} – електронів? Відповідь обґрунтуйте. Складіть електронну формулу атома елемента з зарядом ядра 22 і вкажіть його валентні електрони.

20. Напишіть електронні формули атомів елементів із зарядами ядер 32 і 42, враховуючи, що у останнього елемента відбувається «провалювання» одного 5s-електрона на 4d-підрівень. Визначте електронний тип кожного з елементів.

ТЕМА 2 ПЕРІОДИЧНИЙ ЗАКОН І ПЕРІОДИЧНА СИСТЕМА ЕЛЕМЕНТІВ Д. І. МЕНДЕЛЄЄВА

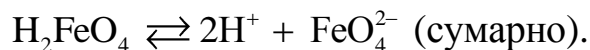
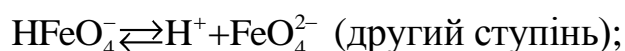
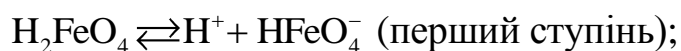
Вивчіть теоретичний матеріал теми за підручником [1; с. 34-44] і проаналізуйте наступний приклад.

Приклад 1. Для елемента Ферума (№ 26), що розташований у 4 періоді, VIII групі, побічній підгрупі визначте: ступені окиснення (СО), кислотно-основний характер оксидів і гідроксидів, а також електронні аналоги. Для останніх встановіть: СО (нижчу, вищу, стійку), характер зміни енергії йонізації (Ей) від заряду ядра, радіуса атома й числа валентних електронів.

Розв'язання. З наведених у табл. 2.1 даних робимо висновок, що в межах однієї підгрупи найбільш виражені металеві властивості у Рутенія, а в межах одного ряду вони зменшуються від Мангану до Кобальту. Нижча СО Феруму та його аналогів +2. Вищі оксиди й гідроксиди цих елементів – кислотні.

Зокрема, для Fe оксиди й гідроксиди нижчі FeO і Fe(OH)₂ – основні, а вищі FeO₃ і H₂FeO₄ – кислотні.

Дисоціація H₂FeO₄:



Водневої сполуки сталого складу Fe та його електронні аналоги не утворюють.

Контрольні завдання.

21. Враховуючи розміщення Германію й Технецію в періодичній системі Д. І. Менделєєва, складіть формули мета- і ортогерманієвих кислот, а також оксида технеція, що відповідають вищим ступеням окиснення (СО). Наведіть графічні формули цих сполук.

22. Що таке енергія йонізації? В яких одиницях вона вимірюється? Як змінюється відновна активність s- і р- елементів в групах періодичної системи із зростанням заряду ядра? Відповідь обґрунтуйте.

23. Що називається електронегативністю (ЕНЕ) атома елемента (за Полінгом)? Як змінюється ЕНЕ р-елементів в періоді, в групі періодичної системи із зростанням порядкового номеру елемента? Чому?

24. Виходячи з положення Германію, Молібдена й Ренія в періодичній системі, складіть формули водневої сполуки германію, оксиду молібдена й

ренієвої кислоти, що відповідають їх вищому СО. Наведіть графічні формули цих речовин.

25. Що таке спорідненість до електрона атома? В яких одиницях вона виражається? Як змінюється окисна активність неметалів в періоді та в групі періодичної системи із зростанням порядкового номера елемента? Наведіть конкретні приклади.

Таблиця 2.1 – Характеристика властивостей Fe та його аналогів по періодичній системі Д. І. Менделєєва

Показник порівняння, розмірність	Величина показника для елементів					
	однієї підгрупи			одного ряду		
	Fe	Ru	Os	Mn	Fe	Co
1	2	3	4	5	6	7
Заряд ядра	26	44	76	25	26	27
Радіус атома, нм	0,126	0,134	0,135	0,130	0,126	0,125
Валентні електрони	$3d^6 4s^2$	$4d^7 5s^1$	$5d^6 6s^2$	$3d^5 4s^2$	$3d^6 4s^2$	$3d^7 4s^2$
Ступінь окиснення:						
– нижча	+2	+2	+2	+2	+2	+2
– вища	+6	+8	+8	+7	+6	+5
– стійка	+3	+4	+4	+3, +7	+3	+2
Енергія йонізації, еВ	7,89	7,36	8,50	7,44	7,89	7,87
Зміна металічних властивостей	найбільші у Ru			зменшуються від Mn до Co		
Вищий оксид	FeO_3	RuO_4	OsO_4	Mn_2O_7	FeO_3	Co_2O_5
Вищий гідроксид	H_2FeO_4	H_2RuO_5	H_2OsO_5	$HMnO_4$	H_2FeO_4	$HCoO_3$
Кислотно-основна характеристика	усі кислотні			усі кислотні		

26. Складіть формули оксидів і гідроксидів елементів 3 періода системи Д. І. Менделєєва, що відповідають їх вищому ступеню окиснення. Як змінюється кислотно-основний характер цих сполук під час переходу від Натрію до Хлору? Напишіть рівняння реакцій, що підтверджують амфотерність $Al(OH)_3$.

27. Який з елементів 4 періоду – Ванадій чи Арсен має більш виражені

металеві властивості й чому? Складіть формули оксидів і гідроксидів цих елементів у нижчих і вищих СО і дайте характеристику їхніх кислотно-основних властивостей. Який із зазначених елементів утворює газоподібну сполуку з воднем? Відповіді мотивуйте, виходячи з будови атомів елементів.

28. Манган утворює сполуки зі ступенями окиснення +2, +3, +4, +6, +7. Складіть формули оксидів і гідроксидів, що відповідають цим ступеням окиснення. Напишіть рівняння реакцій, що стверджують амфотерність гідроксиду мангану (+4).

29. У якого елемента 4 періода – Хрома чи Селена сильніше виражені металічні властивості? Який з цих елементів утворює газоподібну сполуку з воднем? Відповідь обґрунтуйте електронною будовою атомів Хрома й Селена.

30. Який нижчий ступінь окиснення притаманний Хлору, Сульфуру, Нітрогену та Карбону? Чому? Складіть формули сполук Алюмінію з цими елементами в цій ступені окиснення. Як називаються відповідні речовини?

31. Який з р-елементів V групи періодичної системи – Фосфор чи Стибій має більш виражені металічні властивості й чому? Яка з водневих сполук даних елементів є більш сильним відновником? Відповідь обґрунтуйте будовою атомів цих елементів.

32. Виходячи з положення металу в періодичній системі, дайте мотивовану відповідь на питання: який з двох гідроксидів є більш сильною основою й чому: а) $\text{Ba}(\text{OH})_2$ чи $\text{Mg}(\text{OH})_2$; б) $\text{Ca}(\text{OH})_2$ чи $\text{Fe}(\text{OH})_2$; в) $\text{Cd}(\text{OH})_2$ чи $\text{Sr}(\text{OH})_2$?

33. Виходячи зі ступеня окиснення атомів відповідних елементів, дайте мотивовану відповідь на питання: який з двох гідроксидів є більш сильною основою: $\text{Cu}(\text{OH})_2$ чи CuOH ; $\text{Fe}(\text{OH})_3$ чи $\text{Fe}(\text{OH})_2$; $\text{Sn}(\text{OH})_2$ чи $\text{Sn}(\text{OH})_4$? Напишіть рівняння реакцій, що підтверджують амфотерність $\text{Sn}(\text{OH})_2$.

34. Який нижчий ступінь окиснення у атомів Нітрогену, Флуору, Сульфуру й Нітрогену? Чому? Складіть формули сполук Кальцію з даними елементами у цьому ступені окиснення. Назвіть відповідні речовини.

35. Який нижчий ступінь окиснення у атомів Силіція, Арсена, Селена й Хлора та чому? Напишіть формули сполук даних елементів, що відповідають цим ступеням окиснення.

36. Хром утворює сполуки, в яких він проявляє ступені окиснення +2, +3, +6. Складіть формули його оксидів і гідроксидів, які відповідають цим ступеням окиснення. Напишіть рівняння реакцій, що стверджують амфотерність хром (III) гідроксида.

37. Атомні маси елементів в періодичній системі безперервно зростають, тоді як властивості простих тіл змінюються періодично. Чим це можна по-

яснити? Дайте мотивовану відповідь.

38. Яка сучасна інтерпретація періодичного закону Д. І. Менделєєва? Поясніть, чому у періодичній системі елементів Аргон, Кобальт, Телур і Торій знаходяться відповідно перед Калієм, Ніколем, Іодом і Протактинієм, хоча і мають більшу атомну масу?

39. Які нижчі та вищі ступені окиснення проявляють Карбон, Фосфор, Сульфур та Іод? Чому? Складіть формули сполук даних елементів, які відповідають цим ступеням окиснення.

40. Атоми яких елементів 4 періода системи Д. І. Менделєєва утворюють оксид E_2O_5 , що відповідає їх вищому ступеню окиснення? Який з них дає газоподібну сполуку з воднем? Складіть графічні формули кислот, що відповідають цим оксидам.

ТЕМА 3 ХІМІЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК І ГЕОМЕТРІЯ СКЛАДНИХ МОЛЕКУЛ

Вивчить теоретичний матеріал за підручником [1; с. 60-89], посібниками [4; с. 33-36], [5; с. 57-64] і проаналізуйте наступні приклади.

Приклад 1. Чому атом Оксигену (елемент VI групи періодичної системи Д.І. Менделєєва) проявляє валентність II, тоді як його електронні аналоги (S, Se, Te і Po) можуть бути максимум VI-валентними?

Розв'язання. Як відомо [1], валентність атомів визначається кількістю неспарених електронів; у атома Оксигену ($2s^22p^4$) таких електронів два (на p-підрівні). Аналоги цього елемента мають вакантні d-орбіталі на відповідних рівнях (S – 3; Se – 4; Te – 5; Po – 6), на які при збудженні можуть переходити розпаровані електрони. За рахунок цього валентність збільшується до VI, що відповідає номеру групи.

Приклад 2. Користуючись методом валентних зв'язків, поясніть, чому існує молекула PCl_5 і неможливе утворення NCl_5 .

Розв'язання. Валентні електрони атома Нітрогену $2s^22p^3$ і з Хлором він утворює сполуку NCl_3 . Електрони атома Фосфора: $3s^23p^3$ (основний стан), $3s^13p^33d^1$ (збуджений стан), в ньому він проявляє валентність V і утворює речовину PCl_5 .

Контрольні завдання

41. Який хімічний зв'язок називають ковалентним? Чим пояснюється напрямленість ковалентного зв'язку? Як метод валентних зв'язків (ВЗ) пояснює будову молекули води?

42. Який ковалентний зв'язок називають полярним? Що таке дипольний момент молекул і як його оцінюють? Виходячи з величин електронегативності атомів відповідних елементів, визначте, який із зв'язків HCl , ICl , BrF найбільш полярний.

43. Який спосіб утворення ковалентного зв'язку називають донорно-акцепторним? Які хімічні зв'язки реалізуються в йонах NH_4^+ і BF_4^- ? Вкажіть донор і акцептор.

44. Використовуючи метод валентних зв'язків (ВЗ), доведіть лінійну просторову будову молекули $BeCl_2$ і тетраедричну CH_4 .

45. На прикладі утворення молекули азоту N_2 розгляньте особливості перекривання орбіталей σ і π -зв'язків.

46. Скільки неспарених електронів має атом Хлора в основному та збудженому станах? Вкажіть їх розподіл у квантових комірках. Чому дорівнює валентність Хлора, обумовлена неспареними електронами?

47. Напишіть електронну формулу атома Сульфуру. Валентні електрони розмістіть по атомним орбіталям (АО). Оцініть валентні можливості цього елемента в основному й збудженому станах.

48. Як розраховуються дипольний момент молекул? Яка з молекул: HCl, BrF, HI, HF має найбільший дипольний момент і чому? Відповідь обґрунтуйте.

49. Які кристалічні структури називають йонними, атомними, молекулярними й металевими? Кристали яких речовин – алмаз, натрій хлорид, карбон діоксид, цинк мають вказані структури?

50. Опишіть з позицій методу валентних зв'язків електронну будову молекул H_2S і CO_2 .

51. Складіть енергетичні діаграми утворення молекули He_2 і йона He_2^+ (за методом молекулярних орбіталей (МО)). Визначте стабільність йона He_2^+ і неможливість утворення молекули He_2 .

52. Який хімічний зв'язок називається водневим? Між молекулами яких речовин він утворюється? Чому H_2O і HF, маючи меншу молярну масу, плавляться й киплять при більш високих температурах, ніж їх аналоги?

53. Який хімічний зв'язок називається йонним? Поясніть механізм його утворення. Які властивості йонного зв'язку відрізняють його від ковалентного? Наведіть два приклада «типових» йонних сполук.

54. Дайте характеристику поняття – ступінь окиснення атомів (СО). Визначте СО Карбону та його валентність, обумовлену числом неспарених електронів, в наступних сполуках: CH_4 , CH_3OH , HCOOH , CO_2 .

55. Які сили міжмолекулярної взаємодії називаються орієнтаційними, індукційними й дисперсійними? В яких випадках вони утворюються та яка їхня природа?

56. Складіть енергетичні діаграми утворення йона H_2^- і молекули H_2 (за методом МО). Розрахуйте кратність зв'язків в цих речовинах.

57. Опишіть з позиції методу валентних зв'язків електронну будову молекули BF_3 .

58. Складіть енергетичну діаграму молекули O_2 (за методом МО). Поясніть парамагнітні властивості молекули кисню.

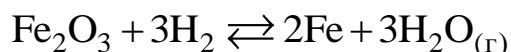
59. Складіть енергетичну діаграму утворення молекули F_2 (за методом МО). Скільки електронів знаходиться на зв'язувальних і на антизв'язувальних (розпушуючих) орбіталях?

60. Складіть енергетичну діаграму утворення молекули N_2 (за методом МО). Визначте кратність зв'язку в цій молекулі.

ТЕМА 4 ЕНЕРГЕТИКА ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ

Під час вирішення задач цієї теми рекомендуємо вивчити теоретичний матеріал за підручником [1; с. 119-135], скористатися наступним прикладом, а також програмою розрахунку термодинамічних характеристик реакцій [7; с. 73].

Приклад 1. Відновлення ферум (III) оксиду воднем відбувається за реакцією:



Визначте стандартні зміни ентропії, ентальпії та енергії Гіббса прямої реакції. При якій температурі одержання металевого заліза може протікати мимовільно?

Розв'язання. Зміни вказаних параметрів (ΔH , ΔS) розраховуємо, використовуючи наслідок із закону Гесса. А саме: ΔH і ΔS хімічної реакції дорівнює різниці суми ΔH (і відповідно ΔS) утворення продуктів процесу й суми стандартних ентальпій (і ентропій) утворення вихідних речовин, з урахуванням стехіометричних коефіцієнтів.

Функцією стану системи, яка враховує одночасно ентальпійний та ентропійний фактори, є енергія Гіббса (ΔG).

$$\Delta H_{\text{x.p.}}^0 = 3\Delta H_{\text{H}_2\text{O}_{(г)}}^0 - \Delta H_{\text{Fe}_2\text{O}_3}^0,$$

оскільки H_2 і Fe – прості речовини та їх $\Delta H^0 = 0$. Величини ΔH^0 складних речовин знаходимо в табл. 4.1.

$$\text{Тоді: } \Delta H_{\text{x.p.}} = 3(-241,83) + 822,10 = 96,61 \text{ (кДж)}.$$

Аналогічно обчислюємо $\Delta S_{\text{x.p.}}^0$, використовуючі дані таблиці 4.3:

$$\begin{aligned} \Delta S_{\text{x.p.}}^0 &= 2S_{\text{Fe}}^0 + 3S_{\text{H}_2\text{O}_{(г)}}^0 - S_{\text{Fe}_2\text{O}_3}^0 - 3S_{\text{H}_2}^0 = 2 \cdot 27,2 + 3 \cdot 188,72 - 89,96 - \\ &- 3 \cdot 130,59 = 138,87 \text{ (Дж / К)} = 0,13887 \text{ кДж / К}. \end{aligned}$$

$$\Delta G_{\text{x.p.}}^0 = \Delta H_{\text{x.p.}}^0 - T\Delta S_{\text{x.p.}}^0$$

$$\Delta G_{\text{x.p.}}^0 = 96,61 - 298 \cdot 0,13887 = 54,484 \text{ (кДж / К)}$$

$\Delta G_{\text{x.p.}}^0 > 0$, тобто в стандартних умовах ($P = 101,325$ кПа, $T = 298$ К) самовільний перебіг реакції неможливий.

Температуру термодинамічної рівноваги (початку реакції) розраховуємо за умов, коли $\Delta G^0 = 0$, тоді $\Delta H^0 = T\Delta S^0$ і $T_{\text{рівн}} \approx \frac{\Delta H^0}{\Delta S^0} = 695,68 \text{ К}$.

Це – мінімальна температура, яка дозволяє здійснити процес одержання металевого заліза.

Контрольні завдання

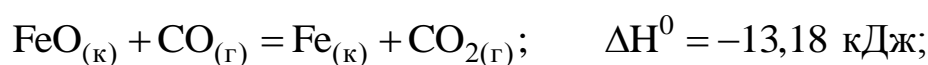
61. Обчисліть кількість теплоти, яка виділяється при відновленні Fe_2O_3 металевим алюмінієм, якщо було одержано 335,1 г заліза.

62. Газуватий етанол $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ можна одержати під час взаємодії етилену $\text{C}_2\text{H}_4(\text{г})$ і водяної пари. Складіть термохімічне рівняння цієї реакції та розрахуйте її тепловий ефект (зміну ентальпії ΔH^0).

Таблиця 4.1 – Стандартні ентальпії утворення ΔH_{298}^0 (кДж/моль) деяких речовин [4]

Речовина	Стан	ΔH_{298}^0	Речовина	Стан	ΔH_{298}^0
C_2H_2	г	+226,75	CO	г	-110,52
CS_2	г	+115,28	CH_3OH	г	-201,17
NO	г	+90,37	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$	г	-235,31
C_6H_6	г	+82,93	H_2O	г	-241,83
C_2H_4	г	+52,28	H_2O	р	-285,84
H_2S	г	-20,15	NH_4Cl	к	-315,39
NH_3	г	-46,19	CO_2	г	-393,51
CH_4	г	-74,85	Fe_2O_3	к	-822,10
C_2H_6	г	-84,67	$\text{Ca}(\text{OH})_2$	к	-986,5
HCl	г	-92,31	Al_2O_3	к	-1669,80

63. Обчисліть тепловий ефект реакції відновлення ферум (II) оксиду воднем, виходячи з наступних термохімічних рівнянь:

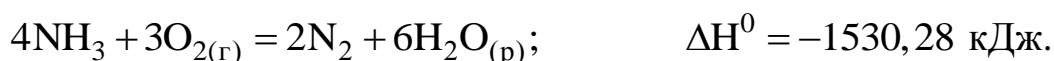
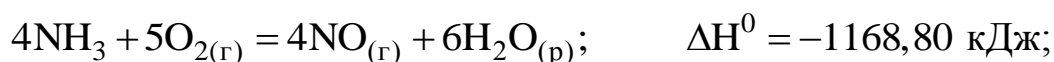




64. При взаємодії газуватих сірководню й карбон діоксиду утворюються пари води й карбон дісульфід $\text{CS}_{2(\text{r})}$. Складіть термохімічне рівняння цієї реакції та обчисліть зміну ентальпії в ній.

65. Складіть термохімічне рівняння реакції взаємодії $\text{CO}_{2(\text{r})}$ з воднем, в результаті якої утворюються $\text{CH}_{4(\text{r})}$ і $\text{H}_2\text{O}_{(\text{r})}$. Скільки теплоти виділиться в цьому процесі, якщо було одержано 67,2 л метану (за нормальних умов)?

66. Тепловий ефект якої реакції дорівнює ентальпії утворення NO ? Обчисліть $\Delta\text{H}_{\text{NO}}^0$, виходячи з наступних термохімічних рівнянь:



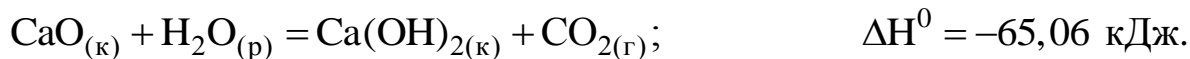
67. Кристалічний амоній хлорид утворюється при взаємодії газуватих амоніаку й гідрогенхлориду. Складіть термохімічне рівняння цієї реакції та обчисліть зміну ентальпії в ній. Скільки теплоти виділиться, якщо в реакцію вступило 10 л NH_3 (за нормальних умов)?

68. Тепловий ефект якої реакції дорівнює ентальпії утворення метану? Розрахуйте $\Delta\text{H}_{\text{CH}_4}^0$, виходячи з наступних термохімічних рівнянь:



69. Тепловий ефект якої реакції дорівнює ентальпії утворення кальцій гідроксиду? Визначте $\Delta\text{H}_{\text{Ca}(\text{OH})_2}^0$, виходячи з наступних термохімічних рівнянь:



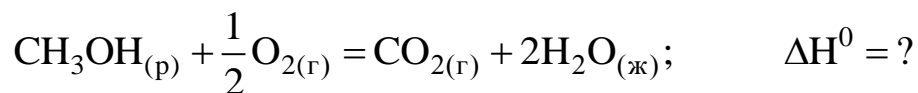


70. Тепловий ефект реакції згоряння рідкого бензену с утворенням пари води й карбон діоксиду дорівнює $-3135,58$ кДж. Складіть термохімічне рівняння цього процесу и визначте ентальпію утворення $\text{C}_6\text{H}_{6(р)}$.

71. Скільки теплоти виділиться при згорянні 165 л ацетилену C_2H_2 за нормальних умов, якщо продуктами спалювання є карбон діоксид і пари води?

72. При згорянні газуватого амоніаку утворюються пари води й нітроген оксид. Скільки теплоти виділиться в цьому процесі, якщо було одержано 44,8 л NO (за нормальних умов)?

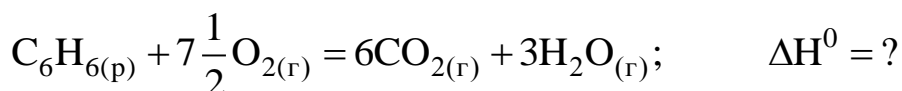
73. Реакція згоряння метанолу відбувається згідно термохімічного рівняння:



Обчисліть тепловий ефект цього процесу, якщо відомо, що молярна ентальпія утворення парів CH_3OH дорівнює $+37,4$ кДж.

74. При згорянні 11,5 г рідкого етанолу виділилося 308,71 кДж теплоти. Складіть термохімічне рівняння цієї реакції, в результаті якої утворюються пари води й карбон діоксид. Визначте ентальпію утворення $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(р)}$.

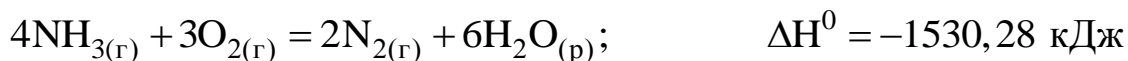
75. Реакція горіння бензену відбувається згідно термохімічного рівняння:



Обчисліть тепловий ефект цього процесу, якщо відомо, що молярна ентальпія утворення парів бензена дорівнює $+33,9$ кДж.

76. Визначте тепловий ефект (зміну ентальпії) і складіть термохімічне рівняння реакції згоряння 1 моль етану $\text{C}_2\text{H}_{6(г)}$ з утворенням водяної пари й карбон діоксиду. Скільки теплоти виділиться при спалюванні 1 м³ етану (за нормальних умов)?

77. Реакція горіння амоніаку описується термохімічним рівнянням:



Визначте ентальпію утворення $\text{NH}_{3(г)}$.

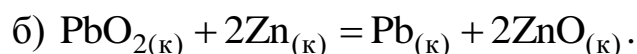
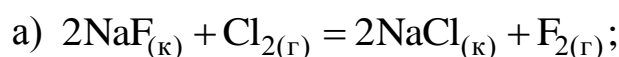
78. При сполученні 6,3 г заліза із сіркою виділилося 11,31 кДж теплоти.

Розрахуйте ентальпію утворення ферум сульфїду (FeS).

79. При згорянні 1 л ацетилену (за нормальних умов) виділилося 56,053 кДж теплоти. Складіть термохімічне рівняння цієї реакції з утворенням водяної пари й карбон діоксиду. Визначте ентальпію утворення $C_2H_{2(g)}$.

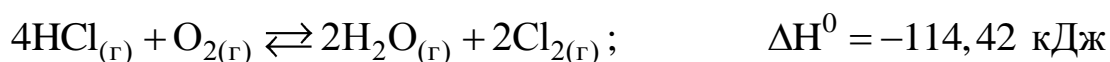
80. При одержанні молярної маси еквівалента кальцій гідроксиду з $CaO_{(к)}$ і $H_2O_{(р)}$ виділяється 32,53 кДж теплоти. Напишіть термохімічне рівняння цієї реакції й обчисліть ентальпію утворення кальцій оксиду.

81. Розрахувати значення ΔG_{298}^0 наступних реакцій:



Чи можна одержати фтор за реакцію (а) і відновити PbO_2 цинком за реакцію (б)?

82. Обчисліть температуру термодинамічної рівноваги системи:

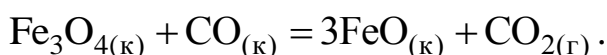


Хлор чи кисень в цій системі більш сильний окисник і при якій температурі?

Таблиця 4.2 – Стандартна енергія Гіббса утворення ΔG_{298}^0 (кДж/моль) деяких речовин [4]

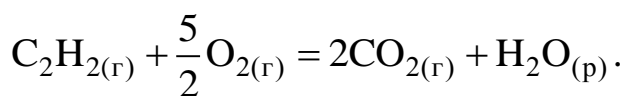
Речовина	Стан	ΔG_{298}^0	Речовина	Стан	ΔG_{298}^0
BaCO ₃	к	-1138,8	FeO	к	-244,3
CaCO ₃	к	-1128,75	H ₂ O	р	-237,19
Fe ₃ O ₄	к	-1014,2	H ₂ O	г	-228,59
BeCO ₃	к	-944,75	PbO ₂	к	-219,0
CaO	к	-604,2	CO	г	-137,27
BeO	к	-581,61	CH ₄	г	-50,79
BaO	к	-528,4	NO ₂	г	+51,84
CO ₂	г	-394,38	NO	г	+86,69
NaCl	к	-384,03	C ₂ H ₂	г	+209,20
ZnO	к	-318,2	NaF	к	-541,0

83. Відновлення Fe₃O₄ карбон оксидом відбувається за реакцією:



Обчисліть ΔG_{298}^0 і зробіть висновок щодо можливості самовільного перебігу процесу за стандартних умов. Визначте зміну ентропії в цій реакції.

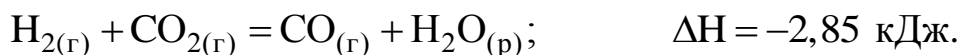
84. Згоряння ацетилену відбувається за реакцією:



Обчисліть ΔG_{298}^0 і ΔS_{298}^0 цього процесу. Пояснити, чому ентропія системи зменшується.

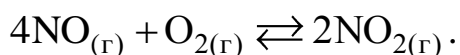
85. Зменшується чи збільшується ентропія під час переходу а) води в пар; б) графіта в алмаз? Чому? Визначте ΔS_{298}^0 кожного перетворення. Зробіть висновок щодо кількісних змін ентропії під час фазових і алотропних переходів.

86. Чим можна пояснити, що за стандартних умов неможлива екзотермічна реакція:



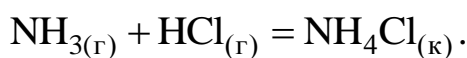
Враховуючи тепловий ефект реакції та стандартні ентропії відповідних речовин (табл. 4.3), визначте ΔG_{298}^0 цього процесу.

87. Пряма чи зворотна реакція відбувається за стандартних умов в системі:



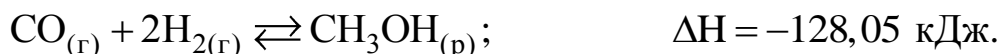
Відповідь обґрунтуйте розрахунком ΔG_{298}^0 прямої реакції.

88. Виходячи зі значень стандартних ентальпій і ентропій утворення речовин, обчисліть ΔG^0 реакції:

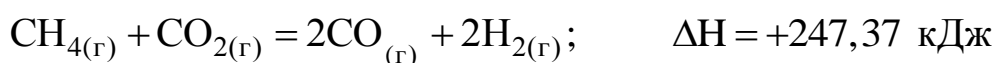


Чи можливий самовільний перебіг реакції за стандартних умов?

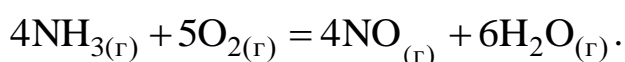
89. При якій температурі встановлюється рівновага в системі:



90. При якій температурі встановлюється рівновага і системі:



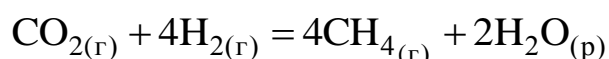
91. За значенням стандартних ентальпій і ентропій утворення відповідних речовин, обчисліть ΔG_{298}^0 реакції:



Таблиця 4.3 – Стандартні ентропії S_{298}^0 (Дж/моль·К) деяких речовин [4]

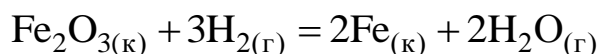
Речовина	Стан	S_{298}^0	Речовина	Стан	S_{298}^0
C	Алмаз	2,44	H ₂ O	г	188,72
C	Графіт	5,69	N ₂	г	191,49
Fe	к	27,2	NH ₃	г	192,50
Ti	к	30,7	CO	г	197,91
S	Ромб.	31,9	C ₂ H ₂	г	200,82
TiO ₂	к	50,3	O ₂	г	205,03
FeO	к	54,0	H ₂ S	г	205,64
H ₂ O	р	69,94	NO	г	210,20
Fe ₂ O ₃	к	89,96	CO ₂	г	213,65
NH ₄ Cl	к	94,5	C ₂ H ₄	г	219,45
CH ₃ OH	р	126,8	Cl ₂	г	222,95
H ₂	г	130,59	NO ₂	г	240,46
Fe ₃ O ₄	к	146,4	PCl ₃	г	311,66
CH ₄	г	186,19	PCl ₅	г	352,71
HCl	г	186,68			

92. Із використанням величин ΔH^0 і ΔS^0 утворення вихідних речовин і продуктів реакції розрахуйте ΔG_{298}^0 процесу:



Чи можлива ця реакція за стандартних умов?

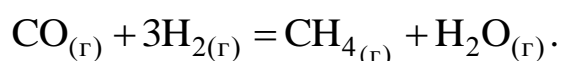
93. Розрахувати ΔH^0 , ΔS^0 і ΔG_{T}^0 реакції



Чи можливе відновлення ферум (III) оксиду воднем при температурах 500 К і 2000 К?

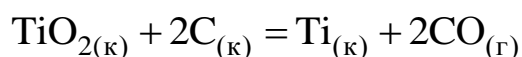
94. Які з карбонатів: BeCO_3 , CaCO_3 чи BaCO_3 можна одержати при взаємодії відповідних оксидів з CO_2 ? Висновок обґрунтуйте розрахунком ΔG^0 процесів. Який з них відбувається з найбільшою швидкістю?

95. Виходячи зі значень стандартних ентальпій і ентропій утворення відповідних речовин, визначити ΔG_{298}^0 реакції:



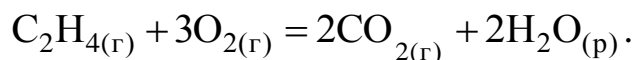
Чи можливий цей процес за стандартних умов?

96. Розрахувати ΔH^0 , ΔS^0 і ΔG_T^0 наступної реакції:



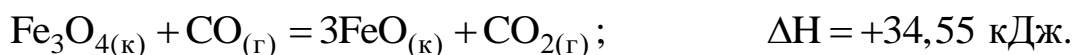
Чи можлива реакція відновлення TiO_2 Карбоном при 1000 К і 3000 К?

97. Із використанням величин стандартних ентальпій і ентропій утворення відповідних речовин, обчисліть зміну енергії Гіббса (ΔG_{298}^0) реакції:



Визначте можливість самовільного перебігу процесу за стандартних умов.

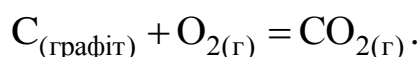
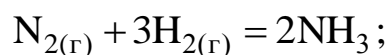
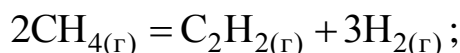
98. Визначте, при якій температурі почнеться реакція відновлення Fe_3O_4 за рівнянням:



99. Обчисліть температуру, при якій почнеться дисоціація фосфор (V) хлорида за рівнянням:



100. Розрахувати зміни ентропії в наступних реакціях:



Пояснити характер зміни ентропії в цих процесах.

ТЕМА 5 ХІМІЧНА КІНЕТИКА Й РІВНОВАГА

Вивчіть теоретичний матеріал за підручником [1; с. 139-156], ознайомтеся з основами моделювання хімічних процесів з використанням ПЕОМ [7; с. 24-29; с. 74-76] і проаналізуйте наступні приклади.

Приклад 1. Константа рівноваги гомогенної системи: $\text{CO} + \text{H}_2\text{O}_{(г)} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$ при 800°C дорівнює 1,2. Початкові концентрації CO і H_2O однакові та становлять 0,20 моль/л. Визначте рівноважні концентрації всіх реагуючих сполук.

Розв'язання. Скористаємося наступною схемою:



$C_{\text{почат.}}$, моль/л	0,20	0,20	–	–
$C_{\text{прор.}}$, моль/л	x	x	x	x
$[C]_{\text{рівн.}}$, моль/л	$0,20 - x$	$0,20 - x$	x	x

де $C_{\text{почат.}}$ – початкові концентрації карбон (II) оксиду й водяної пари;

$C_{\text{прор.}}$ – концентрації реагентів системи, що прореагували;

$C_{\text{рівн.}}$ – рівноважні концентрації речовин.

Тоді вираз константи рівноваги системи (з урахуванням її гомогенності):

$$K = \frac{[\text{CO}_2][\text{H}_2]}{[\text{CO}][\text{H}_2\text{O}]} = 1,2$$

і

$$K = \frac{x^2}{(0,20 - x)^2} = 1,2,$$

$$x = 0,104 \text{ (моль/л).}$$

Рівноважні концентрації карбон (IV) діоксиду й водню становлять 0,104 моль/л, а CO і парів води 0,096 моль/л.

Приклад 2. Рівновага в реакції синтезу амоніаку встановилася при наступних концентраціях реагентів (моль/л): $[\text{N}_2] = 3$; $[\text{H}_2] = 9$; $[\text{NH}_3] = 4$. Визначте початкові концентрації азоту й водню.

Розв'язання. Складемо наступну схему:

	N_2	+	3H_2	\rightleftharpoons	2NH_3	;
$C_{\text{почат, моль/л}}$	5		15		–	
$C_{\text{прор, моль/л}}$	2		6		4	
$[C]_{\text{рівн, моль/л}}$	3		9		4	

За рівнянням реакції утворилося 4 моля амоніаку; для цього необхідно, щоб прореагувало 2 моля азоту й 6 молей водню. Тоді початкові концентрації цих речовин складають відповідно 5 моль/л і 15 моль/л.

Приклад 3. За принципом Ле Шательє вкажіть напрямок зміщення рівноваги в системі:



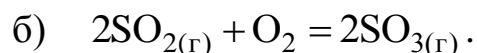
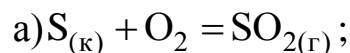
а) при підвищенні температури; б) при зниженні тиску.

Розв'язання. а) Оскільки $\Delta H < 0$, пряма реакція – екзотермічна. Тоді зворотна реакція утворення нітроген (II) оксиду – ендотермічна. За принципом Ле Шательє, при зростанні температури система понижує зовнішню температуру за рахунок поглинання тепла. Таким чином, рівновага процесу утворення й розкладу NO зміщується у бік зворотної ендотермічної реакції (\leftarrow).

б) Реакції, які супроводжуються зменшенням об'єму (зменшується кількість газоподібних речовин), легше проходять при підвищеному тиску. При зниженні тиску рівновага зміщується у бік реакції, яка супроводжується збільшенням об'єму. В даному прикладі кількість газоподібних речовин до і після реакції однакова (2 молі), тому тиск не впливає на стан рівноваги.

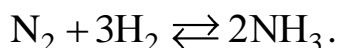
Контрольні завдання

101. Окиснення Сульфуру та його діоксида відбувається за реакціями:



Як зміниться швидкість кожного з цих процесів, якщо об'єми системи зменшити у 4 рази?

102. Напишіть вираз для константи рівноваги гомогенної системи:

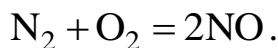


Як зміниться швидкість прямої реакції – утворення амоніака, якщо

Методичний посібник до виконання контрольних робіт з хімії для заочників

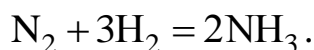
концентрацію водню збільшити у 3 рази?

103. Реакція відбувається за рівнянням:



Концентрації вихідних речовин до початку реакції становили: $[\text{N}_2] = 0,049$ моль/л, $[\text{O}_2] = 0,01$ моль/л. Визначте концентрацію цих речовин, коли $[\text{NO}] = 0,005$ моль/л.

104. Реакція протікає за рівнянням:



Концентрації реагентів складають (моль/л) відповідно: $[\text{N}_2] = 0,80$; $[\text{H}_2] = 1,5$; $[\text{NH}_3] = 0,10$. Обчисліть концентрації водня й амоніака, коли $[\text{N}_2] = 0,5$ моль/л.

105. Реакція відбувається за рівнянням $\text{H}_2 + \text{I}_2 = 2\text{HI}$. Константа швидкості цієї реакції при деякій температурі дорівнює 0,16. Концентрації вихідних речовин до початку процесу становили (моль/л): $[\text{H}_2] = 0,04$; $[\text{I}_2] = 0,05$. Визначте початкову швидкість реакції, а також швидкість при $[\text{H}_2] = 0,03$ моль/л.

106. Розрахуйте, у скільки разів зменшиться швидкість реакції, що відбувається в газовій фазі, якщо знизити температуру від 120°C до 80°C ? Температурний коефіцієнт швидкості дорівнює 3.

107. Як зміниться швидкість реакції, що відбувається в газовій фазі, при підвищенні температури на 60° , якщо температурний коефіцієнт швидкості процесу дорівнює 2?

108. У гомогенній системі $\text{CO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons \text{COCl}_2$ рівноважні концентрації реагентів дорівнюють, моль/л: $[\text{CO}] = 0,2$; $[\text{Cl}_2] = 0,3$; $[\text{COCl}_2] = 1,2$. Обчисліть константу рівноваги й вихідні концентрації CO і Cl_2 .

109. У гомогенній системі $\text{A} + 2\text{B} \rightleftharpoons \text{C}$ рівновага встановилася при наступних концентраціях реагентів (моль/л): $[\text{A}] = 0,06$; $[\text{B}] = 0,12$; $[\text{C}] = 0,216$. Знайдіть константу рівноваги й вихідні концентрації речовин A і B .

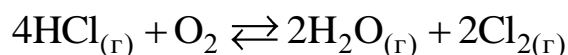
110. У гомогенній газовій системі $\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons \text{C} + \text{D}$ рівновага встановилася при наступних концентраціях реагентів (моль/л): $[\text{B}] = 0,05$; $[\text{C}] = 0,02$. Константа рівноваги системи дорівнює 0,04. Визначте вихідні концентрації речовин A і B .

111. Константа швидкості реакції розкладу N_2O , що відбувається за рівнянням $2N_2O = 2N_2 + O_2$, дорівнює $5 \cdot 10^{-4}$. Вихідна концентрація N_2O становила 6,0 моль/л. Обчисліть початкову швидкість реакції, а також швидкість, коли вже розклалося 50 % N_2O .

112. Напишіть вираз для константи рівноваги гетерогенної системи $CO_2 + C \rightleftharpoons 2CO$. Визначте, як зміниться швидкість прямої реакції утворення CO , якщо концентрацію CO_2 зменшити у 4 рази? Як слід змінити тиск, щоб підвищити вихід CO ?

113. Напишіть вираз для константи рівноваги гетерогенної системи $C + H_2O_{(г)} \rightleftharpoons CO + H_2$. Як варто змінити концентрації реагентів і тиск, щоб підсилити зворотну реакцію утворення водяної пари?

114. Рівновага гомогенної системи



встановилася при наступних концентраціях реагентів (моль/л): $[H_2O] = 0,14$; $[Cl_2] = 0,14$; $[HCl] = 0,20$; $[O_2] = 0,32$. Визначте початкові концентрації HCl і O_2 .

115. Обчисліть значення константи рівноваги для гомогенної системи $CO_{(г)} + H_2O_{(г)} \rightleftharpoons CO_{2(г)} + H_{2(г)}$, якщо рівноважні концентрації речовин (моль/л) дорівнюють відповідно: $[CO] = 0,004$; $[H_2O] = 0,064$; $[CO_2] = 0,016$; $[H_2] = 0,016$. Визначте вихідні концентрації води й карбон (II) оксиду.

116. Константа рівноваги гомогенної системи $CO_{(г)} + H_2O_{(г)} \rightleftharpoons CO_{2(г)} + H_{2(г)}$ при певній температурі дорівнює 1. Визначте рівноважні концентрації всіх реагентів, якщо вихідні концентрації дорівнюють (моль/л): $[CO] = 0,10$; $[H_2O] = 0,40$.

117. Константа рівноваги гомогенної системи синтезу амоніаку $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ при певній температурі складає 0,1. Рівноважні концентрації водню й амоніаку дорівнюють відповідно 0,2 моль/л і 0,08 моль/л. Обчисліть рівноважну та вихідну концентрацію азота.

118. При певній температурі рівновага гомогенної системи $2NO + O_2 \rightleftharpoons 2NO_2$ встановилася при наступних концентраціях реагентів (моль/л): $[NO] = 0,2$; $[O_2] = 0,1$; $[NO_2] = 0,1$. Визначте константу рівноваги й початкові концентрації NO і O_2 .

119. Обґрунтуйте, чому при зміні тиску зміщується рівновага в системі $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3$ і не зміщується стан рівноваги в реакції

$\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}$. Обчисліть швидкість прямої та зворотної реакцій в цих системах до та після зміни тиску. Напишіть вираз для констант рівноваг кожної з даних систем.

120. Початкові концентрації нітроген (II) оксиду й хлору в гомогенній системі $2\text{NO} + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{NOCl}$ дорівнюють відповідно 0,5 моль/л і 0,2 моль/л. Обчисліть константу рівноваги, якщо до моменту рівноваги прореагувало 20 % NO.

ТЕМА 6 СПОСОБИ ВИРАЖЕННЯ КОНЦЕНТРАЦІЙ РОЗЧИНІВ

Вивчіть теоретичний матеріал за підручником [1; с. 228-235], ознайомтеся з методикою розрахунку різних видів концентрацій з використанням ПЕОМ [7; с. 77-78], а також наступним прикладом.

Приклад 1. Визначте нормальну й молярну концентрації 20 %-ного розчину сульфатної кислоти H_2SO_4 густиною 1,143 г/мл.

Розв'язання. Для розрахунку концентрацій скористуємося формулами, що наведені в табл. 6.1

Таблиця 6.1 – Формули для перерахунку концентрацій розчинів

Концентрація, що визначається	Початкова концентрація , С		
	Масова С, %	Молярна C_m , моль/л	Нормальна C_n , екв/л
Масова С, %	г/100 г розчину	$\frac{C_m \cdot M_a}{10\rho}$	$\frac{C_n \cdot E_a}{10\rho}$
Молярна C_m	$\frac{C \cdot 10\rho}{M_a}$	моль/л розчину	$\frac{C_n \cdot E_a}{M_a}$
Нормальна C_n	$\frac{C \cdot 10\rho}{E_a}$	$\frac{C_m \cdot M_a}{E_a}$	екв/л розчину

ρ – густина розчину, г/мл;

M_a – молярна маса розчиненої речовини , г/моль ;

E_a – її еквівалентна маса , г/моль.

Молярну концентрацію обчислимо за формулою:

$$C_m = \frac{C \cdot 10 \cdot \rho}{M_a} = \frac{20 \cdot 10 \cdot 1,143}{98} = 2,33 \text{ М,}$$

де M_a – молярна маса H_2SO_4 , що дорівнює 98 г/моль.

Визначимо нормальність розчину за формулою:

$$C_n = \frac{C \cdot 10 \cdot \rho}{E_a} = \frac{20 \cdot 10 \cdot 1,143}{49} = 4,66 \text{ н,}$$

де $E_a = 49 \text{ г/моль} = \frac{M}{2}$ – це молярна маса еквівалента сульфатної кис-

лоти.

Контрольні завдання

121. Обчисліть молярну й нормальну концентрації 20 % - ного розчину кальцій хлориду CaCl_2 густиною 1,178 г/мл.
122. Визначте молярну концентрацію 30 % - ного розчину NaOH густиною 1,328 г/мл. До 1 л цього розчину додали 5 л води. Розрахуйте масову частку (процентну концентрацію) одержаного розчину.
123. До 3 л 10 % - ного розчину HNO_3 густиною 1,054 г/мл додали 5 л 2 % - ного розчину цієї ж кислоти густиною 1,009 г/мл. Визначте процентну й молярну концентрації розчину, об'єм якого дорівнює 8 л.
124. Визначте нормальну й молярну концентрації 20,8 % - ного розчину HNO_3 густиною 1,12 г/мл. Скільки грамів нітратної кислоти міститься у 4 л цього розчину?
125. Розрахуйте значення молярності, нормальної та молярної концентрацій 16 % - ного розчину AlCl_3 густиною 1,149 г/мл.
126. Скільки та яка речовина буде у надлишку, якщо до 75 мл 0,3 н. розчину H_2SO_4 додати 125 мл 0,2 н розчину KOH ?
127. Для повного осадження AgCl із 100 мл розчину AgNO_3 використано 50 мл 0,2 н. розчину HCl . Обчисліть нормальну концентрацію розчину AgNO_3 . Скільки грамів осаду AgCl одержано?
128. Який об'єм 20,01 % - ного розчину HCl ($\rho = 1,100$ г/мл) потрібний для приготування 1л 10,17 % - ного розчину ($\rho = 1,050$ г/мл)?
129. Визначте масову частку нітратної кислоти в розчині, який отримали шляхом змішування 10 мл 10 % - ного розчину HNO_3 ($\rho = 1,056$ г/мл) і 100 мл 30 % - ного розчину HNO_3 ($\rho = 1,184$ г/мл).
130. Який об'єм 50 % - ного розчину KOH ($\rho = 1,538$ г/мл) потрібний для приготування 3л 6 % - ного розчину ($\rho = 1,048$ г/мл)?
131. Який об'єм 10 % - ного розчину Na_2CO_3 ($\rho = 1,105$ г/мл) потрібний для приготування 5л 2 % - ного розчину ($\rho = 1,02$ г/мл)?
132. Для нейтралізації 31 мл 0,16 н. розчину луги потрібно 217 мл розчину H_2SO_4 . Визначте нормальну концентрацію й титр розчину сульфатної кислоти.
133. Який об'єм 0,3 н. розчину кислоти потрібно взяти для нейтралізації розчину, що містить 0,32 Na_2OH в 40 мл?
134. Для нейтралізації 1л розчину, який містить 1,4 г KOH , потрібно взяти 50 мл розчину кислоти. Обчисліть нормальну концентрацію розчину кислоти.
135. Яка маса HNO_3 міститься у розчині, якщо на його нейтралізацію

потрібно 35 мл 0,4 н. розчину NaOH? Визначте титр розчину NaOH.

136. Яку масу HNO_3 треба розчинити у 400 г води, щоб отримати 20 % - ний розчин?

137. Визначте процентну концентрацію розчину, який отримали шляхом змішування 300 г 20 % - ного розчину і 500 г 40 % - ного розчину NaCl.

138. Обчисліть масову частку розчину, який отримали шляхом змішування 247 г 62 %-ного і 145 г 18 % - ного розчину сульфатної кислоти.

139. Із 700 г 60 % - ної сульфатної кислоти шляхом випаровування видалено 200 г води. Визначте масову частку розчину, що залишився.

140. Із 10 кг 20 % - ного розчину при охолодженні виділили 400 г солі. Чому дорівнює процентна концентрація NaCl в охолодженому розчині?

ТЕМА 7 ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ РОЗЧИНІВ

Вивчіть теоретичний матеріал за підручником [1; с. 236-255], ознайомтеся з методикою вирішення задач цієї теми з використанням ПЕОМ [7; с. 77-78], а також проаналізуйте наступний приклад.

Приклад 1. В якому ваговому співвідношенні треба змішати воду і етиленгліколь ($\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2$), щоб одержати антифриз із температурою замерзання $-30\text{ }^\circ\text{C}$? $K_{\text{кН}_2\text{O}} = 1,86^\circ$; M етиленгліколю дорівнює 62 г/моль.

Розв'язання. Для вирішення задачі скористаємося другим законом Рауля, а саме: пониження температури кристалізації (замерзання) розчину в порівнянні з чистим розчинником прямо пропорційне молярній концентрації розчиненої речовини. В нашому прикладі:

$$\Delta t_{\text{зам}} = K_{\text{к}} C m = K_{\text{к}} \frac{m}{M};$$

Знаходимо m – масу етиленгліколю:

$$30 = \frac{1,86 \cdot m}{62};$$

$$m = \frac{30 \cdot 62}{1,86} = 1000 \text{ г}.$$

Тобто 1000 г етиленгліколю треба змішати з такою ж кількістю води, і вагове співвідношення дорівнює 1:1.

Контрольні завдання

141. Розчин, що містить 0,512 г неелектроліту у 100 г бензену, кристалізується при $5,296\text{ }^\circ\text{C}$. Температура замерзання бензену $5,5\text{ }^\circ\text{C}$, а його криоскопічна константа дорівнює $5,1^\circ$. Визначте молярну масу розчиненої речовини.

142. Обчисліть масову частку (%) цукру $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ у розчині, температура кристалізації якого дорівнює $-0,93\text{ }^\circ\text{C}$. Криоскопічна константа води становить $1,86\text{ }^\circ\text{C}$.

143. Розрахуйте температуру кристалізації розчину карбаміду $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$, який містить 5 г карбаміду у 150 г води. Криоскопічна константа води дорівнює $1,86^\circ$.

144. Розчин, що містить 3,04 г камфори $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}$ у 100 г бензену, кипить при $80,714\text{ }^\circ\text{C}$. Температура кипіння бензену становить $80,2\text{ }^\circ\text{C}$. Визнач-

те ебуліоскопічну константу цього розчинника.

145. Обчисліть масову частку (%) гліцерина $C_3H_5(OH)_3$ у водному розчині, температура кипіння якого дорівнює $100,39^\circ C$. Ебуліоскопічна константа води становить $0,52^\circ C$.

146. Розрахуйте молярну масу неелектроліта, якщо розчин, що містить 2,25 г цієї речовини у 250 г води, кристалізується при $-0,279^\circ C$. Кріоскопічна константа води дорівнює $1,86^\circ$.

147. Визначте температуру кипіння 5 % - ного розчину нафталіна $C_{10}H_8$ у бензені. Температура кипіння бензену дорівнює $80,2^\circ$, а його ебуліоскопічна константа становить $2,57^\circ$.

148. Розчин, що містить 25,65 г деякого неелектроліта у 300 г води, кристалізується при $-0,465^\circ C$. Визначте молярну масу розчиненої речовини, якщо кріоскопічна константа води дорівнює $1,86^\circ$.

149. Обчисліть кріоскопічну константу оцтової кислоти, якщо розчин, що містить 4,25 г антрацена $C_{14}H_{10}$ в 100 г цієї кислоти, кристалізується при $15,718^\circ C$. Температура замерзання оцтової кислоти дорівнює $16,65^\circ C$.

150. При розчиненні 4,86 г сірки в 60 г бензена температура кипіння його підвищилася на $0,81^\circ C$. Із скількох атомів складається молекула сірки в цьому розчині? Ебуліоскопічна константа розчинника дорівнює $2,57^\circ$.

151. Температура кристалізації розчину, що містить 66,3 г деякого неелектроліта у 500 г води, становить $-0,558^\circ C$. Визначте молярну масу розчиненої речовини. Кріоскопічна константа води дорівнює $1,86^\circ$.

152. Яку масу аніліна $C_6H_5NH_2$ потрібно розчинити у 50 г етилового етеру, щоб підвищити його температуру кипіння на $0,53^\circ C$? Ебуліоскопічна константа етеру становить $2,12^\circ$.

153. Визначте температуру кристалізації 2 % - ного розчину етанолу C_2H_5OH . Кріоскопічна константа води дорівнює $1,86^\circ$.

154. Скільки грамів карбаміда $(NH_2)_2CO$ потрібно розчинити у 75 г води, щоб знизити температуру кристалізації на $0,465^\circ$? Кріоскопічна константа води дорівнює $1,86^\circ$.

155. Визначте масову долю (%) водного розчину глюкози $C_6H_{12}O_6$, якщо відомо, що цей розчин кипить при $100,26^\circ$. Ебуліоскопічна константа води дорівнює $0,52^\circ$.

156. Скільки грамів фенолу C_6H_5OH потрібно розчинити у 125 г бензену, щоб знизити його температуру кристалізації на $1,7^\circ$? Кріоскопічна константа бензену становить $5,1^\circ$.

157. Скільки грамів карбаміда $(NH_2)_2CO$ потрібно розчинити у 250 г води, щоб підвищити її температуру кипіння на $0,26^\circ$? Ебуліоскопічна константа води дорівнює $0,52^\circ$.

158. При розчиненні 2,3 г деякого неелектроліта у 125 г води темпера-

тура кристалізації знизилася на $0,372\text{ }^{\circ}\text{C}$. Обчисліть молярну масу розчиненої речовини. Кріоскопічна константа води складає $1,86^{\circ}$.

159. Визначте температуру кипіння 15% - ного водного розчину пропанола $\text{C}_3\text{H}_7\text{OH}$. Ебуліоскопічна константа води дорівнює $0,52^{\circ}$.

160. Розрахуйте масову частку (%) водного розчину метанолу CH_3OH , який замерзає при $-2,79\text{ }^{\circ}\text{C}$. Кріоскопічна константа води становить $1,86^{\circ}$.

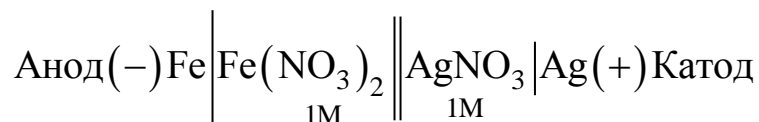
ТЕМА 8 ХІМІЧНІ ДЖЕРЕЛА ЕЛЕКТРИЧНОГО СТРУМУ

При розв'язанні задач цієї теми рекомендуємо вивчити теоретичний матеріал за підручником [1; с. 311-320], скористатися наступним прикладом, а також довідковою інформацією, що наведена в табл. 8.1.

Приклад 1. Складіть схему гальванічного елемента (ГЕ), у якому електродами є залізо та срібло, занурені в розчини їхніх солей із концентраціями йонів $[Fe^{2+}] = 1 \text{ M}$; $[Ag^+] = 1 \text{ M}$. Напишіть рівняння електродних процесів та загальне рівняння роботи гальванічного елемента, обчисліть його електрорушійну силу (ЕРС).

Розв'язання. Для складання схеми гальванічного елемента знаходимо в табл. 8.1 стандартні електродні потенціали металів: $E_{Fe^{2+}/Fe}^0 = -0,44 \text{ В}$;

$E_{Ag^+/Ag}^0 = +0,80 \text{ В}$. Оскільки залізо має менше значення стандартного електродного потенціалу, то залізний електрод буде анодом, а срібний – катодом. Схема ГЕ буде мати вигляд:



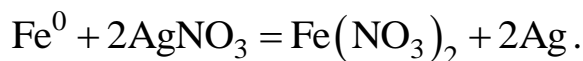
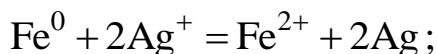
У схемі анод знаходиться ліворуч. Вертикальна риска означає поверхню поділу фаз між електродом (металом) та розчином електроліту (йонами металу), у який занурено електрод. Подвійна риска означає межу поділу рідких фаз (двох розчинів). Звертаємо увагу на розчинність у воді обох електролітів – нітратів металів.

Електронні рівняння електродних процесів:

- на аноді: $Fe^0 - 2e = Fe^{2+}$ (окиснення, Fe^0 – відновник);

- на катоді: $Ag^+ + e = Ag^0$ (відновлення, Ag^+ – окисник).

Сумарна реакція:



На аноді буде відбуватись окиснення заліза з переходом його у вигляді йонів Fe^{2+} у розчин. Таким чином, матеріал анода буде розчинятись у процесі роботи ГЕ. На катоді буде відбуватись відновлення йонів Ag^+ з перетворенням їх у вільне срібло, яке буде відкладатися на катоді, і маса катоду

буде збільшуватись.

Таблиця 8.1 – Стандартні електродні потенціали металів у водних розчинах [1-4]

Метал	E_{298}^0 , В	Метал	E_{298}^0 , В	Метал	E_{298}^0 , В
Li ⁺ /Li	-3,045	U ³⁺ /U	-1,80	Fe ³⁺ /Fe	-0,036
Rb ⁺ /Rb	-2,925	Hf ⁴⁺ /Hf	-1,70	2H ⁺ /H ²	0,000
K ⁺ /K	-2,925	Al ³⁺ /Al	-1,662	Ge ²⁺ /Ge	0,010
Cs ⁺ /Cs	-2,923	Zr ⁴⁺ /Zr	-1,63	Bi ³⁺ /Bi	0,215
Ra ²⁺ /Ra	-2,916	Ti ²⁺ /Ti	-1,628	Sb ³⁺ /Sb	0,240
Ba ²⁺ /Ba	-2,906	V ²⁺ /V	-1,186	As ³⁺ /As	0,30
Sr ²⁺ /Sr	-2,890	Mn ²⁺ /Mn	-1,18	Re ³⁺ /Re	0,30
Ca ²⁺ /Ca	-2,866	Nb ³⁺ /Nb	-1,10	Cu ²⁺ /Cu	0,337
Na ⁺ /Na	-2,714	Cr ²⁺ /Cr	-0,913	Ru ³⁺ /Ru	0,450
La ³⁺ /La	-2,522	Zn ²⁺ /Zn	-0,763	Cu ⁺ /Cu	0,521
Ce ³⁺ /Ce	-2,480	Cr ³⁺ /Cr	-0,744	Po ³⁺ /Po	0,560
Nd ³⁺ /Nd	-2,440	Ga ³⁺ /Ga	-0,53	Po ²⁺ /Po	0,650
Sm ³⁺ /Sm	-2,410	Fe ²⁺ /Fe	-0,440	Os ²⁺ /Os	0,700
Gd ³⁺ /Gd	-2,400	Eu ³⁺ /Eu	-0,43	Tl ³⁺ /Tl	0,710
Y ³⁺ /Y	-2,370	Cd ²⁺ /Cd	-0,403	Hg ₂ ²⁺ /2Hg	0,789
Mg ²⁺ /Mg	-2,363	Ti ³⁺ /Ti	-0,368	Ag ⁺ /Ag	0,799
Lu ³⁺ /Lu	-2,35	In ³⁺ /In	-0,342	Rh ³⁺ /Rh	0,80
Er ³⁺ /Er	-2,30	Tl ⁺ /Tl	-0,336	Hg ²⁺ /Hg	0,854
Sc ³⁺ /Sc	-2,08	Co ²⁺ /Co	-0,277	Pd ²⁺ /Pd	0,987
Pu ³⁺ /Pu	-2,07	Ni ²⁺ /Ni	-0,250	Ir ³⁺ /Ir	1,00
Th ⁴⁺ /Th	-1,90	Mo ³⁺ /Mo	-0,20	Pt ²⁺ /Pt	1,20
Np ³⁺ /Np	-1,86	Sn ²⁺ /Sn	-0,136	Au ³⁺ /Au	1,498
Be ²⁺ /Be	-1,847	Pb ²⁺ /Pb	-0,126	Au ⁺ /Au	1,691

Розрахуємо ЕРС у стандартних умовах:

$$E_{PC} = E_{\kappa}^0 - E_a^0 = E_{Ag^+/Ag}^0 - E_{Fe^{2+}/Fe}^0 = +0,80 \text{ В} - (-0,44) \text{ В} = +1,24 \text{ В}.$$

Контрольні завдання

161. У дві ємкості з блакитним розчином CuSO₄ занурили дві пластинки – у першу – цинкову, а в другу – срібну. В якій посудині колір розчину

поступово зникає і чому? Складіть молекулярні та електронні рівняння відповідної реакції.

162. Збільшиться, зменшиться чи залишиться без змін маса цинкової пластинки при взаємодії її з розчинами: а) CuSO_4 ; б) MgSO_4 ; в) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$? Чому? Складіть електронні та молекулярні рівняння відповідних реакцій.

163. При якій концентрації йонів Zn^{2+} (моль/л) потенціал цинкового електрода буде на 0,015 В менше його стандартного електродного потенціала?

164. Збільшиться, зменшиться чи залишиться без змін маса Cd-пластинки при контакті її з розчинами: а) AgNO_3 ; б) ZnSO_4 ; в) NiSO_4 ? Чому? Складіть електронні та молекулярні рівняння відповідних реакцій.

165. Електрод, що виготовлений із Мангану, і занурений у розчин солі, має потенціал $-1,23$ В. Визначте концентрацію йонів Mn^{2+} (моль/л).

166. Потенціал срібного електрода в розчині AgNO_3 складає 95 % від значення його стандартного електродного потенціалу. Обчисліть концентрацію йонів Ag^+ (моль/л) в розчині.

167. Складіть схему, напишіть рівняння процесів, що відбуваються на електродах і визначте ЕРС $\text{Cu}-\text{Cd}$ гальванічного елемента, у якому $[\text{Cd}^{2+}] = 0,8$ моль/л, $[\text{Cu}^{2+}] = 0,01$ моль/л.

168. Складіть схеми двох гальванічних елементів (ГЕ), в одному з яких мідь є катодом, а в іншому – анодом. Напишіть рівняння процесів, що відбуваються на електродах при роботі цих джерел струму, і загальні рівняння роботи ГЕ.

169. При якій концентрації йонів Cu^{2+} (моль/л) потенціал мідного електрода буде дорівнювати стандартному потенціалу водневого електрода?

170. Який гальванічний елемент називається концентраційним? Складіть схему такого елемента, у якому срібні електроди занурено в розчини AgNO_3 відповідно 0,01 н. і 0,1 н. Обчисліть ЕРС цього джерела струму.

171. За яких умов буде працювати гальванічний елемент (ГЕ), електроди якого виготовлено з одного й того ж металу? Складіть схему ГЕ, в якому нікелеві електроди занурено в розчини NiSO_4 з концентраціями йонів Ніколу відповідно 0,001 М і 0,01 М. Напишіть рівняння електродних процесів і визначте ЕРС ГЕ.

172. Складіть схему, напишіть рівняння електродних процесів і обчисліть ЕРС гальванічного елемента (ГЕ), який складається із свинцевої та магнієвої пластинок, занурених у розчини власних солей з концентрацією $[\text{Pb}^{2+}] = [\text{Mg}^{2+}] = 0,01$ моль/л. Чи зміниться ЕРС цього елемента, якщо концентрацію кожного з йонів збільшити в однакове число раз?

173. Складіть схеми двох гальванічних елементів, в одному з яких ні-

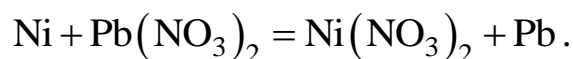
кель є катодом, а в іншому – анодом. Напишіть рівняння процесів, що відбуваються на електродах при роботі цих джерел струму.

174. Залізну й срібну пластинки з'єднали зовнішнім провідником і занурили у розчин сульфатної кислоти. Складіть схему цього гальванічного елемента й напишіть рівняння електродних реакцій.

175. Складіть схему, напишіть рівняння електродних процесів і обчисліть ЕРС гальванічного елемента (ГЕ), який складається з пластинок кадмія й магнія, занурених у розчини власних солей з концентрацією $[Cd^{2+}] = [Mg^{2+}] = 1$ моль/л. Чи зміниться ЕРС ГЕ, якщо концентрацію кожного з іонів зменшити до 0,01 моль/л?

176. Складіть схему гальванічного елемента, який складається із цинкової й залізної пластинок, занурених у розчини власних солей. Напишіть електронні рівняння процесів, що відбуваються на аноді й катоді. Обчисліть концентрацію іонів $[Fe^{2+}]$, що забезпечує ЕРС = 0, якщо $[Zn^{2+}] = 0,001$ моль/л.

177. Складіть схему гальванічного елемента, в основу якого покладено реакцію:



Напишіть електронні рівняння анодного й катодного процесів. Обчисліть ЕРС цього елемента, якщо $[Ni^{2+}] = 0,01$ моль/л; $[Pb^{2+}] = 0,0001$ моль/л.

178. Які хімічні процеси відбуваються на електродах під час зарядження й розрядки свинцевого акумулятора?

179. Які хімічні процеси відбуваються на електродах під час зарядження й розрядки кадмій – нікелевого акумулятора?

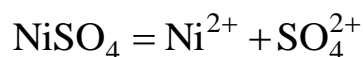
180. Які хімічні процеси відбуваються на електродах під час зарядження й розрядки залізо – нікелевого акумулятора?

ТЕМА 9 ЕЛЕКТРОЛІЗ РОЗПЛАВІВ ТА ВОДНИХ РОЗЧИНІВ

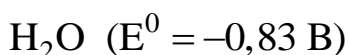
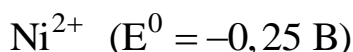
Вивчіть теоретичний матеріал за підручником [1; с. 325-330], ознайомтеся з методикою розв'язання задач цієї теми з використанням ПЕОМ [7; с. 79-80], а також наступним прикладом.

Приклад 1. Для захисту від корозії та надання відповідного естетичного вигляду на окремі деталі автомобіля наносять покриття на основі нікеля. При електролізі водного розчину NiSO_4 струмом силою 2 А протягом 40 хвилин на інертному катоді виділилося 1,46 г металу. Визначте еквівалентну й атомну маси нікелю. Скільки літрів кисню виділиться на аноді за нормальних умов?

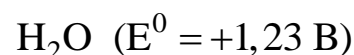
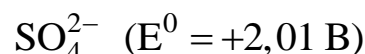
Розв'язання. Спочатку складемо схему процесу електролізу водного розчину NiSO_4 , використовуючі дані табл. 8.1.



катод (-)



анод (+)



– на катоді: $\text{Ni}^{2+} + 2e = \text{Ni}^0$;

– на аноде: $2\text{H}_2\text{O} - 4e = \text{O}_2 + 4\text{H}^+$;

– в розчині (аноліт): $2\text{H}^+ + \text{SO}_4^{2-} = \text{H}_2\text{SO}_4$.

Розрахунок проводимо, використовуючи закони Фарадея:

$$m = \frac{I \cdot t \cdot E}{F},$$

де I – сила струму (А);

t – термін електролізу (с);

E – еквівалентна маса металу;

F – число Фарадея ($F=96500\text{Кл}$).

$$\text{Тоді: } E = \frac{m \cdot F}{I \cdot t} = \frac{1,46 \cdot 96500 \text{ Кл}}{2 \text{ А} \cdot 40 \cdot 60 \text{ с}} = 29,35 \text{ г/моль.}$$

Оскільки Нікол двохвалентний, його атомна маса становить:

$$A = 2E = 2 \cdot 29,35 \text{ г/моль} = 58,7 \text{ г/моль.}$$

Визначимо об'єм кисню за рівнянням:

$$V_{O_2} = \frac{I \cdot t \cdot 5,6 \text{ л}}{F} = \frac{2 \text{ А} \cdot 40 \cdot 60 \text{ с} \cdot 5,6 \text{ л}}{96500 \text{ Кл}} = 0,2785 \text{ л (н.у.)}$$

Контрольні завдання

181. Електроліз розчину K_2SO_4 проводили при силі струму 5 А протягом 3 годин. Складіть електронні рівняння процесів, що відбуваються на електродах. Скільки грамів води при цьому розклалося? Визначте об'єми газів (н.у.), що виділилися на катоді й аноді.

182. При електролізі розчину солі деякого металу протягом 1,5 годин струмом силою 1,8 А на катоді утворилося 1,75 г цього металу. Визначте еквівалентну масу металу.

183. При електролізі розчину $CuSO_4$ на аноді виділилося 168 мл газу (н.у.). Складіть електронні рівняння процесів, що відбуваються на електродах. Визначте масу міді, що утворилася на катоді.

184. Електроліз розчину Na_2SO_4 проводили при силі струму 7 А протягом 5 годин. Складіть електронні рівняння процесів, які проходять на електродах. Скільки грамів води при цьому розклалося? Обчисліть об'єми газів, що виділяються на катоді й аноді (н.у.).

185. Електроліз розчину $AgNO_3$ проводили при силі струму 2 А протягом 4 годин. Складіть електронні рівняння процесів, що відбуваються на електродах. Визначте масу срібла, що утворилася на катоді, і об'єм газу, який виділився на аноді (н.у.).

186. Електроліз розчину сульфата деякого металу проводили при силі струму 6 А протягом 45 хвилин. На катоді одержано 5,49 г металу. Обчисліть еквівалентну масу цього металу.

187. На скільки зменшиться маса срібного анода, якщо електроліз розчину $AgNO_3$ проводити при силі струму 2 А протягом 38 хвилин 20 с? Складіть електронні рівняння процесів, які проходять на графітових електродах.

188. Електроліз розчину $ZnSO_4$ проводили протягом 5 годин, при цьому одержано 6 л кисню (н.у.). Складіть рівняння електродних процесів і визначте силу струму.

189. Електроліз розчину $CuSO_4$ проводили з мідним анодом протягом 4 годин при силі струму 50 А. При цьому виділилося 224 г міді. Визначте вихід металу (%) за струмом. Складіть рівняння процесів, що відбуваються на електродах, якщо: а) анод мідний; б) анод вугільний.

190. Електроліз розчину NaI проводили при силі струму 6 А протягом 2,5 годин. Складіть схему електролізу. Визначте маси речовин, які виділяються на катоді й аноді.

191. Складіть електронні рівняння процесів, що відбуваються на вугільних електродах при електролізі розчину AgNO_3 . Якщо для електроліза використовувати анод із срібла, то його маса зменшує на 5,4 г. Обчисліть кількість електричного струму (Кл), що витрачено на цей процес.

192. Електроліз розчину CuSO_4 проводили при силі струму 2,5 А протягом 15 хвилин. При цьому виділилося 0,72 г міді. Напишіть рівняння процесів, що відбуваються на електродах у випадках мідного й вугільного анодів. Визначте вихід (%) за струмом.

193. Складіть електронні рівняння процесів, які проходять на графітових електродах при електролізі розплавів, а також водних розчинів NaCl і KOH . Скільки літрів (н.у.) газу виділиться на аноді при електролізі KOH за наступних умов: $I = 0,5 \text{ А}$; $t = 30$ хвилин ?

194. Напишіть електронні рівняння процесів, що відбуваються на графітових електродах при електролізі розчину KBr . Умови процесу: $I = 15 \text{ А}$; $t = 1$ година 35 хвилин. Визначте масу речовин, що утворюються на катоді й аноді.

195. Складіть рівняння електролізу водного розчину CuCl_2 на вугільних електродах. На аноді за нормальних умов виділилося 560 мл газу. Обчисліть масу міді, що утворилася на катоді.

196. При електролізі солі трьохвалентного металу при силі струму 1,5 А протягом 30 хвилин на катоді виділилося 1,071 г металу. Визначте атомну масу металу.

197. При електролізі водних розчинів MgSO_4 і ZnCl_2 , які з'єднані послідовно з джерелом струму, на одному з катодів виділився водень масою 0,25 г. Напишіть рівняння процесів, які відбуваються на електродах. Обчисліть масу речовин, які виділяються: а) на другому катоді; б) на анодах.

198. Складіть схему електролізу водного розчину Na_2SO_4 з вугільними електродами. Визначте масу речовини, що утворюється на катоді, якщо на аноді виділилося 1,12 л газу (н.у.). Скільки грамів сульфатної кислоти накопичується у навколоанодному просторі (аноліт)?

199. Під час електролізу розчину солі кадмія витрачено 3434 Кл електричного струму й одержано 2 г металу. Визначте молярну масу еквівалента кадмія.

200. Напишіть електронні рівняння процесів, що відбуваються на електродах при електролізі розчину KOH . Обчисліть силу струму, якщо протягом 1 години 15 хвилин 20 с на аноді виділилося 6,4 г газу (н.у.). Скільки літрів газу утворилося при цьому на катоді?

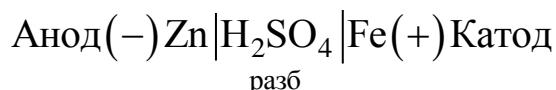
ТЕМА 10 КОРОЗІЯ МЕТАЛІВ І ЗАХИСТ ВІД НЕЇ

Вивчіть теоретичний матеріал за підручником [1; с. 316-324, с. 393-404], і проаналізуйте наступні приклади.

Приклад 1. Залізний виріб покрили цинком. Яке це покриття – анодне або катодне? Чому? Складіть рівняння анодного й катодного процесів корозії цього виробу при порушенні покриття у розбавленій сульфатній кислоті. Які продукти корозії утворюються?

Розв'язання. Спочатку в табл. 8.1 знаходимо величини стандартних електродних потенціалів металів: $E_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}}^0 = -0,44 \text{ В}$; $E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^0 = -0,763 \text{ В}$. Оскільки $E_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}}^0 > E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^0$, то у мікрогальванічному елементі, що утворюється, залізо є катодом, а цинк – анодом.

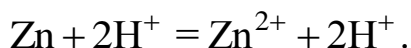
Схема мікрогальванічного елемента:



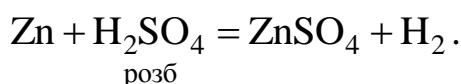
– на аноді: $\text{Zn}^0 - 2e = \text{Zn}^{2+}$ (окиснення);

– на катоді: $2\text{H}^+ + 2e = \text{H}_2^0$ (відновлення).

Сумарний процес:



Молекулярна форма рівняння реакції:



Це – приклад анодного покриття (протектор); залізо захищено від корозії до того часу, поки увесь цинк не розчиниться в кислоті.

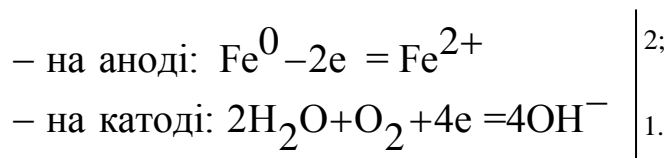
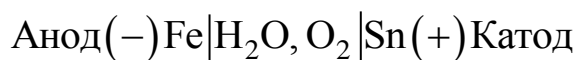
Приклад 2. Охарактеризуйте процес електрохімічної корозії лудженого заліза у вологому повітрі. Оцініть надійність цього покриття.

Розв'язання. При локальному руйнуванні покриття утворюється мікрогальванічна пара Fe–Sn, а електролітом буде вода, що містить розчинений кисень.

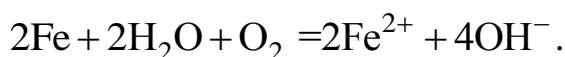
Визначимо, який із цих двох металів буде катодом, а який – анодом. За даними табл. 8.1 їх стандартні електродні потенціали дорівнюють: $E_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}}^0 = -0,44 \text{ В}$; $E_{\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}}^0 = -0,136 \text{ В}$. Оскільки потенціал Sn вище потенціалу Fe, то залізна частина виробу буде анодом, а олов'яне покриття – ка-

тодом (покриття катодного типу).

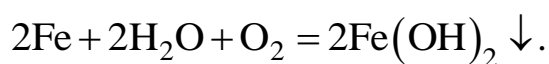
Схема мікрогальванічного елемента:



Сумарно:



Рівняння реакції в молекулярній формі:



З наведених рівнянь видно, що електрохімічної корозії зазнає метал (Fe), що захищається. Отже, олов'яне покриття на залізному виробі ненадійне. Під час його експлуатації слід звертати увагу на стан поверхні виробу.

Контрольні завдання

201. Як відбувається атмосферна корозія лудженого й оцинкованого сталевих виробів при руйнуванні покриття? Складіть електронні рівняння анодного й катодного процесів.

202. Мідь не витісняє водень із розбавлених кислот. Якщо ж до мідної пластинки, що занурена в кислоту, доторкнутися цинковою, то на міді починається інтенсивне виділення водню. Дайте пояснення цього факту. Складіть рівняння анодного й катодного процесів. Напишіть рівняння хімічної реакції, що протікає.

203. Як відбувається атмосферна корозія лудженого заліза й лудженої міді при порушенні покриття? Складіть електронні рівняння анодного й катодного процесів.

204. Якщо пластинку із чистого цинка занурити у розбавлену кислоту, то спостерігається повільне виділення водню. Якщо ж до неї доторкнутися мідною паличкою, то на останній спостерігається інтенсивне виділення водню. Поясніть цей факт. Складіть рівняння катодного й анодного процесів, а також хімічної реакції, що протікає.

205. Охарактерізуйте механізм протекторного захисту металів від корозії. Наведіть приклад протекторного захисту заліза в електроліті, що міс-

тять розчинений кисень. Складіть рівняння анодного й катодного процесів.

206. Залізний виріб покрили нікелем. Яке це покриття – анодне або катодне? Чому? Складіть рівняння анодного й катодного процесів корозії цього виробу при порушенні покриття у вологому повітрі й у хлоридній кислоті. Які продукти корозії утворюються в першому й другому випадках?

207. Складіть електронні рівняння анодного і катодного процесів з кисневою та водневою деполяризацією під час корозії пари магній – нікель. Які продукти корозії утворюються в першому й другому випадках?

208. В розчин хлоридної кислоти занурили цинкову пластинку, а також Zn-пластинку, яка частково покрита міддю. В якому випадку процес корозії відбувається більш інтенсивно? Відповідь обґрунтуйте за допомогою електронних рівнянь відповідних процесів.

209. Чому хімічно чисте залізо більш стійке до корозії, ніж технічне? Складіть рівняння анодного й катодного процесів, які відбуваються під час корозії технічного заліза в кислому середовищі та у вологому повітрі.

210. Яке покриття металу називають анодним, а яке – катодним? Наведіть приклади кількох металів, що використовуються для анодного й катодного покриттів заліза. Складіть рівняння електродних процесів, що відбуваються при корозії заліза з мідним покриттям, в кислому середовищі та у вологому повітрі.

211. Залізний виріб покрили кадмієм. Яке це покриття – анодне або катодне? Чому? Складіть рівняння катодного й анодного процесів корозії цього виробу при порушенні покриття у вологому повітрі та у хлоридній кислоті. Які продукти корозії утворюються в першому й другому випадках?

212. Залізний виріб покрили свинцем. Яке це покриття – анодне або катодне? Чому? Складіть рівняння катодного й анодного процесів корозії цього виробу при порушенні покриття у вологому повітрі та у хлоридній кислоті. Які продукти корозії утворюються в першому й другому випадках?

213. Дві залізних пластинки частково покриті одна оловом, а друга міддю, знаходяться у вологому повітрі. На якій з пластинок швидше утворюється іржа? Складіть рівняння анодного й катодного процесів корозії цих пластинок. Визначте склад продуктів корозії заліза.

214. Який метал доцільніше вибрати для протекторного захисту від корозії свинцевої оболонки кабелю: цинк, магній чи хром? Чому? Поясніть механізм протекторного захисту металу у вологому повітрі. Визначте склад продуктів атмосферної корозії.

215. Якщо занурити у розбавлену сульфатну кислоту пластинку з чистого заліза, то виділення водню йде повільно, а потім зовсім припиняється. Якщо ж цинковою паличкою доторкнутися до залізної пластинки, то на останній почнеться бурхливе виділення водню. Чому? Який метал при цьому розчиняється? Складіть електронні рівняння анодного й катодного процесів.

216. Цинкову й залізну пластинки занурили в розчин CuSO_4 . Складіть електронні та йонно-молекулярні рівняння реакцій, що відбуваються на кожній з цих пластинок. Які процеси будуть спостерігатися на пластинках, якщо наружні їх кінці з'єднати провідником?

217. Як впливає рН середовища на швидкість корозії заліза й цинка? Чому? Складіть електронні рівняння анодного й катодного процесів атмосферної корозії цих металів.

218. В розчин електроліта, що містить розчинений кисень, занурили цинкову пластинку й цинкову пластинку, яка частково покрита міддю. В якому випадку процес корозії проходить більш інтенсивно та чому? Напишіть електронні рівняння анодного й катодного процесів.

219. Складіть рівняння анодного й катодного процесів з кисневою та водневою деполяризацією при корозії пари алюміній – залізо. Які продукти корозії утворюються в першому й другому випадках?

220. Як відбувається атмосферна корозія заліза, покритого шаром нікелю, якщо покриття зруйноване? Складіть рівняння анодного й катодного процесів. Визначте склад продуктів корозії.

ТЕМА 11 АНАЛІТИЧНІ РЕАКЦІЇ ТА ФІЗИКО-ХІМІЧНІ МЕТОДИ МОНІТОРИНГУ Й ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ

Мета вивчення теми – засвоєння реакцій ідентифікації забруднювачів довкілля, обумовлених АТР, а також фізико-хімічних методів моніторингу й захисту повітря, води та ґрунту.

Під час вирішення задач цієї теми рекомендуємо насамперед вивчити теоретичний матеріал за підручниками [1; с. 419-425; с. 557-570], [8; с. 80-92; с. 184-191; с. 222-225]. Вважаємо доцільним попередньо виконати лабораторні роботи № 19 і № 20 за методичним посібником [7; с. 58-68].

Контрольні завдання

221. Обґрунтуйте, які аналітичні реакції та процеси лежать в основі моніторингу навколишнього природного середовища.

222. Як провести розрахунок забруднення атмосферного повітря кількома токсикантами?

223. Визначте, як за допомогою кислотно-основних індикаторів (фенолфталеїн, метилоранж, лакмус) довести забруднення повітря парами CO_2 , NH_3 , HCl , H_2S , H_2SO_4 , HCN .

224. Атмосферне повітря біля автомобільної дороги забруднене парами бензолу, метанолу, формальдегіду, а також нафталіну. Спрогнозуйте методи якісного визначення цих токсикантів.

225. Проаналізуйте, катіони яких токсичних металів забруднюють ґрунт біля автомобільної дороги; внаслідок чого вони утворюються?

226. Сірководень, як відомо, досить шкідливий забруднювач довкілля. Спрогнозуйте наслідки наступної конкретної ситуації. При 20°C концентрація H_2S у забрудненій воді складає $0,13$ моль/л. Визначте молекулярний та йонний стан цього токсиканта, якщо константи дисоціації дорівнюють: $K_1 = 1 \cdot 10^{-7}$; $K_2 = 1 \cdot 10^{-14}$.

227. Проаналізуйте наступну ситуацію. Під час аналізу водоймища з питною водою виявлено її забруднення катіонами Fe^{3+} , Ni^{2+} , Cd^{2+} , Al^{3+} , Zn^{2+} і аніонами S^{2-} , NO_3^- , SO_4^{2-} . Запропонуйте методи якісного визначення йонів - токсикантів і складіть рівняння відповідних реакцій.

228. Під час аналізу ґрунту визначено його забруднення катіонами Pb^{2+} , Cr^{3+} , Fe^{2+} , Hg^{2+} , Mn^{2+} і аніонами NO_2^- , PO_4^{3-} , S^{2-} . Наведіть реакції ідентифікації цих йонів-токсикантів.

229. Зразок забрудненої питної води об'ємом 100 мл має $\text{pH} = 4$. До якого об'єму треба розбавити його чистою водою до одержання $\text{pH} = 7$ і таким чином, нейтралізувати шкідливу дію розчиної кислоти?

230. Для нейтралізації токсичної дії SO_2 його, як правило, обробляють розчином $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Визначте, чи достатньо 0,8 л 0,5 н розчину $\text{Ca}(\text{OH})_2$ для переведу 12 л SO_2 у кальцій гідросульфїт $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ за нормальних умов.

231. Спрогнозуйте умови осадження токсичних речовин у питних і стічних водах. Визначте, чи вдасться нейтралізувати 0,001 М розчин токсичного $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, якщо додати рівний об'єм 0,001 М розчину KI . Добуток розчинності $\text{PP}_{\text{PbI}_2} = 8,7 \cdot 10^{-9}$.

232. Проаналізуйте сучасні методи зменшення забруднення навколишнього середовища автомобільним транспортом.

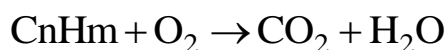
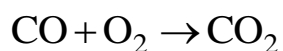
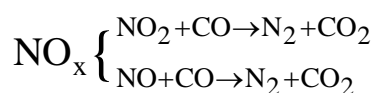
233. Спрогнозуйте, в результаті яких реакцій горіння палив у бензинових двигунах утворюються оксиди нітрогену NO_x , якими способами можна знизити їхній вплив?

234. Яке паливо для ДВЗ – нафтове, змішане чи синтетичне, більш екологічно чисте? Відповідь обґрунтуйте рівняннями реакцій, що протікають при згорянні палив.

235. Охарактеризуйте відносно (відносно CO) токсичність наступних забруднювачів доквілля: вуглеводні, оксиди сульфуру, оксиди нітрогену NO і NO_2 , сажа, формальдегід, метанол, фенол.

236. Наведіть величини гранично допустимих концентрацій (ГДК) забруднювачів атмосфери: CO , NO , NO_2 , SO_2 , HCN , SO_3 і запропонуйте фізико-хімічні методи їх визначення.

237. В каталітичних нейтралізаторах очищення викидних газів ДВЗ відбувається за наступними схемами:



Складіть рівняння ОВР та запропонуйте методи визначення оксидів нітрогену, карбону й вуглеводів C_nH_m .

238. Які з вказаних сполук мають характерні спектри поглинання у видимій області й чому: NaCl , CuSO_4 , FeCl_3 , CCl_4 , $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$, $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, KMnO_4 ?

239. Проаналізуйте наступну конкретну ситуацію. Для визначення бензолу у питній воді використовували УФ – спектрофотометрію. Умови експерименту: $\lambda = 202$ нм, $\ell = 1$ см; $\varepsilon = 6900$; $A = 0,72$. Розрахуйте концент-

рацію забруднювача у воді (моль/л, мг/л), а після порівняння з ГДК (0,5 мг/л) зробіть висновок щодо придатності води.

240. Для кількісного визначення катіонів-токсикантів у воді: Ba^{2+} , Mn^{2+} , Zn^{2+} , Fe^{2+} , Pb^{2+} , Hg^{2+} використовують кулонометрію. Виходячі зі стандартних електродних потенціалів металів, обґрунтуйте послідовність їх відновлення на катоді за реакцією: $\text{Me}^{n+} + ne^- = \text{Me}$:

$$E_{\text{Ba}^{2+}/\text{Ba}}^0 = -2,9 \text{ В}; \quad E_{\text{Mn}^{2+}/\text{Mn}}^0 = -1,05 \text{ В};$$

$$E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^0 = -0,76 \text{ В}; \quad E_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}}^0 = -0,44 \text{ В};$$

$$E_{\text{Pb}^{2+}/\text{Pb}}^0 = -0,13 \text{ В}; \quad E_{\text{Hg}^{2+}/\text{Hg}}^0 = 0,85 \text{ В}.$$

Визначте, катіони яких металів не вдається виділити на катоді та нейтралізувати їх токсичний вплив на воду.

241. Марганцевий йоно-селективний електрод у розчині забрудненої води має потенціал $-1,15\text{В}$. $E_{\text{Mn}^{2+}/\text{Mn}}^0 = -1,05 \text{ В}$. Визначте концентрацію йона-токсиканта в системі й порівняйте її з гранично допустимою (ГДК йонів Mn^{2+} у питній воді $0,1 \text{ мг/л}$).

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кириченко В. І. Загальна хімія: навч. посіб. / В. І. Кириченко. – К.: Вища шк., 2005. – 639 с.
2. Романова Н. В. Загальна та неорганічна хімія: підруч. для студ. вищ. навч. закл. / Н. В. Романова. – К.: Ірпень ВТФ «Перун», 2010. – 480 с.
3. Глинка Н. Л. Общая химия / Н. Л. Глинка. – М.: Химия, 2011. – 704 с.
4. Шиманович И. Л. Химия: методические указания, программа, решение типовых задач, программированные вопросы для самопроверки и контрольные задания для студентов-заочников инженерно-технических (нехимических) специальностей вузов / И. Л. Шиманович. – М.: Высш. шк., 2001. – 128 с.
5. Ткачук Г. С. Збірник вибраних задач із загальної хімії. / Г. С. Ткачук, Г. Т. Бубенщикова. – Львів: Новий світ – 2000, 2009. – 224 с.
6. Глинка Н. Л. Задачи и упражнения по общей химии. / Н. Л. Глинка. – М.: Химия, 2010. – 264 с.
7. Методичний посібник для виконання лабораторного практикуму з хімії галузі знань 0701 «Транспорт і транспортна інфраструктура» для студентів напрямів підготовки: 6.070106 – «Автомобільний транспорт» і 6.070101 – «Транспортні технології (автомобільний транспорт)» [Електронний ресурс] / Укладачі: Карпинець А. П., Голуб І. Є. – Електрон. дані. – Горлівка: ДВНЗ «ДонНТУ» АДІ, 2011. – 1 електрон. опт. диск (CD-R); 12 см. – Систем. вимоги: Pentium; 32 RAM; WINDOWS 98/2000/NT/XP; MS Word 2000. – Назва з титул. екрану.
8. Феदिшин Б. М. Хімія та екологія атмосфери: навч. посіб. / [Б. М. Федишин, Б. В. Борисюк, М. В. Вовк та ін.] – К.: Алерта, 2003. – 272 с.

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Варіанти контрольних робіт для студентів груп АТР і АТР (ІПР).

Номер варіан- та	Номери завдань										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
01	1	21	41	61	81	101	121	141	161	181	201
02	2	22	42	62	82	102	122	142	162	182	202
03	3	23	43	63	83	103	123	143	163	183	203
04	4	24	44	64	84	104	124	144	164	184	204
05	5	25	45	65	85	105	125	145	165	185	205
06	6	26	46	66	86	106	126	146	166	186	206
07	7	27	47	67	87	107	127	147	167	187	207
08	8	28	48	68	88	108	128	148	168	188	208
09	9	29	49	69	89	109	129	149	169	189	209
10	10	30	50	70	90	110	130	150	170	190	210
11	11	31	51	71	91	111	131	151	171	191	211
12	12	32	52	72	92	112	132	152	172	192	212
13	13	33	53	73	93	113	133	153	173	193	213
14	14	34	54	74	94	114	134	154	174	194	214
15	15	35	55	75	95	115	135	155	175	195	215
16	16	36	56	76	96	116	136	156	176	196	216
17	17	37	57	77	97	117	137	157	177	197	217
18	18	38	58	78	98	118	138	158	178	198	218
19	19	39	59	79	99	119	139	159	179	199	219
20	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220
21	2	23	44	65	86	107	128	149	163	184	205
22	3	24	45	66	87	108	129	150	164	185	206
23	4	25	46	67	88	109	130	151	165	186	207
24	5	26	47	68	89	110	131	152	166	187	208
25	6	27	48	69	92	111	132	153	167	188	209
26	7	28	49	70	91	112	133	154	168	189	210
27	8	29	50	71	92	113	134	155	169	190	211
28	9	30	51	72	93	114	135	156	170	191	212
29	10	31	52	73	94	115	136	157	171	192	213
30	11	32	53	74	95	116	137	158	172	193	214
31	12	33	54	75	96	117	138	159	173	194	215
32	13	34	55	76	97	118	139	160	174	195	216

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
33	14	35	56	77	98	119	140	141	175	196	217
34	15	36	57	78	99	120	121	142	176	197	218
35	16	37	58	79	100	101	122	143	177	198	219
36	17	38	59	80	81	102	123	144	178	199	220
37	18	39	60	61	82	103	124	145	179	200	201
38	19	40	45	66	87	104	125	146	180	182	202
39	20	24	46	67	88	105	126	147	161	183	203
40	3	25	47	68	89	106	127	148	162	181	204
41	4	26	48	69	90	111	128	150	161	185	201
42	5	27	49	70	91	112	129	151	162	186	202
43	6	28	50	71	92	113	130	152	163	187	203
44	7	29	51	72	93	114	131	153	164	188	204
45	8	30	52	73	94	115	132	154	165	189	205
46	9	31	53	74	95	116	133	155	166	190	206
47	10	32	54	75	96	117	134	156	167	191	207
48	11	33	55	76	97	118	135	157	168	192	208
49	12	34	56	77	98	119	136	158	169	193	209
50	13	35	57	78	99	120	137	159	170	194	210
51	14	36	58	79	100	102	138	160	171	195	211
52	15	37	59	80	83	101	139	149	172	196	212
53	16	38	60	65	84	103	140	141	173	197	213
54	17	39	41	64	85	104	121	142	174	198	214
55	18	40	42	63	86	105	122	153	175	199	215
56	19	21	43	62	87	106	123	154	176	200	216
57	20	22	44	61	88	107	124	155	177	191	217
58	1	23	45	67	89	108	125	156	178	192	218
59	2	21	46	68	90	109	126	157	179	193	219
60	3	22	47	69	85	110	127	158	180	194	220
61	5	23	45	70	86	111	128	149	170	195	201
62	6	24	46	71	87	112	129	150	171	196	202
63	7	25	47	72	88	113	130	151	172	197	203
64	8	26	48	73	89	114	131	152	173	198	204
65	9	27	49	74	90	115	132	153	174	199	205
66	10	28	50	75	91	116	133	154	175	200	206
67	11	29	51	76	92	117	134	155	176	181	207
68	12	30	52	77	93	118	135	156	177	182	208
69	13	31	53	78	94	119	136	157	178	183	209
70	14	32	54	79	95	120	137	158	179	184	210
71	15	33	55	80	96	101	138	159	180	185	211

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
72	16	34	56	66	97	102	139	160	161	186	212
73	17	35	57	65	98	103	140	142	162	187	213
74	8	36	58	64	99	104	122	141	163	188	214
75	19	37	59	63	100	105	121	143	164	189	215
76	20	38	60	62	81	106	123	144	165	190	216
77	3	39	41	61	82	107	124	145	166	191	217
78	1	40	42	80	83	108	125	146	167	192	218
79	2	31	43	79	84	109	126	147	168	193	220
80	3	32	44	78	85	110	127	148	169	194	201
81	4	33	45	77	86	111	128	149	170	195	202
82	5	34	46	76	87	112	129	150	171	196	203
83	6	35	47	75	88	113	130	151	172	197	204
84	7	36	48	74	89	114	131	152	173	198	205
85	8	37	49	73	90	115	132	153	174	199	206
86	9	38	50	72	91	116	133	154	175	200	207
87	10	39	51	71	92	117	134	155	176	184	208
88	1	40	52	70	93	118	135	156	177	185	209
89	2	21	53	69	94	119	136	157	178	186	210
90	3	22	54	68	95	120	137	158	179	187	211
91	4	23	55	67	96	111	138	159	180	188	212
92	5	24	56	66	97	112	139	160	161	189	213
93	6	25	57	65	98	113	140	141	162	190	214
94	7	26	58	64	99	114	121	142	163	181	215
95	8	27	59	63	100	115	122	143	164	182	216
96	9	28	60	62	90	116	123	144	165	183	217
97	10	29	41	61	91	117	124	145	166	191	218
98	4	30	42	80	92	118	125	146	167	192	219
99	5	31	43	79	93	119	126	147	168	193	220
100	6	32	44	78	94	120	127	148	169	194	201

ДОДАТОК Б

Таблиця Б.1 – Варіанти контрольних робіт для студентів спеціальності «Транспортні технології».

Номер варіан- та	Номер завдань										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
01	1	31	41	71	91	111	131	151	171	191	221
02	2	32	42	72	92	112	132	152	172	192	222
03	3	33	43	73	93	113	133	153	173	193	223
04	4	34	44	74	94	114	134	154	174	194	224
05	5	35	45	75	95	115	135	155	175	195	225
06	6	36	46	76	96	116	136	156	176	196	226
07	7	37	47	77	97	117	137	157	177	197	227
08	8	38	48	78	98	118	138	158	178	198	228
09	9	39	49	79	99	119	139	159	179	199	229
10	10	40	50	80	100	120	140	160	180	200	230
11	11	21	51	61	81	101	121	141	161	181	231
12	12	22	52	62	82	102	122	142	162	182	232
13	13	23	53	63	83	103	123	143	163	183	233
14	14	24	54	64	84	104	124	144	164	184	234
15	15	25	55	65	85	105	125	145	165	185	235
16	16	26	56	66	86	106	126	146	166	186	236
17	17	27	57	67	87	107	127	147	167	187	237
18	18	28	58	68	88	108	128	148	168	188	238
19	19	29	59	69	89	109	129	149	169	189	239
20	20	30	60	70	90	110	130	150	170	190	240
21	2	31	45	71	91	111	131	151	171	191	221
22	3	32	46	72	92	112	132	152	172	192	222
23	4	33	47	73	93	113	133	153	173	193	223
24	5	34	48	74	94	114	134	154	174	194	224
25	6	35	49	75	95	115	135	155	175	195	225
26	7	36	50	76	96	116	136	156	176	196	226
27	8	37	51	77	97	117	137	157	177	197	227
28	9	38	52	78	98	118	138	158	178	198	228
29	10	39	53	79	99	119	139	160	179	199	229
30	1	40	54	80	100	120	140	159	180	200	230
31	10	21	55	61	81	101	121	141	161	181	231
32	11	22	56	62	82	102	122	142	162	182	232

Продовження таблиці А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
33	12	23	57	63	83	103	123	143	163	183	233
34	13	24	58	64	84	104	124	144	164	184	234
35	14	25	59	65	85	105	125	145	165	185	235
36	15	26	60	66	86	106	126	146	166	186	236
37	16	27	41	67	87	107	127	147	167	187	237
38	17	28	42	68	88	108	128	148	168	188	238
39	18	29	43	69	89	109	129	149	169	189	239
40	19	30	44	70	90	110	130	150	170	190	240
41	1	32	51	71	99	111	131	151	171	191	221
42	2	31	52	72	98	112	132	152	172	192	222
43	3	33	53	73	97	113	133	153	173	193	223
44	4	34	54	74	96	114	134	154	174	194	224
45	5	36	55	75	95	115	135	155	175	195	225
46	6	37	56	76	94	116	136	156	176	196	226
47	7	33	57	77	93	117	137	157	177	197	227
48	8	40	58	78	92	118	140	158	180	200	228
49	9	38	59	79	100	120	139	160	179	199	229
50	10	35	60	80	91	119	138	159	178	198	230

ЕЛЕКТРОННЕ НАВЧАЛЬНО – МЕТОДИЧНЕ ВИДАННЯ

Карпинець Антоніна Павлівна

**МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК
ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ З ХІМІЇ
ДЛЯ СТУДЕНТІВ-ЗАОЧНИКІВ ГАЛУЗІ ЗНАНЬ
0701 «ТРАНСПОРТ І ТРАНСПОРТНА ІНФРАСТРУКТУРА»
НАПРЯМІВ ПІДГОТОВКИ: 6.070106 – «АВТОМОБІЛЬНИЙ
ТРАНСПОРТ» 6.070101 – «ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ
(АВТОМОБІЛЬНИЙ ТРАНСПОРТ)»**

Підписано до друку _____.____.20__р. Гарнітура Times New Roman.
Умов. друк. арк. _____. Зам. № _____.

Державний вищий навчальний заклад
«Донецький національний технічний університет»
Автомобільно-дорожній інститут
84646, м. Горлівка, вул. Кірова, 51
E-mail: druknf@rambler.ru

Редакційно-видавничий відділ

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців, виготовників і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 2982 від 21.09.2007р.