

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України
Черкаський національний університет
імені Богдана Хмельницького

Екотехнологія

(методичні рекомендації до вивчення дисципліни
для студентів ОКР бакалавр напрямку підготовки
6.040101 - хімія)

Черкаси 2013

ББК 35

З-14

УДК 66.0(0.75)

Рецензенти:

Шевченко О.П., кандидат хімічних наук, доцент Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького

Хоменко О.М., кандидат хімічних наук, доцент, завідувач кафедри екології Черкаського державного технологічного університету

Бойко В.І., Шафорост Ю.А.

Екотехнологія: Методичні рекомендації/ В.І. Бойко, Ю.А. Шафорост. – Черкаси: Видавничий відділ ЧНУ, 2013. – 78 с.

У методичних рекомендаціях наведено навчальну програму дисципліни, перелік проблемних питань до кожного лабораторного заняття, приклади розрахункових завдань та зразки їх розв'язку. Вказано обсяг матеріалу, що виноситься на самостійне опрацювання та літературу необхідну для підготовки. З огляду на роботу навчального закладу за кредитно-трансферною системою до методичних рекомендацій включено критерії оцінювання знань студентів.

**СТРУКТУРА ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ЕКОТЕХНОЛОГІЯ»**

ОПИС ПРЕДМЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

<p style="text-align: center;"><i>Курс: 4</i> <i>Підготовка</i> <i>бакалаврів</i></p>	<p style="text-align: center;"><i>Напря́м,</i> <i>спеціально́сть,</i> <i>осві́тньо-</i> <i>кваліфіка́ційний</i> <i>рівень</i></p>	<p style="text-align: center;"><i>Характеристика навчального</i> <i>курсу</i></p>
<p>Кількість кредитів ECTS: 4,5</p> <p>Модуль : 4 модулі +2 реферати</p> <p>Загальна кількість годин: 162 год.</p> <p>Тижневих годин: 6</p>	<p>Шифр та назва напряму 0401 природничі науки</p> <p>Шифр та назва спеціальності 6.040101 Хімія</p> <p>Освітньо- кваліфікаційний рівень Бакалавр</p>	<p>Обов'язковий</p> <p>Рік підготовки: 4 Семестр: 1</p> <p>Лекції: 34 години</p> <p>Практичні: 44 години</p> <p>Самостійна робота: 84 години</p> <p>Індивідуальна робота: 6 годин</p> <p>Вид підсумкового контролю: екзамен</p>

МЕТА: оволодіння теоретичними основами хімічної технології; ознайомлення із сировинними ресурсами, хімізмом основних технологічних стадій виробництва та апаратурним оформленням хімічних процесів.

Передмова

Вивчення дисципліни «Екотехнологія» включає різні форми навчального процесу, а саме: лекційний курс, лабораторні заняття, роботу з самостійного опрацювання матеріалу, підсумковий контроль у формі екзамена. Методичні рекомендації до вивчення дисципліни «Екотехнологія» мають на меті допомогти студенту якісно підготуватися до лабораторного заняття та опанування матеріалом, що виноситься на самостійну роботу.

До рекомендацій включено навчальну програму дисципліни, чіткий план проведення заняття, наведено основні типи розрахункових завдань та зразки їх розв'язку. Включено до методичних рекомендацій також зразки тестових завдань закритої форми до кожної теми лабораторного заняття, зразки контрольних завдань до захисту самостійної роботи та структуру і зразок екзаменаційного білета.

Важлива роль при вивченні дисципліни приділяється виконанню реферативних робіт. Кожен студент готує по два реферати, один із яких стосується виробництва неорганічних, другий – органічних речовин. На лабораторному занятті у відповідності до його тематики студент виступає із 5-7 хвилинним сповіщенням за темою реферату. Бажано, щоб виступ супроводжувався мультимедійною презентацією.

Такий системний підхід до вивчення дисципліни «Екотехнологія» повинен забезпечити успішну здачу екзамена з предмету і, що не менш важливо, підготувати студентів до державного екзамену з хімії. «Екотехнологія» - прикладна дисципліна, теоретичним підґрунтям якої є всі без винятку хімічні дисципліни, що вивчаються за ОКР «бакалавр». Студенти мають можливість переконатися, що теоретичні аспекти хімічних дисциплін знаходять своє реальне втілення у конкретних виробничих процесах.

Така система повинна забезпечити належний рівень підготовки фахівця – хіміка до виконання функціональних обов'язків у виробничому цеху, у заводській та науково-дослідній лабораторії, проектному інституті тощо.

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

Викладання «Екотехнології» в університеті повинно забезпечити підготовку висококваліфікованих викладачів хімії в технікумах та вищих навчальних закладах, учителів хімії, інженерно-технічних працівників в науково-дослідних та виробничих установах.

Курс „Екотехнологія” повинен ознайомити студентів з основними галузями застосування хімії в народному господарстві, із найважливішими виробничими процесами, в ході яких отримуються засоби виробництва та предмети споживання, методами здійснення екологічно безпечних технологічних процесів. Даний курс включає лекції та лабораторні заняття, виробничу практику на хімічних підприємствах.

Лекційний курс повинен ознайомити студентів із загальними положеннями і теоретичними основами екотехнології, основними типами виробничих апаратів та принципами побудови технологічних схем найбільш типових виробництв.

Курс екотехнології вивчає основи найважливіших, найбільш типових хімічних виробництв. На конкретних прикладах цих виробництв необхідно виявити загальні наукові принципи й закономірності хімічної технології.

Студент повинен ознайомитися із сировинними та енергетичними ресурсами, хімізмом основних технологічних стадій виробництва, характеристикою хімічних реакцій, основними параметрами процесів і апаратів, в яких можуть бути здійснені виробничі процеси, та окреслити загальну технологічну схему виробництва. При цьому слід враховувати техніко-економічні показники та вимоги з охорони водного та повітряного басейнів, літосфери.

На лабораторних заняттях студенти повинні деталізувати основні положення програмового матеріалу, розширити фактаж, розглянути проблемні місця матеріалу, що виноситься на самостійне вивчення та

виконати залікову контрольну роботу з об'єму матеріалу, що виноситься на розгляд на практичному занятті.

На виробничій практиці студентам надається можливість наочно ознайомитися з хімічними виробництвами, в першу чергу з тими, які вони вивчали в курсі „Екотехнології”. Мета виробничої практики: розширення технологічного світогляду, одержання правильних уявлень про будову апаратів, хід виробничого процесу, принципи контролю здійснення виробничого процесу, зовнішній вигляд готових продуктів та принципи організації та економіки виробництва, способи здійснення екологічно безпечних процесів.

ВСТУП

Проблеми екології навколишнього середовища. Динаміка росту народонаселення на планеті Земля. Природні та антропогенні забруднення навколишнього середовища. Забруднення атмосфери: парниковий ефект, озонові дірки, кислотні дощі, тютюновий дим.

Гідросфера, її роль в створенні клімату планети. Забруднення світового океану та його наслідки. Проблема забезпечення людства прісною водою. Джерела забруднення гідросфери. Літосфера та її стан. Вплив на літосферу гірничодобувної, металургійної, будівельної, енергетичної промисловості та сільського господарства.

1. Загальні питання хімічної технології

Предмет та завдання хімічної технології. Класифікація хімічних виробництв. Хімічна технологія як наука, значення хімічної технології в університетській освіті. *Історія розвитку хімічної технології та промисловості. Управління та планування на підприємствах хімічної промисловості.*

2. Основні поняття та визначення хімічної технології

Схеми технологічних процесів, схеми руху матеріальних та енергетичних потоків. Кратність обробки матеріалів. Регенерація. Принципи автотермічності в технологічних процесах. Комплексне використання сировини. Основні наукові принципи організації хіміко-технологічного процесу. Хіміко-технологічні розрахунки, матеріальні та енергетичні баланси. Основні технологічні та техніко-економічні показники хімічного виробництва: продуктивність та інтенсивність роботи апарата, вихід продукції, коефіцієнти витрати, собівартість та якість готового продукту.

3. Фізико-хімічні основи хімічної технології

Швидкість хіміко-технологічного процесу. Залежність швидкості гомогенного процесу від концентрації реагуючих речовин, тиску та температури. Залежність швидкості гетерогенного процесу від поверхні розділу реагуючих фаз. Хімічна рівновага в технологічних процесах. Принцип Ле-Шател'є. Константа рівноваги. Роль каталізаторів в хімічній технології. Термохімічні розрахунки. Закон Гесса та його наслідки.

4. Теплові процеси та апарати. Штучне охолодження

Основи теплопередачі в хімічній технології: теплопровідність, конвекція, теплове випромінювання. Закони Фур'є, Стефана-Больцмана. Способи нагрівання в хімічній технології. Охолодження, конденсація. Процеси випарювання. *Апаратурне оформлення теплообмінних процесів.* Термодинамічні основи одержання холоду. Методи штучного охолодження. *Холодильники.*

5. Гідромеханічні процеси

Основні закони гідростатики та гідродинаміки, їх математичні моделі, рівняння Ейлера, Бернуллі. Рух тіл у рідинах і осадження частинок, рух рідини через нерухомі зернисті та поруваті матеріали, гідродинаміка “киплячих” (псевдозріджених) зернистих шарів. Насоси, компресорні установки (вентилятори, газодувки, компресори, вакуум-насоси). Термодинамічні основи процесів стиснення газів. Розділення рідких систем: процеси відстоювання, фільтрування, центрифугування. Розділення газових систем: *гравітаційна очистка, очистка під дією інерційних і центробіжних сил, очистка методом фільтрування, мокра і електроочистка газу.*

6. Масообмінні та механічні процеси

Види процесів масопереносу. Рівновага при масопередачі. Правило фаз. Абсорбція. Будова абсорбційних апаратів: поверхневі, насадочні, барботажні, розпилюючі абсорбери. Перегонка рідини. Проста перегонка та

ректифікація. Закони Рауля, Дальтона, Коновалова. Фракційна перегонка, перегонка з дефлегмацією, перегонка з водяним паром. Ректифікаційні установки перервної та неперервної дії. Екстракція та будова екстракційних апаратів.

Адсорбція та будова адсорбційних апаратів. Йонообмінні процеси та апарати. Процеси сушіння та будова сушильних установок. Кристалізація. Способи кристалізації. Кристалізаційні апарати. Механічні процеси в хімії технології. Способи подрібнення матеріалів.

7. Сировина, енергія, вода в хімічній промисловості

Поняття про природну сировину, проміжний продукт та напівфабрикат, кінцевий продукт, відходи виробництва. Види і класифікація сировини за походження, агрегатним станом. Запаси сировини. Корисні копалини України. Добування сировини та підготовка її до переробки: подрібнення, сортування, збагачення. Середня проба та способи відбору середньої проби. Зберігання сировини.

Комплексне використання сировини. Безвідходні технології. Види і джерела енергії, що застосовуються в хімічній технології. Різновиди використання енергії в хімічній технології. Економія енергоресурсів, енергії.

Вода та її використання в хімічній технології. Характеристика природних вод і домішок, що містяться в ній. Твердість води, солевміст, окиснюваність води. Водопідготовка питної води. Підготовка води до використання в хімічній промисловості: відстоювання, фільтрація, коагуляція, помякшення хімічними та фізико-хімічними способами. Будова і принцип дії йонітних фільтрів.

Деаерація води. Очистка стічних вод механічним, хімічним, фізико-хімічним та біохімічним способом. Поля зрошення, поля фільтрації, біологічні ставки, біофільтри, аеротенки, метантенки. Очистка побутових стічних вод.

8. Виробництво сульфатної кислоти

Властивості, гатунки та галузі застосування сульфатної кислоти. Сировина виробництва сульфатної кислоти та її комплексне використання. Одержання сульфур (IV) оксиду із залізного колчедану, саморідної сірки та сірководню. Апаратурне оформлення процесів. Загальна та спеціальна очистка газу. Окиснення сульфур (IV) оксиду як приклад простого зворотного гетерогенно-каталітичного процесу. Теоретичні основи окиснення сульфур(IV) оксиду. Промислові каталізатори. Контактні апарати із стаціонарним та «киплячим» шарами каталізатора. Хемосорбція сульфур (VI) оксиду в моногідратному абсорбері, оптимальні умови процесу. Будова абсорбційної апаратури. Принципова схема виробництва сульфатної кислоти контактним способом. Тенденції в розвитку виробництва сульфатної кислоти.

9. Синтез амоніаку. Виробництво нітратної кислоти

Сполуки нітрогену та їх значення в народному господарстві. Методи фіксації атмосферного динітрогену та їх перспективи. Одержання динітрогену та диоксигену із повітря глибоким охолодженням та ректифікацією рідкого повітря. Ректифікаційна колона.

Методи одержання дигідрогену для синтезу амоніаку. Виробництво дигідрогену та нітратгидрогенної суміші із природного газу. Особливості підготовки суміші на Черкаському ПАТ “Азот”.

Синтез амоніаку як приклад каталітичного процесу з невеликим рівноважним виходом продукту, що здійснюється за циклічною схемою. Теоретичні основи синтезу амоніаку. Каталізатори та їх отрута. Принципова схема виробництва при середньому тиску.

Будова колони синтезу — каталітичного реактора, що працює за високої температури і тиску.

Властивості, гатунки та галузі застосування нітратної кислоти. Теорія каталітичного окиснення амоніаку в нітроген (II)оксид. Вибірковий каталіз

як основний спосіб здійснення цього процесу. Оптимальні умови каталітичного окиснення амоніаку. Промислові каталізатори, їх переваги і недоліки. Будова контактного апарату поверхневого контакту.

Переробка нітрозних газів в розбавлену нітратну кислоту. Умови проведення гомогенного окиснення нітроген (II) оксиду та гетерогенного процесу абсорбції нітроген (IV) оксидів. Схема виробництва розбавленої нітратної кислоти як приклад технологічної схеми з відкритим ланцюгом.

Азеотропні властивості нітратної кислоти. Прямий синтез нітратної кислоти. Теоретичні основи та принципова схема виробництва. *Одержання концентрованої нітратної кислоти за допомогою водовіднімаючих засобів. Шляхи розвитку і вдосконалення синтезу амоніаку та виробництва нітратної кислоти.*

10. Виробництво мінеральних добрив і отрутохімікатів

Вплив мінеральних добрив на урожайність і якість сільськогосподарської продукції. Екологічні аспекти проблеми. Класифікація мінеральних добрив та вимоги до них.

Виробництво амоніачної селітри — хемосорбційний процес, що супроводжується швидкою незворотною реакцією. Використання теплоти нейтралізації. Будова нейтралізатора.

Синтез карбаміду — некаталітичний гетерогенний процес, що здійснюється за великого тиску за схемою з частковою рециркуляцією непрореагованих вихідних речовин. Властивості і застосування карбаміду як добрива, харчової добавки для тварин та вихідної речовини для виробництва пластмас.

Калійні добрива та їх застосування. Термодинамічні аспекти розділення суміші природних солей політермічним методом на прикладі одержання калій хлориду із сильвініту. Флотаційне збагачення сильвініту.

Гетерогенні процеси і реакції в виробництві простого і подвійного суперфосфату. Одержання фосфатної кислоти екстракційним та

електротермічними методами, їх порівняння. Переваги подвійного суперфосфату. *Одержання преципітату, амофосів та інших комплексних добрив.*

Виробництво отрутохімікатів та засобів захисту рослин: інсектицидів, фунгіцидів, зооцидів, гербіцидів і ін. Правила користування зазначеними препаратами.

11. Електрохімічні та електротермічні виробництва

Застосування електричної енергії для здійснення хіміко-технологічних процесів. Електрохімічні і електротермічні виробництва. Електроліз розплавлених середовищ і водних розчинів. Основні технологічні показники електролізу: напруга розкладу, напруга поляризації, перенапруга, вихід за струмом та вихід за енергією. Основні закони електрохімії. Електроліз водного розчину натрій хлориду бездіафрагменним методом, в ваннах з фільтруючою діафрагмою і сталевим катодом, в ваннах з ртутним катодом. Продукти електролізу: дихлор, дигідроген, натрій гідроксид, натрій гіпохлорит. *Синтез гідрогенхлориду та одержання гідрогенхлоридної кислоти.*

Основні електротермічні закони. Виробництво кальцій карбиду та калій ціаніду. Шляхи удосконалення електрохімічних виробництв.

12. Виробництво силікатів та содових продуктів

Сировина силікатної промисловості: фізико-хімічна характеристика кремнезему, глинозему та кальцій оксиду. Практичне використання діаграм стану в силікатних системах. Типові процеси технології силікатів в виробництві керамічних виробів, портландцементу, скла та ситалів. Типи високотемпературних реакторів, що застосовуються у виробництві силікатних матеріалів: шахтні печі, тунельні печі, барабанні обертові печі та ванні печі. Нові силікатні матеріали та технології.

Виробництво кальцинованої та кристалічної соди, харчової соди, їдкою натру хімічним способом.

13. Чорна металургія

Класифікація металів. Значення металів в народному господарстві. Основні способи одержання металів: піро- і гідрометалургія.

Сплави на основі заліза, їх класифікація і властивості. Діаграма стану залізо-вуглець і її практичне використання.

Сировина в доменному виробництві. Підготовка сировини: процес агломерації і одержання окатишів. Будова доменної печі. Хімічні реакції в доменній печі, їх рівновага і кінетика. Шляхи інтенсифікації доменного виробництва. Продукти доменного виробництва та їх використання.

Теоретичні основи мартенівського процесу. Сировина і хімізм процесу. Будова мартенівської печі. Конверторні установки для виплавлення сталі: бесімерівська та томасівська; киснево-конверторний метод виплавки сталі, виплавка сталі і феросплавів в електропечах.

14. Виробництво кольорових металів

Виробництво міді, свинцю, цинку і алюмінію. Сировина, хімізм процесів, фізико-хімічні основи та апаратурне оформлення процесу.

Виробництво рідкісних металів.

Особливості технології виробництва рідкісних металів із рудної сировини. Виробництво вольфраму, його мінерали, способи переробки вольфрамових концентратів, виділення вольфрамової кислоти та відновлення її до металу, способи переробки порошків на ковкий метал, порошкова металургія. Застосування.

Виробництво молибдену, його мінерали, пірометалургійні та гідрометалургійні способи переробки молибденових концентратів, виділення молибденової кислоти та переробка її на метал та феромолибден. Застосування.

Виробництво ніобію та танталу, їх мінерали, лужний та кислотний способи розкладання концентратів, розділення ніобію та танталу, виділення металів.

Виробництво ванадію, ванадієва сировина, хлоруюче видалення металургійних шлаків, добування ванадію та ферованадію. Застосування.

Виробництво титану, кислотний спосіб розкладу ільменіту, хлорування титанових концентратів, виділення титанової кислоти, добування титану та феротитану. Застосування.

Виробництво цирконію та гафнію, методи розкладу цирконієвих концентратів, розділення цирконію та гафнію, виробництво металів, глибока очистка металів, метод транспортних реакцій. Застосування.

Виробництво германію, джерела добування германієвих концентратів, виділення германію, глибока очистка напівпровідникових матеріалів методом направленої кристалізації. (Методи Бріджмена і Чохральського, зонна плавка). Застосування.

Виробництво урану та плутонію, кислотний та карбонатний способи розкладу уранових концентратів, переробка блоків ядерного палива з вилученням плутонію, ядерні процеси і апарати. Застосування.

15. Хімічна переробка палива

Енергетична проблема, її сучасний стан і перспективи. Спалювання палива – основне джерело забруднення атмосфери. Дигідроген як паливо.

Паливо як сировина хімічної промисловості. Види палива, їх характеристика і роль в енергетичному балансі України.

Переробка твердого палива. Напівкоксування вугілля і сланців, теоретичні основи процесу. Печі напівкоксування. Продукти напівкоксування.

Коксування кам'яного вугілля, фізико-хімічні основи цього високотемпературного багатофазного процесу. Будова коксової батареї.

Періодична робота коксової камери і неперервна робота коксової батареї.
Механізація і автоматизація процесу коксування.

Продукти процесу коксування: кокс і прямий коксовий газ
Процеси конденсації, хемосорбції і абсорбції при переробці коксового газу.
Виділення і очистка ароматичних вуглеводнів.

Газифікація і гідрування твердого палива.

Переробка нафти і природного газу. Способи добування нафти і природного газу. Склад нафти, продукти переробки нафти, їх склад і властивості, застосування в народному господарстві.

Фізичні способи розділення рідких і газових сумішей при прямій гонці нафти. Трубочаті печі і ректифікаційні колони, установки атмосферновакуумної перегонки. Продукти прямої гонки нафти.

Високотемпературні методи деструктивної переробки нафти і дистилатів. Термічний та каталітичний крекінг нафтопродуктів.

Фізико-хімічні основи багатостадійного і багатофазного хімічного процесу каталітичного крекінгу. Схема установки каталітичного крекінгу в реакторі з “киплячим” шаром каталізатора і регенератором. Термічний і каталітичний риформінг.

Природний газ і його застосування. Склад попутних нафтових газів і газів нафтопереробки. Використання природного і нафтового газів в якості палива і хімічної сировини.

16. Промисловий органічний синтез

Сировина органічного синтезу. Класифікація продуктів органічного синтезу.

Синтез метанолу. Фізико-хімічні основи, оптимальні умови процесу. Каталізатори. Принцип побудови технологічної схеми. Будова колони синтезу. Аналогія з суттю і апаратурним оформленням процесу синтезу амоніаку. Властивості і застосування метанолу.

Синтез етилового спирту прямою гідратацією етилена. Теоретичні основи, параметри технологічного режиму, технологічна схема. Застосування етилового спирту.

Виробництво ацетатної кислоти із ацетилену. Стадії виробництва, їх фізико-хімічні основи: характеристика методів одержання ацетилену. Гідратація ацетилену з одержанням ацетальдегіду.

Будова реактора гідратації. Одержання ацетатної кислоти каталітичним окисненням ацетальдегіду. Технологічна схема, будова реактора окиснення. Інші методи одержання ацетальдегіду.

Хлорування. Хлорування, гідрохлорування та окиснювальне хлорування органічних сполук. Виробництво метиленхлориду хлоруванням метану, дихлоретану хлоруванням етилену, вінілхлориду хлоруванням ацетилену, гексахлорану та хлорбензену хлоруванням бензену.

Виробництво фторорганічних сполук. Сульфурування ароматичних та сульфохлорування парафінових вуглеводнів. Виробництво бензен сульфокислоти та β -нафталінсульфокислоти, виробництво фенолів методом лужної плавки. Нітрування парафінових та ароматичних сполук, виробництво нітробензену та вибухових речовин. Виробництво аміносполук: аніліну, мета-нітроаніліну та бензидину.

Класифікація барвників. Виробництво азобарвників, трифенілметанових та індигоїдних барвників. Класифікація пестицидів, застосування їх для боротьби з шкідниками сільського господарства.

Мийні засоби, йоногенні та нейоногенні мийні засоби, мила та шампуні.

Теми лекційних занять

1. Вступ. Основні поняття та визначення хімічної технології.
2. Теплові процеси та апарати.
3. Гідростатика.
4. Гідродинаміка.
5. Масообмінні та механічні процеси.
6. Виробництво сульфатної кислоти.
7. Синтез амоніаку.
8. Виробництво нітратної кислоти.
9. Виробництво мінеральних добрив.
10. Електрохімічні виробництва.
11. Сода. Керамічні виробництва.
12. Виробництво чавуну.
13. Виробництво сталі.
14. Виробництво кольорових металів.
15. Методи переробки нафти.
16. Переробка твердого палива.
17. Органічний синтез.

Лабораторне заняття № 1

Основні поняття та визначення хімічної технології.

Теплові процеси і апарати.

1. Демографічна ситуація на планеті Земля.
2. Від чого і в який спосіб необхідно оберігати атмосферу Землі?
3. Глобальні підходи до водокористування на планеті.
4. Захист літосфери.
5. Що вивчає дисципліна «Екотехнологія».
6. Періодичні і неперервні процеси: означення, переваги і недоліки.
7. Напрями руху матеріальних і енергетичних потоків у хімічній технології. Доцільність їх застосування.
8. Кратність обробки матеріалів. Регенерація.
9. Принципи автотермічності. Комплексне використання сировини.
10. Основні наукові принципи організації хіміко–технологічного процесу.
11. Матеріальні та енергетичні баланси хімічних виробництв.
12. Основні техніко – економічні показники хімічного виробництва.
13. Марки хімічних реактивів.
14. Способи розповсюдження тепла: теплопровідність, конвекція та теплове випромінення.
15. Основне рівняння теплопередачі. Закон Фур'є.
16. Конвективний теплообмін. Закон Ньютона.
17. Теплове випромінення. Закон Стефана – Больцмана.
18. Нагрівні агенти: водяний пар, гаряча вода, топочні гази, високотемпературні теплоносії (перегріта пара, мінеральні масла, високо киплячі органічні речовини, розплавлені солі, рідкі метали). Нагрівання електричним струмом (омічний, дуговий, індукційний, високочастотний нагрів).
19. Охолодження до звичайних температур.
20. Охолодження до низьких температур.

21. Штучне охолодження.

22. Конденсація парів. Конденсатори змішування (Сухий (барометричний) та мокрий) та поверхневі конденсатори.

Зразок тестового завдання

Теплові процеси та апарати

Необхідно вказати одну правильну відповідь

1. Вік планет Земля за підрахунками вчених становить:
а) не встановлено в) 8 млрд. років
б) 3,0 млрд. років г) 4,5 млрд. років
2. Явище спричинене зростанням вмісту оксидів сульфуру, карбону, нітрогену в атмосферному повітрі називається:
а) кислотний дощ в) парниковий ефект
б) тютюновий дим г) озONOва діра
3. Для перервного процесу є характерним сталість:
а) концентраційного режиму в) температурного режиму
б) місця знаходження реагуючих речовин г) тискового режиму
4. В результаті технологічного процесу утворилося 1800 кг шлаку, 56,4 кг ферофосфору, 200 кг фосфору, а також виділилося 733,8 кг CO. Якою повинна бути маса апатитової руди, якщо окрім неї для підготовки шихти використали 474 кг піску і 266 кг коксу:
а) 410 кг б) 2050 кг в) 4100 кг г) 205,0 кг
5. Визначити продуктивність роботи колони синтезу амоніаку, якщо за зміну тривалістю 8 год. одержано 24000 м³ газу, вихід якого становить 15%.
а) 300 м³/год б) 450 м³/год в) 20000 м³/год г) 3000 м³/год
6. Вказати апарат, що має найвищу інтенсивність роботи:
а) V(ацетилену) = 40000 м³ в) V(ацетилену) = 40000 м³
 τ = 4год τ = 6 год

$$V_{\text{апр}} = 20 \text{ м}^3$$

$$\text{б) } V(\text{ацетилену}) = 20000 \text{ м}^3$$

$$\tau = 4 \text{ год}$$

$$V_{\text{апр}} = 10 \text{ м}^3$$

$$V_{\text{апр}} = 10 \text{ м}^3$$

$$\text{г) } V(\text{ацетилену}) = 60000 \text{ м}^3$$

$$\tau = 4 \text{ год}$$

$$V_{\text{апр}} = 20 \text{ м}^3$$

7. Вказати марку хімічного реактиву, якщо 100 г його зразка містить 6,5 г домішок:

- а) ЧДА б) очищений в) технічний г) ХЧ

8. Спосіб переносу теплоти, обумовлений переміщенням макрооб'єктів під дією механічних сил називається:

- а) вільна конвекція в) теплопровідність
б) випромінення г) примусова конвекція

9. Основною перевагою високотемпературних органічних теплоносіїв є:

- а) можливість одержання високих температур без застосування високих тисків;
б) дешевизна теплоносіїв цієї групи;
в) простота апаратурного оформлення;
г) відсутність токсичних випарів

10. Назвіть процес, що не супроводжується поглинанням теплоти:

- а) сублімація б) кипіння в) плавлення г) конденсація

Задачі для самостійного розв'язування

Приклад

Автомобіль, який стоїть в гаражі з працюючим двигуном, витрачає 1 кг бензину за 1 год. У вихлопних газах міститься 0,001% (мас %) шкідливої речовини – бензпірену ($C_{20}H_{12}$). Припускаючи, що бензин складається з октану, визначте, чи шкідливо людині знаходитися у задимленому гаражі, якщо автомобільний двигун працював 2 години, а об'єм гаражу 40 м^3

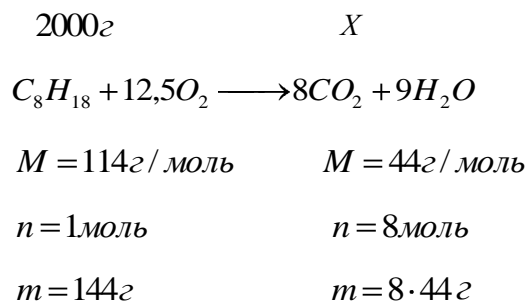
(гранично допустима концентрація бензпірену у повітрі 0,1 мг/м³). У скільки разів перевищена ГДК.

Розв'язок

1. Знаючи витрати бензину і час роботи двигуна, визначимо масу спаленого бензину:

$$m(\text{бенз.}) = 1 \text{ кг/год} \cdot 2 \text{ год} = 2 \text{ кг} = 2000 \text{ г}$$

2. Визначимо масу вихлопних газів, вважаючи токсичним лише карбон (IV) оксид:



$$X = \frac{2000 \cdot 8 \cdot 44}{114} = 6175\text{г}$$

3. Визначимо масу бензпірену, що міститься у вихлопних газах:

$$m(\text{бензп.}) = m(\text{вихл. газів}) \cdot w = 6175 \text{ г} \cdot 0,00001 = 0,06175 \text{ г або } 61,75 \text{ мг}$$

4. Визначимо концентрацію бензпірену у гаражі:

$$C = \frac{m}{V} = \frac{61,75\text{мг}}{40\text{м}^3} = 1,5 \text{ мг/м}^3$$

5. Співставляємо реальну концентрації бензпірену у гаражі із значенням ГДК:

$$\frac{C}{\text{ГДК}} = \frac{1,5\text{мг/м}^3}{0,1\text{мг/м}^3} = 15 \text{ раз}$$

Відповідь: реальна концентрація бензпірену перевищує значення ГДК у 15 разів.

Задачі

1. Працюючий автомобільний двигун за годину витрачає 4 кг бензину. Визначити об'єм нешкідливих викидів, що містять карбон (II) оксид

вважаючи, що бензин складається із октану, а об'єм карбон (II) оксиду дорівнює 0,01% (об'ємних) від загального об'єму утворених газів.

2. На очисні споруди стікають відходи з двох цехів. Внаслідок виробництва 1 т продукту у першому цеху утворюються 8 м³ водних стоків, які містять 1,5 г/л магній сульфату. У другому цеху після виготовлення 1т продукції утворюється 16 м³ стоків, що містять 3,56 г/л барій гідроксиду. Визначити оптимальне співвідношення такої продуктивності цехів, щоб завдати природі найменшої шкоди.

Лабораторне заняття №2

Гідромеханічні процеси

1. Чим відрізняється гідростатика від гідродинаміки?
2. Закон Ейлера. Нівелірна висота. Статистичний або п'єзометричний напор.
3. Принцип сполучених посудин для однорідної рідини.
4. Принцип сполучених посудин для різнорідних рідин.
5. Пневматичне вимірювання кількості рідини у недоступному резервуарі.
6. Гідростатичні машини.
7. Внутрішня і зовнішня задачі гідродинаміки.
8. Ламінарний і турбулентний рух. Критерій Рейнольдса.
9. Рівняння Бернуллі як окремий випадок закону збереження енергії.
10. Монодисперсні і полідисперсні нерухомі зернисті шари.
11. Характеристики зернистих шарів: питома поверхня, частка вільного об'єму (пористість).
12. Пристіночний ефект та фактори, що впливають на його величину.
13. Три стани шару твердих частинок руху потоку. Поршневе псевдо зрідження. Каналоутворення.
14. Насоси. Призначення у хімічній технології та їх типи.

15. Компресорні установки.
16. Розділення неоднорідних систем: осадження, фільтрування, центрифугування.
17. Електрична очистка газів.

Зразок тестового завдання

Гідромеханічні процеси

Необхідно вказати одну правильну відповідь

1. У закритий резервуар, що має параметри: довжина – 6м, ширина – 4м, висота – 2,5м залито 36 т нафти. Визначити густину нафти, якщо відомо, що рівень рідини у водомірній трубці знаходиться на висоті 2,0м.
а) 0,75 кг/м³ б) 0,6 г/см³ в) 0,75 г/см³ г) 0,6 кг/м³
2. На брикет у гідравлічному пресі діє сила 24кг/м³. Яку силу необхідно прикласти до малого циліндра, якщо площі циліндрів відносяться як 8:1.
а) 3,0 кг/см² б) 192,0 кг/м² в) 24кг/см² г) 3,0 г/см²
3. Зернистий шар називають полідисперсним у разі:
а) частинки шару мають різний хімічний склад;
б) частинки шару мають різну форму;
в) частинки шару здатні пропускати багатокomпонентні суміші;
г) частинки шару мають різні розміри
4. Відомо співвідношення діаметра частинки шару d до діаметра апарату D . В якому разі пристіночний ефект найбільший:
а) 4/100 б) 4/50 в) 1/50 г) 4/200
5. Явище масового уносу твердих частинок потоку газу називається:
а) каналоутворенням в) пневмотранспортом
б) поршнеvim псевдозрідженням г) псевдокиплячим шаром
6. До якого типу відноситься насос, якщо переміщення рідини здійснюється за рахунок підвищення тиску газу на поверхню рідини:
а) газліфт б) монтежю в) лопосний г) струйний

7. У компресорній установці співвідношення тисків $\frac{p_2}{p_1}$ менше

1,1. Пристрій називається:

а) вакуум – насос б) газодувка в) компресор г) вентилятор

8. При адіабатичному стисненні газу температура системи :

а) залишається сталою в) збільшується
в) коливається г) зменшується

9. Система, що складається із рідини і розподілених в ній пухирців газу, називається:

а) піна б) суспензія в) дим г) емульсія

10. Процес розділення за допомогою пористої перетинки називається:

а) відстоювання в) центрифугування
б) фільтруванням г) електростатичним розділенням

Задачі для самостійного розв'язування

Приклад

Тиск у резервуарі над розчином кислоти становить 102800 Па. При пневматичному визначенні маси рідини максимальне значення тиску в манометричній трубці становить 112600 Па. Визначити масу кислоти в резервуарі, якщо його площа перетину становить 14м², прискорення вільного падіння 9,8 Н/кг.

Розв'язок

1. Маса речовини визначається за формулою:

$m = V \cdot \rho = S \cdot z \cdot \rho$, де S - площа резервуара;

Z - нівелірна висота рідини

ρ - густина рідини

2. Відповідно до закону Ейлера нівелірна висота визначається як:

$$Z = \frac{\rho - \rho_0}{\rho \cdot g}$$

3. Після підстановки, формула для розрахунку маси рідини набуває вигляду:

$$m = S \cdot z \cdot \rho = S \cdot \frac{\rho - \rho_0}{\rho \cdot g} \cdot \rho = S \frac{\rho - \rho_0}{g} = \frac{14 \text{ м}^2 \cdot (112600 - 102800) \text{ Па}}{9,8 \text{ Н/кг}} = 14000 \text{ кг}$$

Задачі

1. Тиск в резервуарі над бензином становить 104800 Па. При пневматичному визначенні маси бензину максимальне значення в манометричній трубці становить 114200 Па. Визначити масу бензину в резервуарі, якщо площа перетину становить 12 м², прискорення вільного падіння 9,8 Н/кг.

2. Для уточнення площі перетину циліндричного резервуару в нього залито 5000 кг води. Тиск над рідиною 102400 Па, а максимальне значення тиску в манометричній трубці – 106125 Па. Пам'ятаючи, що прискорення вільного падіння 9,8 Н/кг, визначте площу дна резервуару.

Лабораторне заняття №3

Масообмінні та механічні процеси

1. Охарактеризуйте види масопереносу, що мають місце в хімічній технології.
2. В чому полягає відмінність між масопередачею і масовіддачею?
3. Правило фаз Гібса: число ступенів свободи, число незалежних компонентів, число фаз – означення та відповідність між ними.
4. Фізична абсорбція та хемосорбція.
5. В чому полягає відмінність і що спільного між простою перегонкою і ректифікацією.
6. Закон Рауля.
7. Парціальний тиск. Закон Дальтона.
8. Закони Коновалова. Азеотропна суміш.
9. Процеси адсорбції.
10. Сушіння в хімічній технології.

11. Кристалізація. Вплив умов кристалізації на властивості кристалів.
12. Способи кристалізації.
13. Способи подрібнення твердих речовин в хімічній технології.

Зразок тестового завдання

Масообмінні та механічні процеси

Необхідно вказати одну правильну відповідь

1. Процес масопереносу, що характеризується переходом компонента із газової або рідкої в тверду, називається:

- | | |
|---------------|-----------------|
| а) екстракція | в) ректифікація |
| б) адсорбція | г) абсорбція |

2. При 90°C в 200 г води розчинили 60г натрій хлориду. Визначити число фаз в системі, якщо розчинність солі за таких умов становить 38,7 г на 100 г води.

- | | | | |
|------|------|------|------|
| а) 1 | б) 2 | в) 3 | г) 4 |
|------|------|------|------|

3. При простій перегонці рідка фаза збагачується:

- а) важкокиплячим компонентом;
- б) низькокиплячим компонентом;
- в) відбувається рівномірний розподіл компонентів;
- г) температура кипіння компонента значення немає

4. Змішали 8 л N_2 і 2 л O_2 . До змішування тиски N_2 і O_2 відповідно склали 92 і 104 кПа. Загальний об'єм суміші після змішування 12 л. На основі закону Рауля і Дальтона визначити загальний тиск у системі:

- | | | | |
|-----------|-----------|-----------|------------|
| а) 98 кПа | б) 80 кПа | в) 78 кПа | г) 100 кПа |
|-----------|-----------|-----------|------------|

5. Температура кипіння води - 100°C , метану – $64,7^{\circ}\text{C}$. У відповідності до закону Коновалова першою закипить суміш, вміст спирту в якій складає:

- | | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| а) 14% | б) 25% | в) 45% | г) 28% |
|--------|--------|--------|--------|

6. До складу азеотропної суміші входить 30% компонента А і 70% компонента Б. У складі пари компонента Б буде:

- а) менше
- б) порівну
- в) залежить від природи речовини
- г) більше

7. Розчин вилученої речовини в рідині, якою проводилася екстракція називається:

- а) екстрагована речовина
- б) рафінад
- в) екстракт
- г) екстрагент

8. Процес десорбції посилюється при:

- а) зниженні температури
- б) підвищенні температури
- в) підвищенні тиску
- г) відведенні адсорбата

9. Процес сушіння, що здійснюється шляхом безпосереднього дотикання матеріалу, що висушується із сушильним агентом, називається:

- а) сублімаційним
- б) контактним
- в) конвективним
- г) діелектричним

10. Явище утворення однією речовиною різних кристалічних форм називається:

- а) конгруентністю
- б) інконгруентністю
- в) поліморфізмом
- г) ізоморфізмом

Задачі для самостійного розв'язування

Приклади

1. Розчинність калій дихромату за 80° С рівна 73 г, а за 10° С – 7,75 г. При охолодженні розчину цієї солі від 80° до 10° С випало в осад 104,4 г солі. Яка маса солі і води була використана для виготовлення насиченого розчину за 80° С?

Розв'язок

Користуючись довідниковими даними складаємо таблицю

$T^{\circ}\text{C}$	$m \text{H}_2\text{O}, \text{г}$	$m \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7, \text{г}$	$m \text{мас.розч.}, \text{г}$	$m \text{осоду}, \text{г}$
80	100	73,00	173,00	$(73,00 - 7,75) = 65,25\text{г}$

10	100	7,75	107,75	або (173,00-107,75)=65,25г
----	-----	------	--------	-------------------------------

Складаємо пропорцію:

Для утворення 65,25 г осаду необхідно 100 г H_2O і 73 г солі

104,40 г осаду - X_1 г H_2O і X_2 г солі

$$X_1 = \frac{104,40 \cdot 100}{65,25} = 160 \text{ г } H_2O$$

$$X_2 = \frac{104,40 \cdot 73}{65,25} = 116,8 \text{ г солі}$$

Задачі

1. Розчинність амоній сульфату за $90^\circ C$ дорівнює 97,8 г, а за $10^\circ C$ – 72,7 г. Яка маса солі викристалізується при охолодженні від 90° до $10^\circ C$ 593,4 г насиченого розчину цієї солі.

2. Яка маса солі KNO_3 і води необхідна для приготування розчину при охолодженні якого від $100^\circ C$ до $20^\circ C$ в осад випаде 106 г KNO_3 , якщо розчинність солі за $100^\circ C$ – 243,6 г, а за $20^\circ C$ – 31,6 г.

Лабораторне заняття №4

Виробництво сульфатної кислоти

1. Хімічні та фізичні властивості сульфатної кислоти. Взаємодія розбавленої і концентрованої кислоти з металами.

2. Діаграма стану системи « $SO_3 - H_2O$ ». Гатунки сульфатної кислоти.

3. Галузі застосування сульфатної кислоти.

4. Історія розвитку сульфатного виробництва.

5. Сировина для виробництва сульфатної кислоти. Її підготовка до переробки.

6. Хімізм процесу виробництва сульфатної кислоти із піриту.
7. Залежність швидкості обпіку колчедану від температури і розміру частинок.
8. Апарати для обпіку колчедану: будова, принцип роботи, переваги та недоліки.
9. Загальна та спеціальна очистка обпікового газу. Види забруднення та їх негативний вплив на процес. Апарати для загальної очистки газу та схема спеціальної очистки газу.
10. Фізико–хімічний аналіз процесу каталітичного окиснення обпікового газу. Умови зміщення рівноваги реакції в сторону утворення кінцевого продукту. Чим обумовлений вибір реальних параметрів проведення процесу. Основне протиріччя зворотних екзотермічних реакцій.
11. Каталізатори, що використовуються при окисненні сульфуру (IV) оксиду.
12. Контактні апарати з нерухомим шаром каталізатора та з каталізатором, що перебуває у псевдозрідженому стані.
13. Метод подвійного контактування.
14. Абсорбція сульфуру (VI) оксиду. Фізико–хімічний аналіз та апаратурне оформлення.
15. Особливості виробництва сульфатної кислоти із саморідної сірки. Апаратурне оформлення процесу.
16. Одержання сульфатної кислоти способом «мокрого» каталізу. Екологічні аспекти процесу та його апаратурне оформлення.
17. Транспортування сульфатної кислоти.

Зразок тестового завдання

Виробництво сульфатної кислоти

Необхідно вказати одну правильну відповідь

1. При взаємодії концентрованої сульфатної кислоти з міддю утворюється:

- а) H_2 б) SO_3 в) SO_2 г) реакція не відбувається

2. Вибір концентрації продажної сульфатної кислоти обумовлено тим, що за даних концентрацій:

- а) утворюється азеотропна суміш;
- б) утворюється евтектична суміш;
- в) кислота проявляє мінімальну активність;
- г) кислота пасивує метал в якому транспортується

3. Максимальна кількість сульфатної кислоти, яку можна отримати із 1 тонни залізного колчедану, рівна:

- а) 1633 кг
- б) 163 кг
- в) 816,6 кг
- г) 2445 кг

4. Сума стехіометричних коефіцієнтів рівняння реакції окиснення ферум (II) сульфідів рівна:

- а) 16
- б) 18
- в) 17
- г) 25

5. Одержання сірчистого газу із колчедану відбувається в печах:

- а) форсуночна піч з перетинкою;
- б) циклонних печах;
- в) в печах з вогнетривкою насадкою;
- г) в печах «киплячого шару».

6. Оксиди арсену і селену необхідно видалити із сірчистого газу, бо:

- а) вони утворюють туман, що сповільнює процеси адсорбції;
- б) вони сприяють прискоренню зворотної реакції;
- в) вони забивають пори каталізатора;
- г) вони «отруюють» каталізатор.

7. Для зміщення рівноваги реакції контактного окиснення сірчистого газу в бік утворення сульфур (VI) оксиду у відповідності до принципу Ле Шател'є тиск необхідно:

- а) збільшити;
- б) зменшити;
- в) залишити сталим;
- г) тиск на положення рівноваги не впливає

8. Промислові установки контактного окиснення сульфуру (IV) оксиду працюють за звичайного тиску, бо:

- а) при підвищенні тиску зростає швидкість зворотної реакції;
- б) збільшення тиску призводить до зміщення рівноваги вліву сторону рівняння;
- в) підвищувати тиск недоцільно, тому що до складу реакційної суміші входить 82% динітрогену
- г) підвищувати тиск не доцільно, тому що вартість обладнання значно збільшується.

9. Контактне окиснення сульфуру (IV) оксиду здійснюється в :

- а) циклон – апаратах;
- б) форсуночних печах;
- в) у чотирьохшаровому контактному апараті;
- г) у баштах з індиферентною насадкою.

10. В яких апаратах при одержанні сульфатної кислоти реалізується принцип протитечії:

- а) у зрошувальній башті для абсорбції сульфуру (VI) оксиду;
- б) в апараті «киплячого шару» для обпіку піриту;
- в) у циклон – апараті для спалювання сірки;
- г) у мокрому сотовому електрофільтрі для спеціальної очистки сірчистого газу.

Задачі для самостійного розв'язування

Приклад

Сульфур (VI) оксид, одержаний в процесі окиснення 45 г піриту, розчинено в 200 мл 40% розчину сульфатної кислоти ($\rho = 1,52 \text{ г/см}^3$). Знайдіть масову частку (%) добутої сульфатної кислоти.

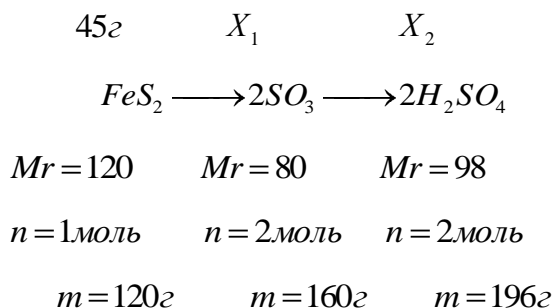
Розв'язок

Насамперед, здійснимо розрахунки стосовно кислоти через яку пропускався газ (I - розчин):

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ водн. розч}} = V \cdot \rho = 200 \text{ см}^3 \cdot 1,52 \text{ г/см}^3 = 300 \text{ г}$$

$$m \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ у розч.} = m \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ розч.} \cdot 10 = 300 \text{г} \cdot 0,4 = 120 \text{г}$$

Тепер розрахуємо маси речовин, що утворені із 45 г піриту:



$$m \text{SO}_3 = \frac{45 \cdot 160}{120} = 60 \text{ г SO}_3$$

$$m \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ новоутв.} = \frac{45 \cdot 196}{120} = 73,5 \text{ г H}_2\text{SO}_4$$

У кінцевому розчині маса сульфатної кислоти складається із маси кислоти у I розчині та кислоти, що одержана із піриту. Маса кінцевого розчину рівна сумі мас розчину сульфатної кислоти (I розчин) та маси сульфур (VI) оксиду:

$$\omega = \frac{m \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ у розч.} + m \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ новоутв.}}{m \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ водн. розч.} + m \text{SO}_3} = \frac{120 + 73,5 \text{ г}}{(300 + 60) \text{ г}} = 0,5375 \text{ або } 53,75$$

Задачі

1. Визначте масу 24,5% розчину сульфатної кислоти, в якому треба розчинити 120 г сульфур (VI) оксиду, щоб утворився 49% її розчин.
2. Визначте масову частку кислоти (%) яку отримано при розчиненні в 160 мл 12% розчину сульфатної (IV) кислоти ($\rho = 1,08 \text{ г/см}^3$) виділилося внаслідок згорання 14 л H_2S , вважаючи вихід кислоти 90%.

Лабораторне заняття №5

Синтез амоніаку. Виробництво нітратної кислоти

1. Проблема «зв'язаного динітрогену». Способи зв'язування динітрогену у сполуки.

2. Одержання динітрогену та диоксигену із повітря глибоким охолодженням та ректифікацією рідкого повітря. Будова та принцип дії ректифікаційної колони.
3. Методи одержання динітрогену для синтезу амоніаку. Конверсія природного газу.
4. Особливості одержання азото-водневої суміші для синтезу амоніаку на Черкаському ПАТ «Азот».
5. Синтез амоніаку. Хімізм. Теоретичні основи процесу.
6. Каталізатори синтезу амоніаку та їх отрути. Механізм каталітичної дії.
7. Принципова схема виробництва амоніаку за середнього тиску. Будова колони синтезу.
8. Фізичні та хімічні властивості нітратної кислоти. Взаємодія з металами.
9. Гатунки та галузі застосування нітратної кислоти.
10. Оптимальні умови каталітичного окиснення амоніаку в нітроген(II) оксид. Промислові каталізатори, їх переваги й недоліки. Будова контактного апарату поверхневого контакту.
11. Хімізм, умови та апаратурне оформлення процесу окиснення нітроген (II) оксиду та абсорбції нітроген (IV) оксиду. Принципова схема одержання розбавленої нітратної кислоти комбінованим способом.
12. Прямий синтез концентрованої нітратної кислоти. Теоретичні основи та принципова схема виробництва.
13. Одержання концентрованої нітратної кислоти за допомогою водовіднімаючих засобів.

Зразок тестового завдання

Синтез амоніаку. Виробництво нітратної кислоти

Необхідно вказати одну правильну відповідь

1. Сума стехіометричних коефіцієнтів рівняння реакції зв'язування динітрогену методом низькотемпературної плазми:

а) 5 б) 3 в) 4 г) 6

2. Зрідження повітря у дросельному пристрої відбувається за рахунок:

- а) адіабатичного стиснення повітря;
- б) виконання зовнішньої роботи;
- в) ізотермічного стиснення в компресорних установках;
- г) адіабатичного розширення повітря.

3. Сума стехіометричних коефіцієнтів рівняння реакції конверсії метану за допомогою окисного агента карбон(IV) оксиду рівна:

а) 6,5 б) 6 в) 7 г) 5

4. У відповідності до принципу Ле Шател'є для зміщення рівноваги реакції синтезу амоніаку в сторону збільшення виходу кінцевого продукту температуру необхідно:

- а) знизити;
- б) залишити без змін;
- в) підвищити;
- г) зміна температури на стан рівноваги не впливає.

5. У промислових установках синтезу амоніаку підвищується температура до 500°C , тому що за таких температурних умов:

- а) рівновага реакції зміщується вправо;
- б) сповільнюється швидкість зворотної реакції;
- в) припиняються паралельні реакції;
- г) істотно зростає швидкість реакції.

6. У процесі синтезу амоніаку в промислових установках в якості каталізатора використовується:

- а) платина-паладій-родій;
- б) залізо, відновлене азотоводневою сумішшю;
- в) суміш оксидів $\text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{Cr}_2\text{O}_3$;
- г) БАВ (V_2O_5 , BaSO_4 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, K_2SO_4).

7. Назвіть апарат, що не входить до технологічної схеми виробництва амоніаку за середнього тиску:

- а) кран для відводу продув очних газів;
- б) конденсаційна колона;
- в) пустотний окиснювач;
- г) випарювач рідкого амоніаку.

8. Однією із умов максимального виходу нітроген(II) оксиду при окисненні амоніаку є:

- а) застосування платино-паладій-родієвого каталізатора;
- б) використання в якості окисника чистого оксигену;
- в) відведення кінцевого продукта;
- г) використання каталізатора порошкоподібного відновленого заліза.

9. Сума стехіометричних коефіцієнтів рівняння реакції процесу абсорбції нітроген(IV) оксиду в мономерній формі рівна:

- а) 5
- б) 3
- в) 4
- г) 6

10. В процесі одержання розбавленої нітратної кислоти температура реакційної суміші при вході в турбокомпресор 25°C , а на виході 130°C . нагрівання суміші відбувається за рахунок:

- а) обробки апарата «гострим паром»;
- б) адіабатичного стиснення газу;
- в) адіабатичного розширення газу;
- г) обробки апарата «глухим паром».

Задачі для самостійного розв'язування

Приклад

Визначити об'єм повітря, виміряний за температури 20°C і тиску $103,250\text{ кПа}$, який потрібно взяти для одержання 300 л 60% розчину нітратної кислоти ($\rho = 1,40\text{ г/см}^3$) вважаючи, що втрати динітрогену складають 8% .

Розв'язок

Розрахунок за рівнянням або схемою реакції можна проводити лише для чистих речовин і газів, приведених до н.у. Тому, насамперед, знаходимо масу нітратної кислоти:

$$m(\text{HNO}_3) = m(\text{HNO}_3)_{\text{розч}} \cdot \rho \cdot \omega = 3 \cdot 10^5 \text{ см}^3 \cdot 1,4 \text{ г/см}^3 \cdot 0,60 = 2,52 \cdot 10^5 \text{ г}$$

Процес відбувається відповідно схемі:

x_1	$2,52 \cdot 10^5$
N_2	2 HNO_3
$V_m = 22,4 \text{ л/моль}$	$M_r = 63$
$n = 1 \text{ моль}$	$n = 2 \text{ моль}$
$V = 22,4 \text{ л}$	$m = 2,63 \text{ г}$

$$x = \text{—————}$$

Приведемо одержаний об'єм динітрогену до реальних умов:

$$V = \text{—————}$$

З огляду на 8% втрат динітрогену для одержання нітратної кислоти частка корисного нітрогену становить $(1 - 0,08 = 0,92)$, тоді реальний об'єм нітрогену рівний:

$$V(\text{N}_2)_{\text{реал}} = \text{—————}$$

Враховуючи, що вміст динітрогену в повітрі становить 78%, визначимо об'єм повітря:

$$V_{\text{повітря}} = \text{—————}$$

Задачі

1. Визначити об'єм повітря, виміряного при температурі 25°C і тиску $104,6 \text{ кПа}$, якщо необхідно взяти для одержання 1 м , якщо необхідно взяти для одержання 1 м^3 розчину HNO_3 ($\rho = 1,5 \text{ г/см}^3$, $\omega = 60\%$).

2. Який об'єм розведеної нітратної кислоти ($\omega = 65\%$, $\rho = 1,40 \text{ г/см}^3$) можна одержати із 240 м^3 амоніаку, виміряного при температурі 25°C і тиску $104,420 \text{ кПа}$, якщо вихід кислоти становить 82% .

Лабораторна робота №6

Виробництво мінеральних добрив та отрутохімікатів

1. Мінеральні добрива. Класифіція та вимоги до них.
2. Виробництво калійних добрив. Сировина.
3. Флотаційний метод розділення силвініту.
4. Політермічний (галургічний) метод вилучення калій хлориду із силвініту.
5. Виробництво амоній нітрату. Сировина, хімізм та фізико-хімічні основи процесу.
6. Технологічна схема виробництва амоній нітрату.
7. Виробництво карбаміду. Генетичний зв'язок карбонвмісних сполук. Хімізм та фізико-хімічний аналіз процесу.
8. Технологічна схема виробництва карбаміду. Стріппінг-процес.
9. Способи одержання ортофосфатної кислоти. Екстракційний та електротермічний методи. Переваги і недоліки.
10. Сировина, хімізм та апаратурне оформлення процесу одержання простого суперфосфату. Недоліки даного виду добрив.
11. Переваги подвійного суперфосфату. Одержання добрива камерним, камерно-поточним та безкамерним методами.
12. Сировина та хімізм процесу виробництва преципітату.

Підготувати реферати та сповіщення (5 хв)

1. Одержання амофосів, нітрофоски та інших комплексних добрив. Літер. [5] (1) стор.488 – 490.
2. Виробництво отрутохімікатів та засобів захисту рослин (інсектицидів, фунгіцидів, зооцидів, гербіцидів тощо). Літер. [5] (1) стор. 502.

Зразок тестового завдання

Виробництво мінеральних добрив та отрутохімікатів

Необхідно вказати одну правильну відповідь

- Добриву простий суперфосфат відповідає формула:
 - $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$;
 - $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 2\text{CaSO}_4$;
 - $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + 2\text{CaSO}_4$;
 - $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.
- В якості сировини для одержання карбаміду використовують:
 - рідкий амоніак і вуглекислий газ;
 - кальциновану соду і зріджений вуглекислий газ;
 - газоподібний амоніак і вуглекислий газ;
 - розчин нітратної кислоти і вуглекислий газ.
- Сума стехіометричних коефіцієнтів рівняння реакції дегідратації карбамату амонію рівна:
 - 4
 - 3
 - 5
 - 6
- Барометричний конденсатор у технологічній схемі виробництва амоніачної селітри служить для створення розрідження в:
 - збірнику;
 - випарювачі;
 - нейтралізаторі;
 - грануляційній башті.
- Ректифікаційна колона в технологічній схемі виробництва карбаміду служить для:
 - випарювання карбаміду;
 - перегонки суміші на фракції;
 - охолодження суміші;
 - дегідратації карбамату амонію.
- Сума стехіометричних коефіцієнтів рівняння реакції одержання фосфатної кислоти екстракційним методом рівна:

- а) 12 б) 15 в) 9 г) 6

7. Подача фосфату із силосів у бункер при виробництві простого суперфосфату здійснюється за допомогою:

- а) транспортерної стрічки;
- б) ковшового елеватора;
- в) каруселі;
- г) безпосереднім насипом.

8. Політермічний метод виділення калій хлориду із сильвініту базується на:

- а) різній змочуваності компонентів суміші;
- б) різних гідрофобних властивостях компонентів суміші;
- в) різній залежності розчинності компонентів суміші від температури;
- г) різній розчинності компонентів суміші у воді.

9. Як змінюється температура в системі при розчиненні натрій хлориду у воді, якщо відомо, що розчинність цієї солі від температури не залежить:

- а) зростає;
- б) зменшиться;
- в) залишиться сталою;
- г) залежність розчинності від температури не впливає на тепловий ефект розчинення.

10. Отрутохімікати, які використовуються для боротьби з хворобами рослин, що викликані грибками, вірусами і бактеріями називаються:

- а) фунгіциди;
- б) зооциди;
- в) гербіциди;
- г) інсектициди.

Задачі для самостійного розв'язування

Приклад

Для одержання 240 кг карбаміду було використано 680 кг 25% розчину амоніаку і 1,56 м³ вуглекислого газу, виміряного за температури 180°C і тиску 18,0 Па. Визначити практичний вихід кінцевого продукта (%).

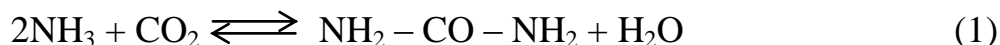
Розв'язок

Для проведення розрахунку за рівнянням реакції необхідно знати масу чистих реагентів та привести об'єм газів, що вступають у реакцію до нормальних умов.

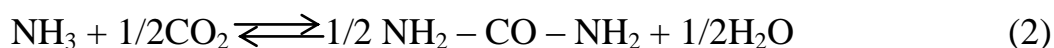
$$m(\text{NH}_3) = m(\text{NH}_3)_{\text{розч}} \cdot \omega = 680 \text{ кг} \cdot 0,25 = 170 \text{ кг}$$

$$V_0(\text{CO}_2) = \text{---} = \text{---}$$

За умови задачі наведені кількості обох реагентів, отже дана задача відноситиметься до типу задач «надлишок – недостача» реагентів. Тому нам необхідно знайти кількості моль-еквівалентів амоніаку і карбон(IV) оксиду, що вступили в реакцію:



Розділимо рівняння на 2:



$$f_{\text{екв}}(\text{NH}_3) = 1$$

$$M(\text{NH}_3) = 17 \text{ г/моль}$$

$$f_{\text{екв}}(\text{CO}_2) = 1/2$$

$$V_m(1/2\text{CO}_2) = 11,2 \text{ л/моль}$$

Отже, вуглекислий газ дано внадлишку, розрахунки ведемо за кількістю моль-еквівалентів амоніаку.

Виходячи з рівняння (2):

$$f_{\text{екв}}(\text{CO}(\text{NH}_2)_2) = 1/2$$

$$M(1/2\text{CO}(\text{NH}_2)_2) = 30 \text{ г/моль}$$

$$m(\text{CO}(\text{NH}_2)_2)_{\text{теор}} = M(1/2\text{CO}(\text{NH}_2)_2) \cdot n(1/2\text{CO}(\text{NH}_2)_2) =$$

$$30 \text{ г/моль} \cdot 10 \text{ Кмоль} = 30 \text{ г/моль} \cdot 10,000 \text{ моль} = 300000 \text{ г} = 300 \text{ кг}$$

Вихід продукту рівний:

Задачі

1. Для одержання 720 кг амоніачної селітри використали 1 260 кг 50% нітратної кислоти і 263,5 м³ амоніаку, виміряного при температурі 24°C і тиску 103,620 кПа. Визначити практичний вихід кінцевого продукту (%).
2. В результаті взаємодії 930 кг фосфоритної муки, що містить 15% сторонніх домішок та 1 500 кг 70% ортофосфатної кислоти одержано 1 600 кг подвійного суперфосфату. Визначити практичний вихід добрива (%).

Лабораторна робота №7

Електрохімічні та електротермічні виробництва. Кераміка. Сода

1. Місце електрохімічних і електротермічних процесів у хімічній технології.
2. Що спільного в електролізі і гальваніці?
3. Гальванічні процеси. Перспективи розвитку.
4. Електроліз розплавів та водних розчинів.
5. Фактори, від яких залежить перебіг окисно-відновних процесів на електродах.
6. Напруга розкладу. Перенапруга та причини її виникнення.
7. Кількісні характеристики процесу електролізу.
8. Вихід за струмом. Вихід за енергією.

9. Електроліз водного розчину натрій хлориду бездіафрагменним методом, в електролізері з напівпроникною перетинкою та із використанням ртутного катода.

10. Виробництво хлоридної кислоти.

11. Класифікація силікатів.

12. Виробництво в'язучих матеріалів. Сировина, види продукції.

13. Виробництво скла. Його види. Сировина для виробництва.

Принципова технологічна схема.

14. Виробництво силікатів.

15. Виробництво керамічних виробів. Склад шихти. Апаратурне оформлення процесу.

Підготувати реферати та сповіщення (5 хв)

3. Виробництво їдкою натру хімічним способом. Літер.[5] (1)
стор. 541 – 548.

4. Виробництво кальцій карбїду та кальцій ціанамїду. Літер.[5] (2)
стор. 22 – 35.

5. Виробництво кальцинованої та харчової соди. Літер.[5] (1)
стор. 512 – 540.

Зразок тестового завдання

Електрохімічні та електротермічні виробництва. Кераміка. Сода

Необхідно вказати одну правильну відповідь

1. Електроліз – процес, в ході якого відбувається:

а) перетворення хімічної енергії в електричну;

б) нагрівання розплаву за рахунок опору електроліту;

в) окисно-відновний процес за рахунок постійного струму;

г) дисоціація електроліту під дією електричного струму.

2. Дві металічні пластинки, виготовлені із магнію і свинцю, знаходяться в струмопровідному середовищі. Виберіть правильний вислів:

а) магнієва пластинка – катод;

б) свинцева пластинка – катод;

- в) свинцева пластинка – анод;
- г) ці метали не утворюють гальванічну пару.

3. Однією із причин виникнення перенапруги слід вважати:

- а) різницю температур деполяризатора;
- б) наявність конвективних явищ у деполяризаторі;
- в) необхідність подолання опору деполяризатора;
- г) різницю концентрацій деполяризатора.

4. Вибиріть правильний вислів:

- а) в електролізі катод заряджено позитивно;
- б) в гальваніці анод заряджено негативно;
- в) в електролізі анод заряджено негативно;
- г) в гальваніці катод заряджено негативно.

5. Здійснюється електроліз водного розчину магній хлориду. Які продукти виділяються в катодному просторі?

- а) O_2 ;
- б) H_2O (пар);
- в) $Mg(OH)_2$;
- г) Mg (метал).

6. Здійснюється електроліз водного розчину купрум(II) сульфату. За якою формулою необхідно обрахувати об'єм газу, що виділяється на аноді?

- а) _____ б) _____;
- в) _____ г) _____.

7. Назвіть вид сировини, що не входить до складу шихти для виготовлення керамічної цегли:

- а) пісок;
- б) негашене вапно;
- в) глина;
- г) сполуки заліза.

8. Силікатна цегла виготовляється в:

- а) автоклавах;
- б) барабанних обертових печах;
- в) ванних печах;
- г) тунельних печах.

9. Температура плавлення скла залежить від:

- а) вмісту розчинених газів;
- б) скло температури плавлення не має;

в) від способу виготовлення скла;

г) від вмісту SiO_2 в шихті.

10. Назвіть стадію, що не входить до функціональної схеми виробництва кальцинованої соди:

а) кальцинація;

б) амонізація;

в) карбонізація;

г) хлорування.

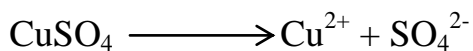
Задачі для самостійного розв'язування

Приклад

1. Визначити сили електричного струму, який пропускали подовж 2 годин через розчин мідного купоросу, якщо маса катоду збільшилася на 2,02 г, а вихід продукту складав 90%.

Розв'язок

Схема електролізу:

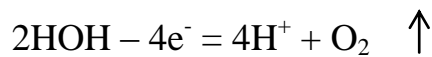
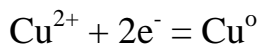


К (-)

А(+)

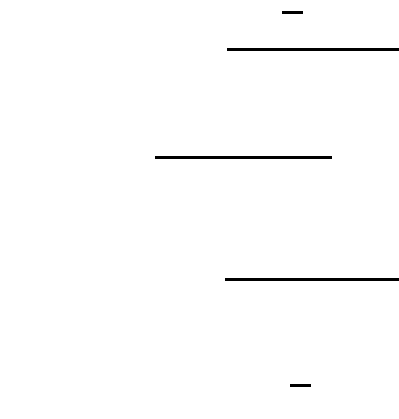
Cu^{2+} , H_2O

SO_4^{2-} , H_2O



Висновок: На катоді осаджувалася металічна мідь, на аноді виділявся газоподібний диоксиген, створювалося кисле середовище.

Кількісні співвідношення в електролізі визначаються законом Фарадея:



Звідси:

2. При пропусканні електричного струму через мідний кулонометр і розчин калій хлориду маса катода кулонометра збільшилась на 8 г. Визначити концентрацію калій гідроксиду, що утворилася в електролізері, якщо його об'єм складає 500 мл.

Кулонметр – прилад, що працює із 100% виходом. Скориставшись другим законом Фарадея, визначимо масу калій гідроксиду, що утворилася в електролізері:

$$n(1/2\text{Cu}) = n(\text{KOH})$$

Молярна концентрація калій гідроксиду рівна:

Задачі

1. Відбувається електроліз водного розчину $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$. Сила струму, що проходить через електролізер 2,5 А, вихід продукта на катоді становить 60%. Визначити тривалість електролізу для збільшення маси катода на 5,87 г.

2. Електричний струм пропускали через мідний кулонометр і два електролізери. В результаті електролізу маса катода кулонометра збільшилась на 2,56 г, а на анодах електролізерів відповідно виділилося 0,64 г і 2,84 г газів. Визначити газу.

Лабораторна робота №8

Чорна металургія

1. Класифікація металів. Чорні та кольорові метали (важкі, легкі, дорогоцінні, рідкісні).
2. Поліморфні модифікації заліза.
3. Правило фаз Гібса. Діаграма стану ферум – карбон та її використання у виробничому процесі.
4. Сировина виробництва чавуну та її підготовка до переробки.
5. Будова та функціонування доменної печі.
6. Хімізм процесів, що відбувається в домні.
7. Продукти доменного виробництва.
8. Кауперні установки.
9. Основні способи переробки чавуну на сталь.
10. Сировина сталеплавного виробництва.
11. Хімізм процесу сталеваріння.
12. Характеристика киснево-конвекторного методу.
13. Типи електропечей для виплавки сталі. Переваги і недоліки методу.
14. Мартенівський спосіб виробництва сталі. Двованні печі.

Підготувати реферати та сповіщення (5 хв)

6. Виробництво та застосування ванадію. Добування ферованадію. Літер. [10] стор. 124 – 151.
7. Виробництво та застосування титану та його сплавів. Добування феротитану. Літер. [10] стор. 152 – 182; Літер. [5] (2) стор. 190 – 191.

Зразок тестового завдання

Чорна металургія

Необхідно вказати одну правильну відповідь

1. До дорогоцінних металів належить:

а) торій; б) індій; в) осмій; г) титан.

2. Користуючись діаграмою стану системи ферум – карбон, визначити кількість параметрів, що можна довільно змінювати, не створюючи умов для фазових переходів, коли відомо, що $T = 1400^{\circ}\text{C}$; $\omega(\%)(\text{C}) = 2\%$:

а) 3; б) 0; в) 2; г) 1.

3. Визначити кількість чавуну із вмістом карбону 2,5% можна одержати із 1 тонни магнітного залізняку;

а) 548 кг; б) 368 кг; в) 742 кг; г) 680 кг.

4. Сірий чавун використовується:

- а) як розкислювач у виробництві сталі;
- б) як напівфабрикат для виробництва сталі;
- в) для виготовлення шлакового цементу;
- г) для відмивки станин машин, труб, ванн.

5. Назвати компонент, що не входить до складу сировини, що подається в мартенівську піч:

а) флюси; б) кокс; в) залізна руда; г) чавун.

6. Сума стехіометричних коефіцієнтів рівняння реакції відновлення ферум(III) оксиду рівна:

а) 7; б) 4; в) 9; г) 6.

7. Непряме відновлення оксидів заліза чадним газом у доменному виробництві здійснюється в:

а) шахті; б) розпарі; в) горні; г) заплечниках.

8. Звільнення розплаву від сірки в ході мартенівського процесу здійснюється за рахунок:

- а) окиснення сірки киснем повітря;
- б) термічного розкладу сульфідів;
- в) взаємодії з флюсами;
- г) зв'язування сірки розкислювачами.

9. Сталевий кожух апарата футерується магnezитовою цеглою, в верхній частині, виготовленої із хромомагnezитової цегли, розміщені електроди. Апарат оснащено пристроєм – качалкою для випуску сталі.

Назвати апарат:

- а) мартенівська піч;
- б) кисневий конвектор;
- в) дугова електропіч;
- г) індукційна електропіч.

10. Назвіть якість, що не властива киснево – конвекторному способу виробництва сталі:

- а) можливість вводити в скап залізну руду;
- б) можливість проводити процес у експресному режимі;
- в) можливість одночасного завантаження великої кількості шихти;
- г) можливість одержувати сталь без мікротріщин.

Задачі для самостійного розв'язування

Приклад

Температура плавлення чавуну 1480°C . Яку масу магнітного залізняку необхідно затратити для одержання 1 тонни такого сплаву? $E_{\text{кр}}(\text{Fe}) = 13,18$ К/моль; $T_{\text{пл}}(\text{Fe}) = 1530^{\circ}\text{C}$.

Розв'язок

Чавун – це розчин карбону у ферумі. Зниження температури кристалізації розплаву у порівнянні з розчинником прямо пропорційне моляльній концентрації розчиненої речовини:

$$\Delta T = E_{\text{кр}} \cdot b$$

$$b \text{ моль С} \quad \text{—————} \quad 1000 \text{ г Fe}$$

Формула для розрахунку має вигляд:

Нехай в 1 тонні сплаву міститься a кг коксу, тоді вміст заліза $(1000 - a)$ кг.

Складаємо рівняння:

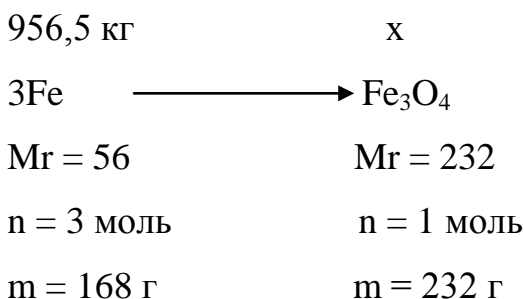
$$50 \cdot 12(1000 - a) = 13,18 \cdot 1000 \cdot a$$

$$600\,000 - 600a = 13\,180a$$

$$600\,000 = 13\,780a$$

$$a = 43,5 \text{ кг}$$

Звідси, маса заліза $m(\text{Fe}) = (1000 - a) = 956,5$ (кг). Знаходимо масу необхідного магнітного залізняку:



Задачі

1. Визначити температуру плавлення чавуну, одержаного взаємодією 2 тонн червоного залізняку і 14 кг коксу.

$$E_{\text{кр}}(\text{Fe}) = 13,18 \text{ К/моль}; T_{\text{пл}}(\text{Fe}) = 1530^\circ\text{C}.$$

2. Температура плавлення чавуну 1485°C . Яку кількість магнітного залізняку і коксу необхідно взяти для одержання 2 тонн такого сплаву?

$$E_{\text{кр}}(\text{Fe}) = 13,18 \text{ К/моль}; T_{\text{пл}}(\text{Fe}) = 1530^\circ\text{C}.$$

Лабораторна робота №9

Виробництво кольорових металів

1. Класифікація металів. Важкі, легкі, дорогоцінні, рідкісні (тугоплавкі, розсіяні, рідкоземельні, радіоактивні, штучні) метали.
2. Основні способи одержання металів: піро- і гідрометалургія.
3. Застосування алюмінію та його сплавів. Сировина та одержання алюмінію.
4. Виробництво алюмінію електролізом: склад шихти, хімізм процесів, фізико-хімічні основи та апаратурне оформлення.
5. Застосування міді і її сплавів.. Виробництво міді: сировина, хімізм процесів, фізико-хімічні основи та апаратурне оформлення.
6. Застосування свинцю та його сплавів.. Виробництво свинцю: сировина, хімізм процесів, фізико-хімічні основи та апаратурне оформлення.
7. Застосування цинку та його сплавів.. Виробництво цинку: сировина, хімізм процесів, фізико-хімічні основи та апаратурне оформлення.

Підготувати реферати та сповіщення (5 хв.)

8. Застосування та виробництво цирконію і гафнію. Метод транспортних реакцій. Літер. [10] с. 182-223.
9. Застосування та виробництво германію. Зонна плавка. Метод направленої кристалізації. Літер. [10] с. 253-270, [5](2) с.195.
10. Застосування та виробництво урану. Література [10] с. 391-408, [5](2) с.198-204.
11. Застосування та виробництво вольфраму та молібдену. Порошкова металургія. Літер. [10] с. 16-83, [5](2) с.191-194.
12. Застосування та виробництво ніобію та танталу. Літер. [10] с. 86-124.
13. Виробництво йоду і броду. Літер. [5](1) с.445-449.

Зразок тестового завдання

Виробництво кольорових металів

Необхідно вказати одну правильну відповідь

1. До розсіяних металів належить:
а) європій б) індій в) плутоній г) радій
2. Вкажіть відсоток креоліту в шихті для виробництва алюмінію:
а) 20 б) 90 в) 10 г) 50
3. Кількість електронів необхідних для окиснення одного моль ортоалюмінат-йонів дорівнює:
а) 4 б) 3 в) 2 г) 1
4. Підвищення потенціалу розряду йонів Al^{3+} на катоді до 4,5В обумовлено:
а) адсорбцією анодом диоксигену
б) виділенням диоксигену в анодному просторі
в) утворенням розплаву алюмінію
г) адсорбцією анодом карбон (IV) оксиду
5. Для міді не характерна:
а) висока пластичність при обробці
б) здатність ефективно поглинати радіоактивне випромінювання
в) висока тепло- і електропровідність
г) стійкість до дії розбавлених H_2SO_4 і HCl
6. Сума стехіометричних коефіцієнтів рівняння реакції продувки повітрям купрум (I) сульфідну руду рівна:
а) 7 б) 6 в) 9 г) 8
7. Переробка сульфідних руд на мідь відбувається в:
а) агломераційних машинах
б) циклон - апаратах
в) багатходових печач
г) печач відбиття
8. Вкажіть формулу мінералу галеніту:

- а) PbSO_4 б) PbO_2 в) PbCO_3
г) PbS

9. Сума стехіометричних коефіцієнтів рівняння реакції обміну цинкового концентрату для пірометалургійного способу рівна:

- а) 9 б) 7 в) 5 г) 11

10. Відновлення цинк оксиду пірометалургійним способом здійснюється в:

- а) форсуночних печах
б) печах відбиття
в) ватержакетних печах
г) ретортних печах

Задачі для самостійного розв'язування

Приклад

1. 1г сплаву нікелю, міді і цинку (так зване «нове срібло») обробили надлишком хлоридної кислоти, при цьому виділилося 188,36 мл газу ($p=104,5\text{кПа}$, $t=20^\circ\text{C}$) і залишилося 0,5г нерозчиненого металу. Визначте масову частку цинку у сплаві.

Розв'язок

В хлоридній кислоті не розчиняється лише мідь, тому $m(\text{Cu})=0,5\text{г}$, тоді прийемо масу нікелю $m(\text{Ni})=a$ г, маса цинку $m(\text{Zn})=m(\text{сплаву})-m(\text{Cu})- m(\text{Ni})=(1-0,5-a)=(0,5-a)$ г.

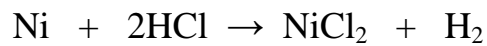
Приведемо газ, що виділився в результаті реакції до нормальних умов:

— —;

_____ ;

Запишемо рівняння реакції:

а x_1



$$M_r = 58,7 \text{ г/моль}$$

$$n = 1 \text{ моль}$$

$$m = 58,7 \text{ г}$$

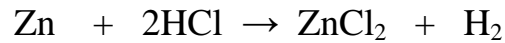
$$V_M = 22,4 \text{ л/моль}$$

$$n = 1 \text{ моль}$$

$$V = 22,4 \text{ л}$$

0,5- а

x_2



$$M_r = 65,4 \text{ г/моль}$$

$$n = 1 \text{ моль}$$

$$m = 65,4 \text{ г}$$

$$V_M = 22,4 \text{ л/моль}$$

$$n = 1 \text{ моль}$$

$$V = 22,4 \text{ л}$$

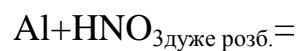
$$m(\text{Ni}) = 0,25 \text{ г}$$

$$m(\text{Zn}) = 0,5 - 0,25 = 0,25 \text{ (г)}$$

або 25%

Відповідь:

2. Дописати праву частину рівняння, урівняти методом електронного балансу та вказати окисник та відновник:



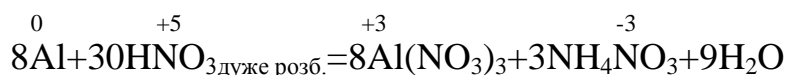
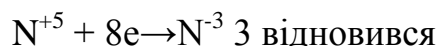
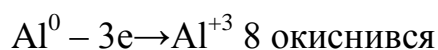
Розв'язок

Глибина відновлення нітратної кислоти залежить від активності металу і розбавленості кислоти: чим активніший метал і чим розбавленіша кислота тим більше відновлюється N, тому враховуючи високу активність Al і розбавленість нітратної кислоти записуємо:



Урівнювання реакції взаємодії металів з кислотами ведемо за

правою частиною рівняння, а отже вказуємо у рівняннях електронного балансу ту кількість відновлених і окиснених атомів, яка є у вибраній стороні. Отримані коефіцієнти ставимо також у вибрану сторону. Порядок розстановки коефіцієнтів: окиснена, відновлена форми, решта елементів, водень, кисень.



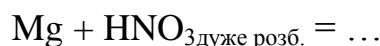
Сума стехіометричних коефіцієнтів 58.

Задачі

1. Фероманган є сплавом залізу та мангану. Для розчинення 1 г такого сплаву було витрачено 8.17 мл 15% розчину хлоридної кислоти ($\rho = 1.073 \text{ г/см}^3$) причому утворилося FeCl_2 і MnCl_2 . Визначити масову частку (%) заліза у сплаві.

2. 12 г. суміші магнію і цинку взаємодіє з розчином NaOH при нагріванні; при цьому виділилося 1,165 л дигідрогену. Визначити масову частку магнію в суміші; якщо газ одержано за тиску 104,5 кПа і температури 20°C .

3. Дописати праву частину рівняння, урівняти методом електронного балансу та вказати окисник та відновник:



Лабораторна робота №10

Переробка палива

1. Класифікація палива.
2. Фізико – хімічні властивості нафти. Елементний та структурний склад нафти.
3. Види нафтопродуктів.
4. Детонаційна стійкість палива.
5. Первинна переробка нафти. Одно- та двоступінчасті установки прямої гонки нафти. Будова ректифікаційної колони.
6. Деструктивні методи переробки нафтопродуктів. Крекінг і риформінг (термічний і каталітичний).
7. Низькотемпературний піроліз твердого палива. Сировина. Апаратурне оформлення процесу.
8. Високотемпературний піроліз твердого палива. Сировина. Будова коксової батареї. Принцип роботи. Продукти коксування.
9. Гідрування твердого палива.
10. Газифікація твердого палива
11. Переробка газів: низькотемпературна конденсація, низькотемпературна ректифікація, абсорбція.

Підготувати реферати та сповіщення (5хв.)

12. Одержання шляхом хлорування метилхлориду, дихлоретану, вінілхлориду та хлорбензену. Літер. [5](2) с.358-361, 406-412, 474-479.
13. Виробництво етиленгліколю та гліцерину. Літер. [5](2) с.421-428.
14. Виробництво ацетону. Літер. [5](2) с.454-458.
15. Виробництво хлорорганічних інсектицидів. Літер. [5](2) с.481-488.

Зразок тестового завдання

Переробка палива

Необхідно вказати одну правильну відповідь

1. Температура кипіння насичених вуглеводнів при збільшенні кількості атомів карбону в молекулі:
 - а) зменшується
 - б) збільшується
 - в) коливається
 - г) закономірності немає
2. Бензин марки А95 має таку ж детонаційну стійкість як і суміш, до якої входить:
 - а) 95 г n-гептану і 5 г ізооктану
 - б) 95 г ізогептану і 5 г n-октану
 - в) 5 г ізогептану і 95 г n-октану
 - г) 5 г n-гептану і 95 г ізооктану.
3. Ректифікаційне розділення нафти базується на тому, що компоненти нафтової суміші мають:
 - а) різну змочуваність
 - б) різну леткість при змінній температурі
 - в) різну питому вагу
 - г) різні температури кипіння
4. У ректифікаційній колоні для перегонки нафти при 200°C виділяється:
 - а) машинний дистилят
 - б) газойль
 - в) гас
 - г) лігроїн
5. Домінантними для процесу крекінгу нафтопродуктів є реакції:
 - а) циклізації
 - б) ізомеризації
 - в) деструкції
 - г) ароматизації
6. Температурний режим каталітичного риформінгу у порівнянні з термічним:
 - а) від застосування каталізатора не залежить
 - б) нижчий
 - в) вищий
 - г) стабільний

7. Процес піролізу відбувається за умов:
- а) 2-кратного надлишку дигідрогену;
 - б) 1,5-кратного надлишку диоксигену;
 - в) повної відсутності диоксигену;
 - г) повної відсутності дигідрогену;
8. Циклон–апарати в установці напівкоксування потрібні для:
- а) інтенсивного згорання палива;
 - б) очистки повітря, що подається в камеру напівкоксування;
 - в) очистки повітря, що подається в топку аерофонтанного типу;
 - г) відокремлення газів від твердої фази
9. Режим роботи коксової печі:
- а) неперервний
 - б) перервний
 - в) в цілому неперервний , а окремі секції – перервні
 - г) в цілому перервний , а окремі секції – неперервні
10. Яким газом проводиться охолодження коксу:
- а) карбон (II) оксидом б) дигідрогеном в) повітрям г) динітрогеном

Задачі для самостійного розв'язування

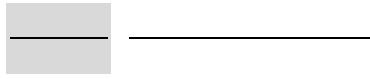
Приклад

1. Визначити об'ємне співвідношення гліцерину і води, які заливаються в радіатор автомобіля, щоб забезпечити безпечну роботу автомобіля за температури 25° морозу. Густина гліцерину 1,26 г/см³. $E_{кр}(H_2O)=1,86 \text{ К/моль}$.

Розв'язок

Зниження температури кристалізації розчину визначається за формулою:

Звідси, пам'ятаючи, що $m=V\rho$, запишемо:



Відповідь: Практично, об'єм гліцерину і води повинні співвідноситися як 1:1.

2. Визначити кількість теплоти, яка виділиться при спалюванні 56 л (н.у.) пентан-гексанової суміші, якщо її густина за дигідрогеном рівна 38,8; а теплота згорання пентану рівна 202кДж/моль; гексану – 240кДж/моль

Розв'язок

Визначимо молярну масу суміші:

$$M(\text{суміші}) = D_{\text{H}_2}(\text{суміші}) \cdot M(\text{H}_2) = 38,8 \cdot 2 = 77,6 \text{ г/моль.}$$

Визначимо кількість моль суміші:

Нехай $n(\text{C}_5\text{H}_{12}) = a$ моль, тоді $n(\text{C}_6\text{H}_{14}) = (2,5 - a)$ моль.

Загальна маса суміші рівна сумі мас компонентів:

$$n(\text{C}_5\text{H}_{12}) \cdot M(\text{C}_5\text{H}_{12}) + n(\text{C}_6\text{H}_{14}) \cdot M(\text{C}_6\text{H}_{14}) = n(\text{суміші}) M(\text{суміші})$$

$$72a + 86(2,5 - a) = 2,5 \cdot 77,6$$

$$72a + 215 - 86a = 194$$

$$14a = 21 \quad a = 1,5$$

$$n(\text{C}_5\text{H}_{12}) = 1,5 \text{ моль}$$

$$n(\text{C}_6\text{H}_{14}) = (2,5 - a) \text{ моль} = 1 \text{ моль}$$

Визначимо кількість теплоти, яка виділиться при спалюванні суміші:

$$\begin{aligned} Q_{\text{згор}} &= Q_{\text{згор}}(\text{C}_5\text{H}_{12}) \cdot n(\text{C}_5\text{H}_{12}) + Q_{\text{згор}}(\text{C}_6\text{H}_{14}) \cdot n(\text{C}_6\text{H}_{14}) = \\ &= 202 \text{ кДж/моль} \cdot 1,5 \text{ моль} + 240 \text{ кДж/моль} \cdot 1 \text{ моль} = 543 \text{ кДж.} \end{aligned}$$

Задачі

1) Який об'єм етиленгліколю необхідно додати до 12 літрів води, що заливається в радіатор автомобіля, щоб забезпечити безпечну

експлуатацію автомобіля за температури 20°C. Густина етиленгліколю 1,22г/см³, $E_{кр}(H_2O)=1,86$ К/моль.

2) Визначити кількість теплоти яка виділяється при спалюванні 540 г суміші ацетону і етанолу, якщо її густина за дигідрогеном становить 27, $Q_{згор}(ацетону)=1820$ кДж/моль, $Q_{згор}(етанолу)=1370$ кДж/моль.

Лабораторна робота №11

Промисловий органічний синтез

- 1) Продукти і сировина промислового органічного синтезу.
- 2) Синтез метилового спирту (метанолу).
- 3) Синтез етилового спирту прямою гідратацією етилену.
- 4) Виробництво ацетилену крекінгом метану. Термічний та термоокиснювальний крекінг. Електрокрекінг.
- 5) Виробництво оцтового альдегіду (етаналю) гідратацією ацетилену. Альтернативні способи одержання етаналю.
- 6) Виробництво оцтової (ацетатної) кислоти окисненням ацетальдегіду.
- 7) Виробництво бутадієну (дивінілу) дегідруванням бутану та способом С.В. Лебедєва
- 8) Виробництво стиrolу (вінілбензену)
- 9) Виробництво формальдегіду.

Підготувати реферати та сповіщення (5хв.)

- 10) Виробництво фенолу. Літер. [5](2) с.498-511.
- 11) Нітрування ароматичних сполук. Одержання нітробензену та вибухових ароматичних нітросполук. Літер. [5](2) с.513-526.
- 12) Методи одержання ароматичних амінів. Літер. [5](2) с.526-534.
- 13) Синтез на основі гідрування ароматичних сполук. Літер. [5](2) с.535-543.

14) Виробництво барвників. Нітробарвники. Нітрозобарвники. Азобарвники. Індигоїдні барвники. Тенденції розвитку виробництва барвників. Літер. [5](2) с.578-616.

15) Гідрування ароматичних сполук. Літер. [5](2) с.535-543.

16) Окиснення ароматичних сполук. Літер. [5](2) с.544-555.

17) Мийні засоби, йонногенні та нейногенні мийні засоби. Літер. [5](2) с.377-381.

18) Виробництво віскозного волокна. Літер. [5](2) с.679-682.

Зразок тестового завдання

Промисловий органічний синтез

Необхідно вказати одну правильну відповідь

1. Сировиною для одержання етилового спирту слугує:
 - а) етилен і водяна пара;
 - б) насичені вуглеводні;
 - в) синтез-газ;
 - г) етилен і вода;
2. Сума стехіометричних коефіцієнтів сумарного рівняння одержання оцтової кислоти із ацетальдегіду дорівнює:
 - а) 5;
 - б) 3;
 - в) 4;
 - г) 8;
3. У відповідності до принципу Ле Шател'є для зміщення рівноваги реакції синтезу метилового спирту вправо температуру необхідно:
 - а) збільшити;
 - б) зменшити;
 - в) залишити сталою;
 - г) температура на положення рівноваги не впливає;
4. Назвіть апарат, що не входить до технологічної схеми виробництва метанолу:
 - а) теплообмінник «труба в трубі»;
 - б) пусковий електрообігрівач;
 - в) колона синтезу;

г) сепаратор;

5. У реальних умовах співвідношення реагуючих речовин в процесі синтезу метанолу становить:

а) 1:6; б) 1:2; в) 1:1; г) співвідношення значення не має;

6. Виробничий процес синтезу етилового спирту за методом Бутлерова здійснюється у присутності каталізатора:

а) $\text{Mn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$;

б) $\text{CuO} + \text{ZnO} + \text{Al}_2\text{O}_3$;

в) 60% розчин H_3PO_4 ;

г) 83% розчин H_3PO_4 ;

7. Усунення побічних реакцій у процесі крекінгу насичених вуглеводнів при одержанні ацетилену відбувається за рахунок:

а) загального зниження температури;

б) різкого охолодження реакційної суміші;

в) зниження тиску;

г) введення інгібіторів;

8. У процесі окиснення етанолу у паровій фазі з метою одержання ацетальдегіду в якості каталізатора використовують:

а) Cu-Cr ; б) Ag ; в) Cu-Zn ; г) $\text{Hg-H}_2\text{SO}_4$;

9. До складу реакційної суміші при виробництві ацетальдегіду за реакцією Кучерова ацетилен подається в:

а) сепаратор; б) гідратор; в) змішувач; г) окиснювальну колону;

10. Назвіть апарат, що не входить до складу технологічної схеми виробництва оцтової кислоти:

а) ректифікаційна колона;

б) розсольний конденсатор;

в) промивна колона;

г) конденсатор;

Задачі для самостійного розв'язування

Приклад

1. При спалюванні 5,4г речовини утворилося 5,4г води і 17,6г карбон(IV)оксиду. Густина парів речовини за дигідрогеном становить 27. Встановіть молекулярну формулу сполуки.

Розв'язок

Визначимо молярну масу речовини:

Визначимо масу карбону в сполуці:

17,6г	x_1
CO ₂	C
Mr=44	Mr=12
n=1 моль	n=1 моль
m=44 г	m=12 г

Визначимо масу гідрогену в сполуці:

5.4г	x_2
H ₂ O	→ 2H
Mr=18 г/моль	Mr=1г/моль
n=1 моль	n=2 моль
m=18 г	m=2 г

Визначимо масу кисню в сполуці:

Визначимо найпростішу формулу речовини:

Відповідь: C₄H₆

2. В результаті спалювання вуглеводню масою 39 г утворилося 3 моль карбон(IV)оксиду і 1,5 моль H_2O . Пари цієї речовини масою 0,39 г займають об'єм 112мл. Введіть формулу речовини.

Розв'язок

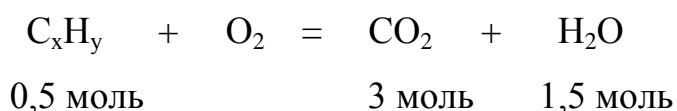
Визначимо молярну масу речовини:

$$\begin{array}{rcl} 0,112 \text{ л } C_xH_y & \text{важить} & 0,39 \text{ г} \\ 22,4\text{л}(1\text{моль}) C_xH_y & & \times \text{ г} \\ \hline & & \text{г} \end{array}$$

$$M(C_xH_y) = 78 \text{ г/моль}$$

$$\text{Визначимо } n(C_xH_y) = \frac{0,39}{78} = 0,005$$

Запишемо схему реакції:



Домножимо схему реакції на 2:



$$M(C_6H_6) = 78 \text{ г/моль.}$$

Задачі

1) При повному спалюванні 5,2г речовини утворилося 3,6 г води і 8,96 л карбон(IV)оксиду. Густина речовини за метаном дорівнює 1,625. Встановіть молекулярну формулу сполуки.

2) В результаті спалюванні органічної сполуки масою 2,3 г утворилося 0,1 моль карбон (IV) оксиду і 0,15 моль води. Визначити формулу речовини, якщо відомо, що 0,23 г парів цієї речовини займають об'єм 112 мл.

Самостійна робота №1

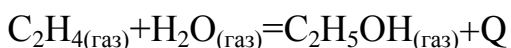
Фізико – хімічні основи хімічної технології

1. Швидкість хіміко-технологічного процесу.
2. Залежність швидкості гетерогенного процесу від поверхні розділу реагуючих фаз.
3. Залежність швидкості гомогенного процесу від концентрації реагуючих речовин, тиску і температури.
4. Хімічна рівновага в технологічних процесах. Принцип Ле Шател'є. Константа рівноваги.
5. Роль каталізаторів у хімічній технології. Склад контактної маси.
6. Термохімічні розрахунки. Закон Гесса та наслідки з нього.
7. Самочинне протікання реакцій. Потенціал Гібса. Ентропійно-ентальпійний фактор.

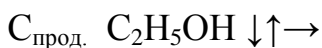
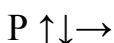
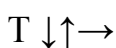
Література: [7],[8] с.46-130.

Завдання для самостійного розв'язування

1. Які необхідно створити умови для максимального зміщення рівноваги реакції вправо:



Розв'язування:



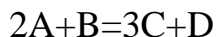
2. Температурний коефіцієнт швидкості реакції 2,8. Визначити у скільки разів сповільниться швидкість реакції при зменшенні температури з 235°C до 190°C.

Розв'язок

У відповідності до правила Вант – Гоффа :

— — —

3. Рівноважні концентрації речовин певної реакції:



Становлять $[A]=0,01$ моль/л; $[B]=0,02$ моль/л; $[C]=0,06$ моль/л.

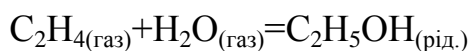
Визначити вихідні концентрації речовин, константу рівноваги реакції та початкову швидкість, якщо $K=0,1$.

Розв'язування

Речовини концентрації	A	B	C	D
Початкові	0,05	0,04	0	0
Зміна	-0,04	-0,02	0,06	0,02
Рівноважні	0,01	0,02	0,06	0,02

Для заповнення таблиці варто скористатися умовою задачі та пам'ятати, що початкові концентрації продуктів реакції рівні 0.

4. Визначити ентальпію реакції та принципову можливість її здійснення за нормальних умов, якщо $\Delta H_{\text{утв}}(\text{H}_2\text{O}_{\text{газ}}) = 216 \text{ кДж/моль}$
 $\Delta H_{\text{утв}}(\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}) = 277 \text{ кДж/моль}$:



Розв'язок

Користуючись наслідком із закону Гесса, при негативному значенні однозначно вказує на можливість самочинного перебігу реакції:

Реакція екзотермічна.

Ізобарно-ізотермічний потенціал Гібса, визначаємо:

Ентропія системи зменшується в разі зменшення кількості моль речовини в системі та при фазових переходах: газ \rightarrow рідина \rightarrow тверда фаза, що ми і маємо в даному випадку. В тому разі коли $\Delta H < 0$, $\Delta S < 0$ значення ΔG може мати як позитивне так і негативне значення, $\Delta G < 0$ можливе лише за умови наднизьких температур. Тобто процес можливий за умов низьких температур.

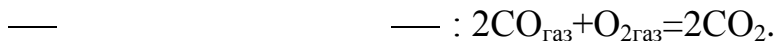
Завдання

1. Які необхідно створити умови для максимального зміщення рівноваги реакції вправо: $N_2 + 2H_2 = 2NH_3$ $\Delta H = -92$ кДж;

2. Температурний коефіцієнт реакції 3,0. Визначити у скільки разів зросте швидкість реакції $SO_2 + O_2 = SO_3$ при збільшенні температури від $20^\circ C$ до $400^\circ C$.

3. Вихідні концентрації дийоду і дигідрогену при синтезі гідроген йодиду становлять кожна 1 моль/л. Вирахувати рівноважні концентрації речовин за температури $450^\circ C$, якщо константа хімічної рівноваги за цих умов рівна 50.

4. Визначити ентальпію реакції та принципову можливість її здійснення за стандартних умов, якщо:



Самостійна робота №2

Сировина енергія, вода в хімічній промисловості

1. Поняття про природну сировину, проміжний продукт та напівфабрикат, кінцевий продукт, відходи виробництва.
 2. Види й класифікація сировини за походженням, агрегатним станом. Запаси сировини. Корисні копалини України.
 3. Комплексне використання сировини. Маловідходні технології.
 4. Види та джерела енергії, що застосовуються в хімічній технології. Економія енергоресурсів.
 5. Вода та її функції в хімічній технології. Характеристика природних вод і домішок, що містяться в ній. Твердість води, солевміст, окиснюваність води.
 6. Водопідготовка питної води. Підготовка води до використання в хімічній промисловості: відстоювання, фільтрація, коагуляція, пом'якшення хімічними та фізико-хімічними методами.
 7. Будова хімізм процесів та принцип дії йонітних фільтрів. Деаерація води.
 8. Очистка промислових стічних вод механічним, хімічним, фізико-хімічним та біологічним способом.
 9. Очистка побутових стічних вод.
- Літер. [3](1)стор.42-73, [8]стор.279-325.

Задачі для самостійного розв'язування

Приклад

Для усунення загальної твердості за вапняно-содовим методом до 50 мл води добавлено 7,44 мг $\text{Ca}(\text{OH})_2$ і 5,34 мг Na_2CO_3 . Розрахуйте тимчасову, загальну, постійну твердість води.

Розв'язок

Твердість води Н – це кількість ммоль еквівалентів речовини, що обумовлює твердість води в 1 літрі.

Молярна концентрація еквівалента речовини визначається в моль/л, твердість води в ммоль/л, тоді формула для обрахунку твердості води набуває вигляду:

Для усунення тимчасової твердості використовують Ca(OH)_2 :

Для усунення постійної твердості застосовують Na_2CO_3 :

Задачі

1. Скільки натрій карбонату необхідно додати до 5 л води для усунення твердості рівної 4,6 ммоль/л?
2. При кип'ятінні 250 мл води, що містить кальцій гідрокарбонат, випав осад масою 3,5 мг. Чому дорівнює твердість води?

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ З ДИСЦИПЛІНИ «ЕКОТЕХНОЛОГІЯ»

При оцінюванні усної відповіді, відповіді на контрольну картку та розв'язуванні задачі варто керуватися наступним:

9-10 балів – відповідь студента логічно побудована, повна, кожна позиція проілюстрована відповідним рівнянням, формулою, схемою; студент демонструє досконале володіння спеціальними термінами і поняттями;

7-8 балів – відповідь студента логічно побудована, в цілому повна, кожна позиція проілюстрована відповідним рівнянням, формулою, схемою, проте при цьому допущені певні незначні помилки, зокрема, допущені неточності в одиницях виміру фізичних величин, позначеннях, тощо; студент демонструє володіння спеціальними термінами і поняттями;

5-6 балів – відповідь студента в цілому розкриває сутність, проте побудована нелогічно; мають місце незначні помилки у технологічних схемах, формулах, рівняннях, але такі що не призводять до абсолютного розходження з відповіддю, бажаним є краще володіння термінами і поняттями;

3-4 бали – відповідь студента нелогічна, не розкриває суті питання; при використанні формул, рівнянь, схем допущені принципові помилки, які обумовлюють розходження з відповіддю; студент демонструє неадекватність використання термінів і понять;

1-2 бали – відповідь дається частково, односторонньо, неповно, з використанням хибних аргументів; студент не володіє основними термінами і поняттями.

При виконанні тестового завдання закритої форми із чотирьох запропонованих варіантів відповідей на питання необхідно обрати одну правильну. За виконання кожного завдання можна отримати 0 або 1 бал. Завдання вважається виконаним, якщо обрано та позначено у бланку відповідей правильний варіант відповіді (1 бал).

Якщо позначено неправильну відповідь, дві чи більше відповідей або не позначено жодної відповіді взагалі, завдання вважається не виконаним (0 балів).

**МАКСИМАЛЬНО-МОЖЛИВА КІЛЬКІСТЬ БАЛІВ, ЯКІ МОЖНА
НАБРАТИ ПОДОВЖ ВИВЧЕННЯ КУРСУ**

Лабораторні заняття

№ модуля	Тема лабораторного заняття	Усна відповідь	Тестове завдання	Контр. картка	Задача або вправа	Задача або вправа	Кількість балів
I модуль. Процеси і апарати хімічної технології							
1.	Теплообмінні процеси	10	10		10		30
2.	Гідромеханічні процеси	10	10		10		30
3.	Масообмінні процеси	10	10		10		30
	Разом:						90
II модуль. Виробництво неорганічних речовин							
1.	Виробництво H_2SO_4	10	10		10		30
2.	Синтез NH_3 . Виробництво HNO_3	10	10		10		30
3.	Виробництво мінеральних добрив і отрутохімікатів	10	10		10		30
4.	Електрохімічні виробництва	10	10		10		30
	Разом						120
III модуль. Металургічні процеси							
1.	Виробництво	10	10		10		30

	чорних металів						
2.	Виробництво кольорових металів	10	10		10	10	40
	Разом						70
IV модуль. Промисловий органічний синтез							
1.	Хімічна переробка палива	10	10		10	10	40
2.	Промисловий органічний синтез	10	10		10		30
	Разом						70
	Реферати						20

Самостійна робота

Тема	Завдання № 1	Завдання № 2	Завдання № 3	Завдання № 4	Сума
Фізико-хімічні основи хімічної технології	10	10	10	10	40
Сировина, енергія, вода у хімічній промисловості	10	10	10		30
Разом:					70

Всього балів : 440

Максимальна кількість балів, відведена на поточно-модульний контроль, становить 50 балів. Коефіцієнт перерахунку складає:

$$f = 50 / 440 = 0,1136$$

$B = A \cdot f$, де A – кількість балів, які набрав студент за 440 бальною

системою;

В – кількість балів, приведена до 50 бальної системи.

Середньо-семестрова оцінка за поточно-модульний контроль визначається відповідно:

«3» - 30-36 балів

«4» - 37-44 балів

«5» - 45-50 балів

На підсумковий контроль відводиться 50 балів, які розподіляються наступним чином:

1. Перше питання (теоретичні основи хіміко-технологічних процесів) – 10 балів.
2. Друге питання (хіміко-технологічні процеси та їх екологічні аспекти) – 10 балів.
3. Задача – 10 балів.
4. Творче завдання – 20 балів.

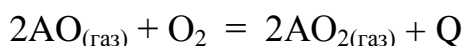
Екзаменаційний білет (зразок)

1. Діаграма стану ферум – карбон та її практичне використання.
2. Виробництво концентрованої нітратної кислоти прямим синтезом.
3. Задача

Гранично допустима концентрація фенолу в місцях водокористування складає 0,001мл/л. Розрахувати у скільки разів концентрація фенолу перевищує гранично допустиму, якщо у водоймище ємністю 10^5 м^3 зі стічними водами було скинуто 30 кг фенолу.

4. Творче завдання:

Каталітичне доокиснення газуватої речовини здійснюється діоксигеном повітря у відповідності до рівняння:



- а) виходячи з принципу Ле-Шател'є, визначити які необхідно створити умови для зміщення рівноваги реакції в бік утворення кінцевих продуктів;
- б) пояснити, чому в реальному технологічному процесі іноді виникає

необхідність задавати деякі хіміко – технологічні параметри всупереч принципу Ле-Шател'є;

в) враховуючи умови проведення технологічного процесу, стан вихідних і кінцевих продуктів, вказати основні апарати і процеси, що в них здійснюються. Запропонувати принципову схему виробництва.

Загальна сума балів складається із суми балів поточно-модульного та підсумкового контролю. Взаємозв'язок між рейтинговим показником з дисципліни, національною шкалою оцінювання знань студента і шкалою оцінок ECTS наведено в таблиці:

Рейтинговий показник	Оцінка у національній шкалі		Оцінка ECTS
90-100	Зараховано	5 (відмінно)	A (відмінно)
82-89		4 (добре)	B (добре)
75-81			C (добре)
68-74		3 (задовільно)	D (задовільно)
60-67			E (задовільно)
35-59	Незараховано	2 (незадовільно)	FX (незадовільно) з можливістю повторного складання
1-34		-	F (незадовільно) з обов'язковим повторним вивченням

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ ДО КУРСУ

1. Алтухов К.В. Химическая технология [текст] : учебник / К.В.Алтухов, И.П.Муклѐнов, Е.Е.Тумаркин. – М.: Просвещение, 1985.
2. Гончаренко А.І. Основи хімічної технології [текст] : підручник / А.І.Гончаренко, О.В.Стеценко. – К.: Вища школа, 1971.
3. Соколов Р.С. Химическая технология [текст] : у 2 т. / Р.С.Соколов – М.: Владос, 2000.
4. Химическая технология [текст] : учебник / под редакц. А.В.Белоцветова. – М.: Просвещение, 1971.
5. Вольфкович С.И. Общая химическая технология [текст] : у 2 т. / С.И.Вольфкович, А.П.Егоров, Д.А.Энштейн. – М.: Госуд. научно – техн. издательство химич. Литературы, 1953.
6. Мухленов И.П. Общая химическая технология [текст] : учебник / И.П.Мухленов, Д.А.Кузнецов, А.Я.Авербух. – М.: Высшая школа, 1974.
7. Білий О.В. Фізична хімія [текст] : підручник / О.В.Білий. – К.: ЦУЛ. 2002.
8. Яворський В.Т. Загальна хімічна технологія [текст] : підручник / В.Т.Яворський, Т.В.Перекупко, З.О.Знак, Л.В.Савчук. – Львів.: Видавн. Національного університету «Львівська політехніка», 2005.
9. Дьетнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии [текст] : учебник : у 2 т./ Ю.И.Дьетнерский. – М.: Химия, 1995.
10. Зеликман А.Н. Металлургия редких металлов [текст] : учебник/ А.Н.Зеликман, Б.Т.Коршунов. – М.: Металлургия, 1991.
11. Амелин А.Г. Технология серной кислоты [текст] : учебник/ А.Г.Амелин. – М.: Химия, 1971.
12. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологи [текст] : учебник / А.Г.Касаткин. – М.: Химия, 1971.
13. Антрощенко В.Й. Технология азотной кислоты. [текст] : учебник / В.Й.Антрощенко, С.И.Каргин. – М.: Химия, 1970.

14. Воскобойников В.Р. Общая металлургия [текст] : учебник / В.Р.Воскобойников. – М.: Металлургия, 1973.

15. Лебедев П.Г. Химия и технология основного органического и нефтехимического синтеза. [текст] : учебник / П.Г.Лебедев. – М.: Химия, 1976.

16. Позан М.Е. Технология минеральных солей [текст] : учебник / М.Е.Позан. – Л.: Химия, 1976.