

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

Загальна хімічна технологія і промислова екологія
(методичні рекомендації до вивчення дисципліни
для студентів ОКР бакалавр напрямку підготовки
6.050101 – комп'ютерний еколого-економічний моніторинг)

Черкаси 2013

ББК 35

3-14

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., Лихачова С.В.

Загальна хімічна технологія і промислова екологія / В.І. Бойко,
С.В. Лихачова. – Черкаси: Видавничий відділ ЧНУ, 2013. - 50с

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.

Передмова

Вивчення дисципліни «Загальна хімічна технологія і промислова екологія» включає різні форми навчального процесу, а саме: лекційний курс, лабораторні заняття, роботу з самостійного опрацювання матеріалу, підсумковий контроль у формі заліка. Методичні рекомендації до вивчення дисципліни «Загальна хімічна технологія і промислова екологія» 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.

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 «Загальна хімічна технологія і промислова екологія» повинен забезпечити успішну здачу заліку з предмету.

Система повинна забезпечити належний рівень підготовки фахівця – з комп'ютерного еколого-економічного моніторингу до виконання функціональних обов'язків у виробничому цеху, у заводській та науково-дослідній лабораторії, проектному інституті тощо.

НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА

Викладання «Загальна хімічна технологія і промислова екологія» в університеті повинно сприяти підготовці висококваліфікованих фахівців з комп'ютерного еколого-економічного моніторингу.

Курс „ Загальна хімічна технологія і промислова екологія ” 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.

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

Курс загальної хімічної технології і промислової екології 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 вноситься на розгляд на практичному занятті.

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. 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.

4. 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 нітратгідрогенної 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.*

5. 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.

6. 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.

7. 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, їдкого натру хімічним способом.

8. 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.

9. 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.

10. 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.

Теми лекційних занять

1. Вступ. Основні поняття та визначення хімічної технології.
2. Виробництво сульфатної кислоти.
3. Синтез амоніаку.
4. Виробництво нітратної кислоти.
5. Виробництво мінеральних добрив.
6. Електрохімічні виробництва.
7. Виробництво чавуну.
8. Виробництво сталі.
9. Методи переробки нафти. Переробка твердого палива.
10. Органічний синтез.

Лабораторне заняття №1

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) сульфідру 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 сульфур (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 сульфур (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 сульфур (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 ($\rho = 1,5 \text{ г/см}^3$). Знайдіть масову частку (%) добутої сульфатної кислоти.

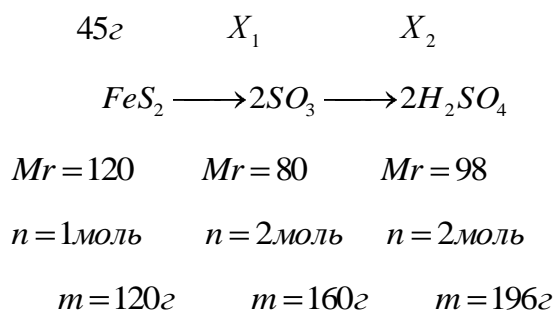
Розв'язок

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

$$m_{\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ водн. розч.}} = V \cdot \rho = 200 \text{ см}^3 \cdot 1,5 \text{ г/см}^3 = 300 \text{ г}$$

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

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



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

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

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 ($\rho = 1,082 / \text{см}^3$) виділилося внаслідок згорання 14 л H_2S , вважаючи вихід кислоти 90%.

Лабораторне заняття №2,3

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 ($\text{V}_2\text{O}_5, \text{BaSO}_4, \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3, \text{K}_2\text{SO}_4$).

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 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:

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

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:

——— —

$$V = \text{———} \text{—————}$$

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:

$$V(N_2)_{\text{реал}} = \frac{V(N_2)_{\text{теор}}}{0,92}$$

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

$$V_{\text{повітря}} = \frac{V(N_2)_{\text{реал}}}{0,78}$$

Задачі

1. Визначити об'єм повітря, виміряного при температурі 25°C і тиску $104,6$ кПа, якщо необхідно взяти для одержання 1 м, якщо необхідно взяти для одержання 1 м³ розчину HNO_3 ($\rho = 1,5$ г/см³, $\omega = 60\%$).
2. Який об'єм розведеної нітратної кислоти ($\omega = 65\%$, $\rho = 1,40$ г/см³) можна одержати із 240 м³ амоніаку, виміряного при температурі 25°C і тиску $104,420$ кПа, якщо вихід кислоти становить 82% .

Лабораторна робота №4

Виробництво мінеральних добрив та отрутохімікатів

1. Мінеральні добрива. Класифіція та вимоги до них.
2. Виробництво калійних добрив. Сировина.
3. Флотаційний метод розділення сильвініту.
4. Політермічний (галургічний) метод вилучення калій хлориду із сильвініту.
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

1. Добриву простий суперфосфат відповідає формула:

- а) $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$;
- б) $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + 2\text{CaSO}_4$;
- в) $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O} + 2\text{CaSO}_4$;
- г) $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$.

2. В якості сировини для одержання карбаміду використовують:

- а) рідкий амоніак і вуглекислий газ;
- б) кальциновану соду і зріджений вуглекислий газ;
- в) газоподібний амоніак і вуглекислий газ;
- г) розчин нітратної кислоти і вуглекислий газ.

3. Сума стехіометричних коефіцієнтів рівняння реакції дегідратації карбамату амонію рівна:

- а) 4 б) 3 в) 5 г) 6

4. Барометричний конденсатор у технологічній схемі виробництва амоніачної селітри служить для створення розрідження в:

- а) збірнику;
- б) випарювачі;
- в) нейтралізаторі;
- г) грануляційній башті.

5. Ректифікаційна колона в технологічній схемі виробництва карбаміду служить для:

- а) випарювання карбаміду;
- б) перегонки суміші на фракції;
- в) охолодження суміші;
- г) дегідратації карбамату амонію.

6. 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) зросте;
- 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

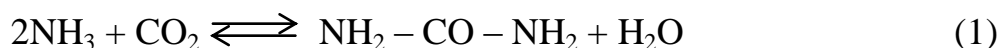
Для проведення розрахунку за рівнянням реакції необхідно знати масу чистих реагентів та привести об'єм газів, що вступають у реакцію до нормальних умов.

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

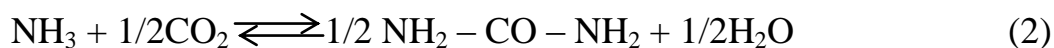
— —

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

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 продукта 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 продукта (%).

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 №5

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 карбиду та кальцій ціанаміду. 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 оберткових печах;
- в) ванних печах;
- г) тунельних печах.

9. Температура плавлення скла залежить від:

- а) вмісту розчинених газів;
- б) скла 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.

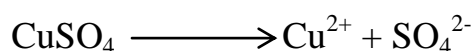
Задачі для самостійного розв'язування

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:



K (-)

A(+)

$\text{Cu}^{2+}, \text{H}_2\text{O}$

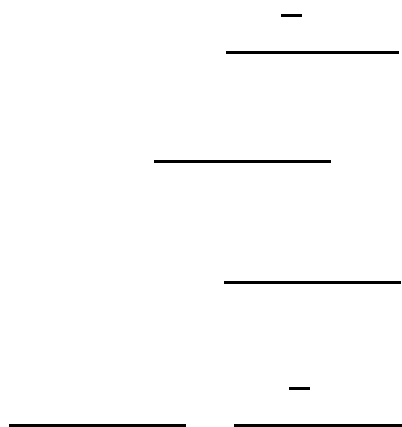
$\text{SO}_4^{2-}, \text{H}_2\text{O}$

$\text{Cu}^{2+} + 2e^- = \text{Cu}^0$

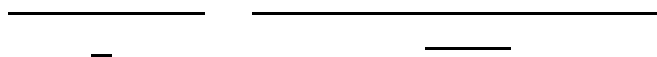
$2\text{H}_2\text{O} - 4e^- = 4\text{H}^+ + \text{O}_2 \uparrow$

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

Кількісні співвідношення в електролізі визначаються законом Фарадея:



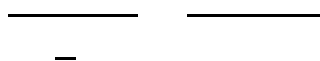
Звідси:



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 гази.

Лабораторна робота №6,7

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 магнезитовою цеглою, в верхній частині, виготовленої із хромомагнезитової 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 молярній 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:



$$M_r = 56$$

$$n = 3 \text{ моль}$$

$$m = 168 \text{ г}$$

$$M_r = 232$$

$$n = 1 \text{ моль}$$

$$m = 232 \text{ г}$$

Задачі

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

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

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

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

Лабораторна робота №8

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. Апаратне 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. $E_{кр}(H_2O)=1,86$ 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:

$$M(\text{суміші}) = D_{H_2}(\text{суміші}) \cdot M(H_2) = 38,8 \cdot 2 = 77,6 \text{ г/моль.}$$

Визначимо кількість моль суміші:

Нехай $n(C_5H_{12}) = a$ моль, тоді $n(C_6H_{14}) = (2,5 - a)$ моль.

Загальна маса суміші рівна сумі мас компонентів:

$$n(C_5H_{12}) \cdot M(C_5H_{12}) + n(C_6H_{14}) \cdot M(C_6H_{14}) = n(\text{суміші})M(\text{суміші})$$

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

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

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

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

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

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 1,22 г/см³, $E_{\text{кр}}(\text{H}_2\text{O})=1,86 \text{ К/моль}$.

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

Лабораторна робота №9

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. Лебедева
8. Виробництво стиролу (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 нейоногенні 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 сталю;
 - 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
$M_r=44$	$M_r=12$
$n=1$ моль	$n=1$ моль
$m=44$ г	$m=12$ г

Визначимо масу гідрогену в сполуці:

5.4г	x_2
H_2O	\longrightarrow 2H
$M_r=18$ г/моль	$M_r=1$ г/моль
$n=1$ моль	$n=2$ моль
$m=18$ г	$m=2$ г

Визначимо масу кисню в сполуці:

Визначимо найпростішу формулу речовини:

Відповідь: C_4H_6

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

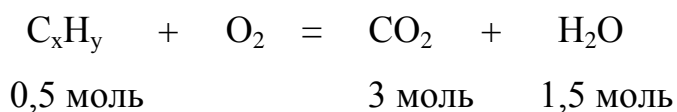
Визначимо молярну масу речовини:

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

$$M(C_xH_y) = 78 \text{ г/моль}$$

$$\text{Визначимо } n(C_xH_y) = \text{—————} = \text{—————}$$

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.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ ЗНАНЬ СТУДЕНТІВ З ДИСЦИПЛІНИ «ЗАГАЛЬНА ХІМІЧНА ТЕХНОЛОГІЯ І ПРОМИСЛОВА ЕКОЛОГІЯ»

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**

№ моду-ля	Тема лабораторного заняття	Усна відповідь	Тестове завдання	Кіль-кість балів
1.	Виробництво H_2SO_4	10	10	20
2.	Синтез NH_3 .	10	10	10
3	Виробництво HNO_3	10	10	20
4.	Виробництво мінеральних добрив і отрутохімкатів	10	10	20
5.	Електрохімічні виробництва	10	10	20
6.	Виробництво чавуну	10	=	10
7.	Виробництво сталі	10	10	20
8.	Переробка палива	10	10	20
9.	Органічний синтез	10	10	30

Всього балів : 160

Коефіцієнт перерахунку складає:

$$f = 100 / 160 = 0,625$$

$V = A \cdot f$, де A – кількість балів, які набрав студент за 160 бальною системою;

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. Алтухо 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.Дветнерский. – 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.