

**ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
ЧЕРКАСЬКИЙ ІНСТИТУТ ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ІМЕНІ ГЕРОЇВ ЧОРНОБИЛЯ
НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ**

**Кафедра фізико-хімічних
основ розвитку та гасіння пожеж**

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ТА ЗАВДАННЯ ДО ВИКОНАННЯ
КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ
СТУДЕНТАМИ ЗАОЧНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ**

З ДИСЦИПЛІНИ «ХІМІЯ»

спеціальність: 261 Пожежна безпека

Укладач:
доцент кафедри фізико-хімічних
основ розвитку та гасіння пожеж,
кандидат хімічних наук, доцент
Магльована Т.В.

Черкаси - 2018

ВСТУП

Хімія – складова цілісного уявлення про процеси та явища, що відбуваються у природі та можливості сучасних наукових методів пізнання природи.

Вивчення дисципліни «Хімія» сприяє розвитку логічного мислення, пов'язаного з хімічними процесами, які відбуваються в умовах реальних пожеж, науковому уявленню про реакції горіння та відмінності їх від реакцій окиснення горючих матеріалів, механізму перетворення горючих речовин в умовах пожежі, схильності речовин до самозаймання, набуття навиків щодо оцінки пожежної небезпеки та можливості сумісного зберігання тих чи інших речовин, а також засвоєнню основних законів теорії горіння та оволодіння методикою їх розрахунків.

«Хімія» – одна із фундаментальних дисциплін, що є основою для вивчення таких дисциплін, як «Теорія розвитку та припинення горіння», «Теорія горіння та вибуху», «Основи пожежовибухонебезпечності».

Розуміння основних умов хімічної реакції горіння, пов'язаної з перерозподілом валентних електронів між молекулами горючої речовини та окисника (кисню повітря) неможливе без вміння розв'язувати розрахункові задачі, що є основним критерієм засвоєння дисципліни «Хімія». Це зручний спосіб перевірки знань у процесі вивчення дисципліни і важливий засіб їх закріплення.

З метою розвитку навичок самостійної роботи та успішного самостійного виконання контрольної роботи слід уважно розглянути приклади розв'язування задач, що наводяться нижче. Під час розв'язування задач необхідно пам'ятати, що всі розрахунки ведуться відносно одного кмоля горючої речовини. В процесі горіння інертні компоненти повітря – азот, вуглекислий газ та інші не беруть участі, але їхня присутність в зоні горіння обов'язкова.

Анотація дисципліни «Хімія»

Мета вивчення дисципліни «Хімія» - засвоєння відомостей про основні закони хімії, властивості органічних та неорганічних речовин, їх практичне використання, а також надбання знань, що допоможуть проводити оцінку небезпечних властивостей матеріалів, їх поведінку в умовах виробництва та в умовах виникнення надзвичайних ситуацій.

Основні завдання дисципліни «Хімія» включають: вивчення основ хімічної термодинаміки та кінетики хімічних процесів; класифікації та властивостей розчинів та дисперсних систем; основних положень електрохімії; хімічних властивостей неорганічних речовин та органічних речовин, особливо таких, що мають небезпечні властивості; хімічних властивостей елементоорганічних речовин; небезпечних властивостей речовин і матеріалів, термодинамічних і кінетичних процесів під час горіння речовини та матеріалів; пожежонебезпечних факторів зберігання, транспортування та використання хімічних речовин та можливості їхнього сумісного зберігання; пожежонебезпечності хімічних речовин і матеріалів; використання органічних та неорганічних речовин для цілей гасіння і попередження пожеж.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати**: основні поняття та закони хімії; будову атомів та молекул, природу хімічного зв'язку; основи хімічної термодинаміки та кінетики хімічних процесів; класифікацію та властивості розчинів та дисперсних систем; основні положення електрохімії; хімічні властивості неорганічних речовин органічних речовин, особливо таких, що мають небезпечні властивості; хімічні властивості елементоорганічних речовин; основи хімії високомолекулярних сполук; оцінювати небезпечні властивості речовин і матеріалів; основні потенційно небезпечні хімічні і електрохімічні процеси.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **вміти**: проводити стандартні кількісні хімічні розрахунки; проводити простіші хімічні операції; відносити речовини до основних класів хімічних сполук; проводити термодинамічні і кінетичні розрахунки; визначати властивості основних класів хімічних сполук в розчинах; оцінювати властивості колоїдних систем; визначати основні пожежонебезпечні фактори хімічних виробництв; оцінювати пожежонебезпечність основних класів хімічних речовин і матеріалів на їх основі; аналізувати можливість виникнення пожежі в промисловому та жилому секторі та на транспорті; оцінювати можливість використання органічних та неорганічних речовин для цілей гасіння і попередження пожеж.

Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1.

Тема 1. Основні поняття і закони хімії

Предмет хімії та її зв'язок з іншими науками. Хімія як розділ природознавства. Значення хімії в дослідженні природи, розвитку техніки та охорони навколишнього середовища. Основні поняття і закони хімії. Хімічний елемент, атом, молекула. Закони збереження маси, сталості складу. Застосування системи СІ в хімії. Моль — одиниця кількості речовини. Молярна маса. Хімія і пожежна безпека. Горіння як фізико-хімічний процес.

Тема 2. Будова атома

Квантово-механічна модель атома. Будова атомного ядра. Ізотопи. Радіоактивність. Атомні орбіталі. Квантові числа. Принцип Паулі, правила Клечковського і Гунда. Порядок заповнення атомних орбіталей. Будова багатоелектронних атомів. Електронні та електроннографічні формули.

Тема 3. Періодичний закон

Періодичний закон та періодична система елементів Д.І.Менделєєва та їх зв'язок з будовою атома. Зміна властивостей елементів у групах і періодах. Енергія іонізації, спорідненість до електрона та електронегативність елементів. Класифікація і номенклатура основних класів неорганічних речовин. Зміна кислотно-основних властивостей оксидів і гідроксидів за положенням в періодичній системі.

Тема 4. Хімічний зв'язок

Основні типи і характеристики хімічного зв'язку. Ковалентний, іонний, металічний та водневий зв'язки. Утворення ковалентного зв'язку за донорно-акцепторним механізмом. Поняття про комплексні сполуки. σ -зв'язок. π -зв'язок. Полярність зв'язку. Гібридизація орбіталей. Міжмолекулярні взаємодії. Водневий зв'язок. Хімічна будова твердого тіла. Аморфний і кристалічний стани речовини. Кристалічні ґратки. Залежність властивостей речовин від типу хімічного зв'язку.

Змістовий модуль 2.

Тема 5. Основи хімічної термодинаміки

Енергетика хімічних процесів. Внутрішня енергія та ентальпія. Термохімія. Закон Гесса. Розрахунки теплових ефектів хімічних реакцій. Теплота згорання та теплота утворення. Надзвичайні ситуації, пов'язані з екзотермічними реакціями. Термохімічні методи контролю горючих парів і газів в атмосфері.

Ентропія та її зміна при хімічних процесах. Енергія Гіббса. Умови самочинного перебігу хімічних реакцій та хімічної рівноваги. Термодинамічне обґрунтування небезпечних умов реалізації технологічних процесів та попередження надзвичайних ситуацій.

Тема 6. Хімічна кінетика

Швидкість гомогенної хімічної реакції та її залежність від концентрації, температури і наявності каталізатора. Закон діючих мас, константа швидкості реакції. Поняття про концентраційні межі поширення полум'я. Молекулярність і порядок реакції.

Правило Вант-Гоффа. Рівняння Арреніуса, енергія активації. Поняття про механізми реакцій. Ланцюгові реакції. Горіння та вибух як фактори виникнення надзвичайних ситуацій.

Швидкість гетерогенних хімічних реакцій. Вплив площі поверхні розділу фаз на швидкість реакцій. Горіння рідких та твердих речовин.

Гомогенний і гетерогенний каталіз. Інгібітори горіння. Кінетичне обґрунтування небезпечних умов реалізації технологічних процесів та попередження надзвичайних ситуацій.

Тема 7. Хімічна і фазова рівновага

Константа хімічної рівноваги та її зв'язок з термодинамічними функціями. Зміщення рівноваги. Принцип Ле-Шательє. Хімічна рівновага в гетерогенних системах.

Фазова рівновага. Випарування рідин. Залежність тиску насиченої пари від температури. Надзвичайні ситуації пов'язані з випаруванням токсичних, горючих і вибухонебезпечних речовин.

Змістовий модуль 3.

Тема 8. Розчини

Типи розчинів. Способи вираження складу розчинів. Молярна концентрація. Розчинність речовин. Розчини електролітів та неелектролітів. Сильні та слабкі електроліти. Ступінь і константа дисоціації. Закони Рауля. Тиск насиченої пари. Замерзання та кипіння розчинів. Осмотичний тиск.

Вода, її властивості як розчинника. Електролітична дисоціація води. Водневий показник середовища. Йонні реакції в розчинах. Добуток розчинності. Гідроліз солей.

Небезпека розчинів та технологічних процесів на їх основі. Захист водного басейну від забруднення. Літосфера та її забруднення. Хімічні методи очищення стічних вод. Використання розчинів для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій, пов'язаних із забрудненням навколишнього середовища токсичними хімічними і радіоактивними речовинами, а також біологічним зараженням місцевості.

Тема 9. Колоїдні системи

Колоїдні системи. Добування колоїдних систем, їх класифікація. Стійкість колоїдних систем. Поверхнева енергія. Адсорбція. Поверхнево-активні речовини. Використання адсорбентів для зниження небезпечної дії токсичних речовин і ліквідації надзвичайних ситуацій. Використання сорбції для захисту органів дихання. Аерозолі. Пил, його небезпечні властивості. Піни, їх утворення та стійкість. Емульсії та суспензії.

Змістовий модуль 4.

Тема 10. Окисно-відновні процеси

Ступінь окиснення. Класифікація окисно-відновних процесів. Складання рівнянь окисно-відновних реакцій. Метод електронного балансу. Основні відновники і окисники. Небезпечні властивості окисників та відновників. Використання окисників та відновників в сфері цивільного захисту.

Тема 11. Електрохімічні процеси

Електродні потенціали та ЕРС. Рівняння Нернста. Стандартний водневий електрод і воднева шкала потенціалів. Ряд стандартних електродних потенціалів.

Гальванічні елементи, акумулятори та паливні елементи, їх застосування. Автономні джерела живлення в побуті та виробництві. Небезпеки експлуатації хімічних джерел струму.

Електроліз. Послідовність електродних процесів. Закони Фарадея. Практичне застосування електролізу. Електрохімічні процеси в цивільному захисті.

Тема 12. Корозія та захист металів та сплавів

Основні типи корозії. Хімічна корозія. Вплив високих температур на корозію металів та стійкість металевих конструкцій. Захисні властивості поверхневих плівок. Електрохімічна корозія, утворення гальванопар.

Методи захисту від корозії: легування, електрохімічний захист, захисні покриття. Застосування захисних покриттів для підвищення корозійної стійкості металевих конструкцій. Інгібітори корозії. Корозія металів як фактор техногенних аварій і виникнення надзвичайних ситуацій.

Змістовий модуль 5.

Тема 13. Хімія металів та їх сполук

Основні методи одержання металів. Залежність властивостей металів від їх положення у періодичній системі.

Лужні та лужноземельні метали, їх небезпечні властивості. Сполуки кальцію в будівництві. Калійні добрива. Основні небезпеки сполук лужних та лужноземельних металів в матеріальному виробництві і побуті.

Легкі конструкційні метали (магній, алюміній, берилій, титан). Застосування алюмінію в будівництві. Токсичність сполук легких конструкційних металів.

Залізо — основний конструкційний метал, його хімічні властивості та застосування. Метали в сучасній техніці та будівництві. Вогнеміцність та вогнестійкість металічних конструкцій. Горіння металів. Особливості гасіння металів.

Тема 14. Хімія неметалічних елементів та їх сполук

Залежність властивостей неметалів від їх положення у Періодичній системі.

Повітря та його склад. Основні забруднювачі повітря. Захист повітряного басейну від токсичних речовин.

Хімічні властивості кисню та сполук оксигену. Роль кисню в технологічних процесах і життєдіяльності людини.

Гідроген. Хімічні властивості. Гідриди металів, їх взаємодія з водою. Вода, її хімічні властивості.

Флуор і хлор. Основні небезпеки газоподібних флуору та хлору. Ліквідація викидів хлору. Сульфур, сполуки сульфуру з киснем і гідрогеном. Сульфатна кислота та її солі. Гіпсові в'язучі матеріали. Токсичність сполук сульфуру.

Нітроген, його властивості. Сполуки нітрогену з гідрогеном і киснем. Нітратна кислота та її солі. Азотні добрива. Небезпечність сполук нітрогену.

Фосфор, сполуки фосфору. Фосфатна кислота та фосфати. Фосфорні добрива. Небезпечність сполук фосфору.

Силіцій та його сполуки: оксид, силікатна кислота, силікати, силани. Скло. Цемент і бетон. Кераміка. Карбон та його алотропні форми. Оксиди карбону, карбонатна кислота, карбонати та гідрокарбонати. Карбіди металів. Токсичність монооксиду карбону та технологічних процесів на його основі. Загальна характеристика основних небезпек неорганічних речовин. Використання неорганічних речовин для цілей цивільного захисту.

Змістовий модуль 6.

Тема 15. Теорія хімічної будови

Основні положення теорії хімічної будови О.М. Бутлерова. Класифікація та номенклатура органічних сполук. Ізомери. Електронна природа хімічних зв'язків у молекулах органічних сполук. Механізми хімічних реакцій, способи розриву зв'язків, поняття про вільні радикали. Токсичність органічних речовин. Пожежна небезпечність органічних речовин.

Тема 16. Вуглеводні

Гомологічний ряд насичених вуглеводнів (алканів), їх фізичні та хімічні властивості. Горіння алканів. Насичені вуглеводні в природі, застосування в техніці. Вуглеводні як палива. Детонація палив. Горіння алканів.

Ненасичені вуглеводні етиленового та ацетиленового ряду, їх будова та властивості. Добування та застосування ненасичених вуглеводнів.

Ароматичні вуглеводні, особливості їх електронної будови та їх властивості. Токсичність ароматичних сполук.

Природні джерела вуглеводнів: нафта, природний та попутний газ, вугілля. Перегонка нафти. Крекінг нафтопродуктів. Боротьба з розливами нафти і нафтопродуктів.

Галогенопохідні вуглеводнів. Їх фізичні та хімічні властивості. Використання галогенопохідних у промисловості і сільському господарстві. Екологічна небезпека галогенопохідних.

Тема 17. Оксигеновмісні органічні сполуки

Спирти, їх будова, номенклатура. Хімічні властивості одноатомних та багатоатомних спиртів. Застосування спиртів як палива. Токсичність спиртів.

Альдегіди та кетони, їх будова, хімічні властивості та застосування. Небезпечні властивості альдегідів і кетонів. Карбонові кислоти: будова, фізичні та хімічні властивості. Метанова та етанова кислоти, стеаринова, пальмітинова, олеїнова кислоти та їх солі. Мило. Складні та прості ефіри. Жири як представники складних ефірів, їх здатність до окислення, полімеризації та самозаймання.

Вуглеводи. Глюкоза, фруктоза та сахароза. Полісахариди: крохмаль, целюлоза. Термічний розклад і горіння целюлози та деревини. Токсичність продуктів термодеструкції целюлозних матеріалів.

Тема 18. Нітрогеновмісні та елементоорганічні сполуки

Нітрогеновмісні органічні сполуки. Нітросполуки, аміни і нітрили, їх небезпечні властивості. Амінокислоти та білки — основа життя.

Елементоорганічні сполуки — їх фізичні та хімічні властивості: силіційорганічні, металоорганічні, фосфорорганічні речовини, їх пожежонебезпечність і токсичність.

Поняття про отруйні речовини. Загальна характеристика основних небезпек органічних речовин. Утилізація органічних речовин. Використання органічних речовин для цілій цивільного захисту.

Тема 19. Полімерні матеріали

Поняття про полімери. Неорганічні полімери. Органічні полімери. Біополімери. Природні та штучні полімери. Реакції полімеризації та поліконденсації. Методи одержання полімерів.

Пластичні маси, синтетичні волокна, композиційні матеріали. Основні представники полімерів. Поліетилен, поліпропілен, полівінілхлорид, полістирол, поліметилметакрилат. Синтетичний та природний каучуки. Гума. Зв'язок складу та будови з властивостями полімерів. Термодеструкція та горіння полімерів і пластичних мас. Методи зниження горючості полімерних матеріалів. Токсичність продуктів піролізу та горіння полімерних матеріалів. Забруднення навколишнього середовища полімерними матеріалами. Проблеми утилізації полімерних матеріалів.

ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Кожний студент заочної форми навчання виконує контрольну роботу відповідного варіанту.

1. Контрольна робота з дисципліни “Хімія” – це відповіді на теоретичні питання та розв’язання задач відповідного варіанту (номеру залікової книжки).

2. Номер варіанту відповідає двом останнім цифрам шифру залікової книжки. Наприклад, дві останні цифри шифру залікової книжки 21, по вертикалі треба знайти цифру 2, а по горизонталі цифру 1, на перетині двох прямих ви знайдете перелік завдань вашого варіанту.

3. Під час виконання контрольної роботи потрібно спочатку записати умову задачі (завдання), а потім дати на нього повну відповідь (розв’язання).

4. Відповіді на теоретичні питання повинні бути змістовними, повними і розкривати тільки конкретні питання.

5. Розв’язання задач повинно супроводжуватися поясненнями.

6. Контрольну роботу оформлюють на аркушах А4, виконують рукописним або машинописним способом.

7. Під час машинописного виконання контрольну роботу друкують на аркушах форматом А4:

- з полями: ліве – 30 мм, праве – 15 мм, верхнє і нижнє – 20 мм;
- для заголовків - шрифт Times New Roman, розмір 14 пт, полужирний;
- для тексту - шрифт Times New Roman, розмір 14 пт, інтервал – одинарний;
- відступ першого рядка (абзац) - 1,25 см;
- нумерація сторінок – вгорі справа;
- титульний лист є першим, але номер на ньому не відображати;
- на титульній сторінці необхідно вказати назву навчального закладу, дисципліни, прізвище, ім’я та по батькові, номер варіанту.

8. **В кінці роботи потрібно вказати перелік літератури, поставити дату.**

9. Виконана контрольна робота направляється у відділення заочного навчання на перевірку в термін, що вказаний у графіку виконання контрольних робіт.

10. Контрольна робота оцінюється «зараховано» або «не зараховано».

11. **Якщо контрольна робота містить не всі завдання вашого варіанту, неправильно виконані завдання або виконана не за варіантом, то така контрольна робота не зараховується.**

12. Отримавши не зараховану контрольну роботу, студент зобов’язаний уважно ознайомитися із зауваженнями і внести в роботу відповідні зміни та доповнення, усунути вказані недоліки. На титульній сторінці доопрацьованої роботи необхідно вказати «Повторно» і направити її у відділення заочного навчання із вказаною датою.

**Варіанти завдань для виконання контрольної роботи
студентами заочної форми навчання**

ОСТАННЯ ЦИФРА ШИФРУ ЗАЛІКОВОЇ КНИЖКИ

П Е Р Е Д О С Т А Н Н Я Ц И Ф Р А Ш И Ф Р У З А Л І К О В О Ї К Н И Ж К И	№ варі анту	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	0	11,101, 190,80, 170,20, 265	12,102, 191,79, 169,21, 266	13,103, 192,78, 168,22, 267	14,104, 193,77, 167,23, 268	15,105, 194,76, 166,24, 269	16,106, 195,75, 165,25, 270	17,107, 196,74, 164,26, 271	18,108, 197,73, 163,27, 272	19,109, 198,72, 162,28, 273	20,110, 199,71, 161,29, 274
1	1, 91, 255, 181,90, 180,10,	2, 92, 256, 182,89, 179,11	3, 93, 257, 183,88, 178,12	4, 94, 258, 184, 87, 177,13	5, 95, 259, 185,86, 176,14	6, 96, 260, 186, 85, 175,15	7, 97, 261, 186,84, 174,16	8, 98, 262, 187,83, 173,17	9, 99, 263, 188,82, 172,18	10,100, 264, 189,81, 171,19	
2	61,151, 240,30, 120,80, 281	62,152, 241,29, 119,81, 282	63,153, 242,28, 118,83, 283	64,154, 243,27, 117,83, 284	65,155, 244,26, 116,84, 285	66,156, 245,25, 115,85, 286	67,157, 246,24, 114,86, 287	68,158, 247,23, 113,87, 288	69,159, 248,22, 112,88, 289	70,160, 249,21, 111,89, 290	
3	71,161, 250,20, 110,90, 291	72,162, 251,19, 109,91, 60	73,163, 252,18, 108,92, 61	74,164, 253,17, 107,93, 62	75,165, 254,16, 106,94, 63	76,166, 255,15, 105,95, 64	77,167, 256,14, 104,96, 65	78,168, 257,13, 103,97, 66	79,169, 258,12, 102,98, 67	80,170, 259,11, 101,20, 68	
4	81,171, 260,10, 100,21, 69	82,172, 261,9, 99,22, 70	83,173, 262,8, 98,23, 71	84,174, 263,7, 97,24, 72	85,175, 264,6, 96,25, 73	86,176, 265,5, 95,26, 74	87,177, 266,4, 94,27, 75	88,178, 267,3, 93,28, 76	89,179, 268,2, 92,29, 77	90,180, 269,1, 91,30, 78	
5	51,131, 20,50, 142,60, 264	52,132, 22,49, 137,61, 263	53,133, 21,48, 136,62, 262	54,134, 23,47, 135,63, 261	55,135, 24,46, 134,64, 260	56,136, 25,45, 133,65, 259	45,137, 26,44, 132,66, 258	58,138, 27,43, 131,67, 257	59,139, 28,42, 151,68, 256	50,140, 29,41, 231,69, 255	
6	21,111, 200,70, 160,30, 275	22,112, 202,69, 159,31, 276	23,113, 203,68, 158,32, 277	24,114, 204,67, 157,33, 278	25,115, 205,66, 156,34, 279	26,116, 206,65, 155,35, 280	27,117, 207,64, 154,36, 281	28,118, 208,63, 153,37, 282	29,119, 209,62, 152,38, 283	30,120, 210,61, 151,39, 284	
7	31,121, 211,60, 150,40, 285	32,122, 212,59, 149,41, 286	33,123, 213,58, 148,42, 287	34,124, 214,57, 147,43, 288	35,125, 215,56, 146,44, 289	36,126, 216,55, 145,45, 290	37,127, 217,54, 144,46, 291	38,128, 218,53, 143,47, 255	39,129, 219,52, 142,48, 256	40,130, 220,51, 141,49, 257	
8	41,131, 201,50, 140,60, 258	42,132, 221,49, 139,61, 259	43,133, 222,48, 138,62, 260	44,134, 223,47, 137,63, 261	45,135, 224,46, 136,64, 262	46,136, 225,45, 135,65, 263	47,137, 226,44, 134,66, 264	48,138, 227,43, 133,67, 265	49,139, 228,42, 132,68, 266	50,140, 229,41, 131,69, 267	
9	51,141, 230,40, 130,70, 268	52,142, 231,39, 129,71, 269	53,143, 232,38, 128,72, 270	54,144, 233,37, 127,73, 271	55,145, 234,36, 126,74, 272	56,146, 235,35, 125,75, 273	57,147, 236,34, 124,76, 274	58,148, 237,33, 123,77, 278	59,149, 238,32, 122,78, 279	60,150, 239,31, 121,79, 280	

**Перелік завдань для виконання контрольної роботи
студентами заочної форми навчання**

1. Напишіть структурні формули та визначте ступінь окиснення Сульфуру у сполуках $K_2S_2O_7$ та $NaHSO_4$. Відповідь обґрунтуйте алгебраїчною сумою ступенів окиснення атомів в молекулі.
2. Напишіть структурні формули та визначте ступінь окиснення Карбону у сполуках CCl_4 та H_2CO_3 . Відповідь обґрунтуйте алгебраїчною сумою ступенів окиснення атомів в молекулі.
3. Напишіть структурні формули та визначте ступінь окиснення Сульфуру у сполуках $K_2S_2O_7$ та $NaHSO_4$. Відповідь обґрунтуйте алгебраїчною сумою цих значень.
4. Напишіть структурні формули та визначте ступінь окиснення Бору у сполуках B_2O_3 та H_3BO_3 . Відповідь обґрунтуйте алгебраїчною сумою цих значень.
5. Визначте масову частку Сульфуру у відсотках (з точністю до десятих) у калій сульфаті .
6. Визначте масову частку Кальцію у відсотках (з точністю до десятих) у кальцій карбонаті.
7. Визначте масову частку Натрію у відсотках (з точністю до десятих) у натрій гідроксиді.
8. Визначте масову частку Фосфору у відсотках (з точністю до десятих) у фосфор (V) оксиді.
9. Визначте масову частку Флуору у відсотках (з точністю до десятих) у кальцій фториді.
10. Визначте масову частку Хлору у відсотках (з точністю до десятих) у купрум (II) хлориді.
11. Визначте вміст H_2O у відсотках (з точністю до десятих) у мідному купоросі $CuSO_4 \cdot 5H_2O$.
12. Який об'єм хлороводню за нормальних умов (н.у.) у літрах необхідно для нейтралізації розчину, що містить 280 г калій гідроксиду?
13. Під час повного згорання в хлорі деякого металу, який за даних умов утворює тризарядний катіон, було витрачено $6,72 \text{ дм}^3$ (н.у.) хлору і утворилось 32,47 г хлориду. Про який метал йде мова? Які ступені окиснення може мати цей метал у своїх сполуках?
14. Речовина А – середня сіль сильної галогеновмісної кислоти. Вона широко використовується в піротехніці й забарвлює полум'я в фіолетовий колір. Термічний розклад солі А в присутності каталізатора є одним із лабораторних методів одержання кисню. Якщо зволожену суміш солі А та кристалогідрату щавлевої кислоти $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$, взятих у мольному співвідношенні 2 : 1, нагріти до $60^\circ C$, то утворюється газова суміш Х. Які гази входять до складу газової суміші Х? Наведіть рівняння відповідних реакцій.
15. До розчину, що містить кальцій нітрат масою 41 г, додали розчин, що містить 26,5 г натрій карбонату. Обчисліть масу осаду.
16. Під час згорання 5,4 г тривалентного металу (н.у.) утворилось 10,2 г оксиду. Що це за елемент? Знайдіть його атомну масу.
17. Обчисліть масові частки елементів у глюкозі $C_6H_{12}O_6$.
18. Формула мідного колчедану $CuFeS_2$. Обчисліть масу міді, яку можна добути з 500 кг цієї руди.

19. Виведіть найпростішу формулу речовини, якщо до її складу входять елементи з масовими частками: 70% Феруму та 30% Оксигену.
20. Виведіть найпростішу формулу речовини, якщо до її складу входять елементи з масовими частками 36,84% Нітрогену та 63,16% Оксигену.
21. Виведіть найпростішу формулу речовини, якщо до її складу входять елементи з масовими частками: 5,88% Гідрогену та 94,12% Оксигену.
22. Виведіть найпростішу формулу речовини, якщо до її складу входять елементи з масовими частками: 2,44% Гідрогену, 39,02% Сульфур та 58,54% Оксигену.
23. Виведіть найпростішу формулу речовини, якщо до її складу входять елементи з масовими частками: 40% Кальцію, 12% Карбону та 48% Оксигену.
24. Виведіть найпростішу формулу речовини, якщо до її складу входять елементи з масовими частками: 2,25% Гідрогену, 34,83% Фосфору та 62,92% Оксигену.
25. Виведіть найпростішу формулу речовини, якщо до її складу входять елементи з масовими частками: 4,35% Гідрогену, 26,09% Карбону та 69,56% Оксигену.
26. Виведіть найпростішу формулу речовини, якщо до її складу входять елементи з масовими частками: 6,67% Гідрогену, 40% Карбону та 53,33% Оксигену.
27. Вкажіть відносну молекулярну масу солі, яка утворилась при взаємодії розчинів, що містять 0,1 моль КОН та 0,1 моль H_2SO_4 .
28. Вкажіть відносну молекулярну масу солі, яка утворилась при взаємодії розчинів, що містять по 0,2 моль $\text{Ca}(\text{OH})_2$ та HCl .
29. При взаємодії калію з водою виділилось 5,6 дм^3 водню (н.у.). Скільки грамів калію прореагувало?
30. Визначте масу осаду, який утворився при взаємодії розчинів, що містять відповідно 0,2 моль BaCl_2 та 0,4 моль Na_2SO_4 .
31. Оксид металу має формулу M_2O , а масова частка металу в ньому складає 25,8%. Що це за метал? Знайдіть його атомну масу.
32. Назвіть такі сполуки за номенклатурою неорганічних речовин: K_2O , MnO_2 , BaO , MnO , CrO_3 , V_2O_5 .
33. Вкажіть хімічний характер наведених оксидів: CuO , SnO , Cl_2O , Cl_2O_7 , Mn_2O_7 , Na_2O , CO , CO_2 .
34. Напишіть рівняння реакції, що підтверджують амфотерний характер таких сполук: ZnO , Al_2O_3 , $\text{Sn}(\text{OH})_2$, $\text{Cr}(\text{OH})_3$.
35. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити такі перетворення: $\text{Ba} \rightarrow \text{BaO} \rightarrow \text{BaCl}_2 \rightarrow \text{Ba}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{BaSO}_4$.
36. Напишіть рівняння реакцій, за допомогою яких можна здійснити такі перетворення: $\text{Mg} \rightarrow \text{MgSO}_4 \rightarrow \text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{MgO} \rightarrow \text{MgCl}_2$.
37. З якими із речовин буде реагувати хлоридна кислота: N_2O_5 , $\text{Zn}(\text{OH})_2$, CaO , AgNO_3 , H_3PO_4 , H_2SO_4 ? Запишіть рівняння відповідних реакцій.
38. Які з наведених речовин реагують з натрій гідроксидом: HNO_3 , CaO , CO_2 , CuSO_4 , $\text{Cd}(\text{OH})_2$, P_2O_5 ? Запишіть рівняння відповідних реакцій.
39. Зовнішній електронний рівень має конфігурацію $3s^2 3p^4$. Вкажіть протонне число цього елемента.
40. Скільки протонів містить елемент, зовнішній електронний рівень якого має конфігурацію $2s^2 2p^1$.

41. Які значення приймає орбітальне квантове число для третього енергетичного рівня?
42. Атоми якого елемента мають електронну конфігурацію зовнішнього шару: $3s^2 3p^4$?
43. Напишіть електронні формули Натрію і Броду.
44. Напишіть електронні конфігурації атомів Хлору і Скандію.
45. Вкажіть заряд ядра і кількість електронів, протонів, нейтронів в атомах Мангану і Цинку?
46. Запишіть електронні конфігурації атомів Силіцію і Хрому.
47. Назвіть елемент, що належить до р-елементів, знаходиться в III групі, відносна молекулярна маса гідроксиду дорівнює 78.
48. Поясніть, який тип хімічного зв'язку називається йонним, а який ковалентним.
49. Поясніть, який тип хімічного зв'язку у молекулах таких речовин: KCl, H₂O, NH₃, HCl, SiO₂, PbO₂, BaO.
50. Яка сполука має найбільший ступінь йонності зв'язку: NaH, HF, HI, NaF, Na₂S, Al₂S₃?
51. Як змінюється характер хімічного зв'язку в ряду: NaCl, MgCl₂, AlCl₃, SiCl₄, PCl₅, SCl₂, Cl₂?
52. В яких молекулах існує неполярний ковалентний зв'язок: I₂, CO₂, K₂O, H₂O, O₂?
53. Як змінюється полярність зв'язків в ряду молекул: H₂O - H₂S - H₂Se - H₂Te.
54. Який тип хімічного зв'язку в молекулах Cl₂ і HCl? Запишіть схему утворення зв'язку в цих молекулах.
55. В чому суть ковалентного полярного зв'язку? В яких молекулах існують полярні ковалентні зв'язки? KBr, HBr, Br₂, PBr₃, CsBr?
56. Як змінюється полярність зв'язків в ряду молекул: PH₃- H₂S- HCl?
57. В яких молекулах існує неполярний ковалентний зв'язок: HCl, NaF, CaO, Br₂?
58. Як змінюється полярність зв'язку в ряду молекул: SbH₃-AsH₃-PH₃-NH₃?
59. Як треба змінити температуру, щоб швидкість реакції зросла в 64 рази, температурний коефіцієнт якої дорівнює 4?
60. Розрахуйте пожежну небезпеку суміші речовин, етиленгліколю з пероксидом водню. $C_2H_6O_2 + 5H_2O_2 = 2CO_2 + 8H_2O$. Стандартні енергії Гіббса: $\Delta G_{298}(C_2H_6O_2) = -454,5$ кДж/моль, $\Delta G_{298}(H_2O_2) = -120,4$ кДж/моль, $\Delta G_{298}(CO_2) = -394,6$ кДж/моль, $\Delta G_{298}(H_2O) = -228,1$ кДж/моль.
61. Розрахуйте пожежну небезпеку суміші речовин, оксиду хрому (VI) з горючою речовиною ацетоном. Реакція проходить за рівнянням: $16CrO_3 + 3C_3H_6O = 8Cr_2O_3 + 9CO_2 + 9H_2O$. Стандартні енергії Гіббса: $\Delta G_{298}(CrO_3) = -513,8$ кДж/моль, $\Delta G_{298}(Cr_2O_3) = -1059$ кДж/моль, $\Delta G_{298}(C_3H_6O) = -155,5$ кДж/моль, $\Delta G_{298}(CO_2) = -394,6$ кДж/моль, $\Delta G_{298}(H_2O) = -273,4$ кДж/моль.

62. Розрахуйте пожежну небезпеку розкладу твердого окисника калію перманганату. Реакція проходить за схемою:



Стандартні енергії Гіббса:
 $\Delta G_{298}(\text{KMnO}_4) = -729,6$ кДж/моль, $\Delta G_{298}(\text{K}_2\text{MnO}_4) = -1169,2$ кДж/моль,
 $\Delta G_{298}(\text{MnO}_2) = -467$ кДж/моль.

63. Під час згорання 6,5 г цинку виділилось теплоти кількістю 34,8 кДж. Складіть термохімічне рівняння цієї реакції. Чому дорівнює об'єм повітря, необхідний для перебігу даної реакції?

64. Під час взаємодії 18 г алюмінію з киснем виділилось 547 кДж теплоти. Складіть термохімічне рівняння цієї реакції. Чому дорівнює об'єм повітря, необхідний для перебігу даної реакції?

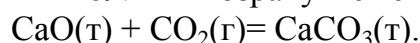
65. Під час згорання сірки одержали 32г сульфур (VI) оксиду, під час реакції виділилось 46,3 кДж теплоти. Складіть термохімічне рівняння цієї реакції. Чому дорівнює об'єм повітря, необхідний для перебігу даної реакції?

66. Під час згорання 6,08 г магнію виділилось 152,5 кДж теплоти. Складіть термохімічне рівняння реакції. Чому дорівнює об'єм повітря, необхідний для перебігу даної реакції?

67. Яка кількість теплоти виділиться під час розкладання 1кг вапняку?

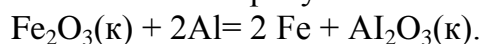
68. Яка кількість теплоти виділиться під час згорання 32 г Фосфору?

69. Розрахуйте тепловий ефект хімічної реакції:

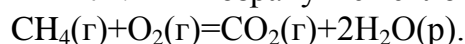


70. Розрахуйте тепловий ефект хімічної реакції: $\text{NH}_3(г) + \text{HCl}(г) = \text{NH}_4\text{Cl}(т)$.

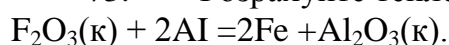
71. Розрахуйте тепловий ефект хімічної реакції:



72. Розрахуйте тепловий ефект хімічної реакції:



73. Розрахуйте тепловий ефект хімічної реакції:



74. Знайдіть значення константи швидкості реакції $A+B=AB$, якщо за концентрацій речовини А і В, які дорівнюють відповідно 0,05 моль/дм³ і 0,01 моль/дм³, швидкість реакції дорівнює $5 \cdot 10^{-5}$ моль/(л·хв).

75. У скільки разів зміниться швидкість реакції $2A+B=A_2B$, якщо концентрацію речовини А збільшити в два рази, а концентрацію речовини В зменшити в три рази?

76. Чому дорівнює температурний коефіцієнт швидкості реакції, за умови збільшення температури на 20⁰ швидкість реакції зростає в 16 разів?

77. Дві реакції відбуваються за температури 25⁰С з однаковою швидкістю. Температурний коефіцієнт швидкості першої реакції дорівнює 2, а другої 2,5. Знайти співвідношення швидкостей цих реакцій за $t = 95^0\text{C}$.

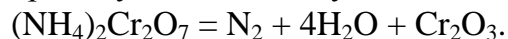
78. Як зміниться швидкість реакції $4\text{NH}_3 + 5\text{O}_2 = 4\text{NO} + 6\text{H}_2\text{O}$, якщо підвищити концентрацію кисню в 2 рази?

79. Визначте як зміниться швидкість реакції, яка відбувається в газовій фазі, якщо температуру підвищити на 40⁰С. Температурний коефіцієнт дорівнює 3.

80. Як зміниться швидкість реакції $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$, якщо концентрацію водню знизити в 2 рази, а кисню підвищити в 3 рази?

81. У скільки разів збільшиться швидкість реакції, якщо температуру збільшити з 50°C до 90°C ? Температурний коефіцієнт дорівнює 2,5.
82. Розрахуйте яка кількість теплоти виділиться під час згорання 13 г ацетилену?
83. Як зміниться швидкість реакції $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 = 2\text{SO}_3$, якщо знизити тиск в системі в 2 рази?
84. У скільки разів збільшиться швидкість реакції, якщо температуру збільшити із 20°C до 60°C ? Температурний коефіцієнт дорівнює 3.
85. Яка кількість теплоти виділиться під час згорання метану об'ємом 336 дм^3 ?
86. Яка кількість теплоти виділиться під час згорання метану об'ємом 46 дм^3 ?
87. Як зміниться швидкість реакції $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 = 2\text{NH}_3$, якщо зменшити об'єм системи в 3 рази?
88. Визначте як зміниться швидкість реакції, якщо температуру зменшили на 50°C ? Температурний коефіцієнт дорівнює 2.
89. Яка кількість теплоти виділиться під час згорання $1,12 \text{ дм}^3$ ацетилену?
90. У скільки разів зміниться швидкість прямої реакції $2\text{A} + \text{B} = \text{C}$, якщо концентрацію речовини А збільшити в 2 рази, а концентрацію речовини В зменшити в 2 рази.
91. Визначте, яка кількість теплоти виділиться під час відновлення Fe_2O_3 металічним алюмінієм, якщо в результаті реакції отримано 335,1 г заліза.
92. Визначте тепловий ефект реакції $\text{CaO}_{(\text{к})} + \text{SiO}_{2(\text{к})} = \text{CaSiO}_3$. Вкажіть яка це реакція.
93. У скільки разів збільшиться швидкість реакції, якщо температуру збільшити з 50 до 90°C ? Температурний коефіцієнт реакції γ дорівнює 2.
94. Як зміниться швидкість хімічної реакції $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$, яка відбувається в закритому середовищі, якщо тиск системи збільшити в 4 рази.
95. Газова суміш складається з водню і хлору. Реакція відбувається за рівняннями $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightleftharpoons 2\text{HCl}$. Як зміниться швидкість реакції, якщо тиск системи збільшити в три рази?
96. Визначте швидкість прямої реакції $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightleftharpoons 2\text{HI}$, якщо концентрації вихідних речовин складають: $c(\text{H}_2) = 0,4 \text{ моль/дм}^3$; $c(\text{I}_2) = 0,5 \text{ моль/дм}^3$.
97. У скільки разів збільшиться швидкість хімічної реакції якщо температуру підвищити з 200°C до 300°C , температурний коефіцієнт дорівнює 2?
98. Визначте швидкість зворотної реакції $\text{PCl}_5 \rightleftharpoons \text{PCl}_3 + \text{Cl}_2$, якщо концентрації реагуючих речовин складають: $c(\text{PCl}_3) = 0,06 \text{ моль/дм}^3$; $c(\text{Cl}_2) = 0,08 \text{ моль/дм}^3$.
99. Реакція між двома речовинами в газовій фазі відбувається за рівнянням $\text{A}_2 + 2\text{B} = 2\text{AB}$. Як зміниться швидкість цієї реакції під час збільшення тиску в 6 разів?
100. Термохімічне рівняння реакції горіння етилену: $\text{C}_2\text{H}_4 + 3\text{O}_2 = 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} - 1400 \text{ кДж}$. Яка кількість теплоти виділиться, якщо буде використано 336 дм^3 кисню?
101. Розрахуйте пожежну небезпеку суміші речовин сульфатної кислоти та калій хлорату KClO_3 . Реакція відбувається за рівнянням: $2\text{H}_2\text{SO}_4(\text{р.}) + 3\text{KClO}_3(\text{к.}) = 2\text{KHSO}_4(\text{к.}) + \text{KClO}_4(\text{к.}) + 2\text{ClO}_2(\text{г.}) + \text{H}_2\text{O}(\text{г.})$.

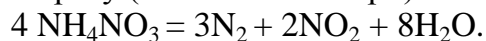
102. Розрахуйте пожежну небезпеку термічного розкладу діамоній хромату. Реакція відбувається за рівнянням:



103. Розрахуйте пожежну небезпеку суміші калій перманганату з багатоатомними спиртом гліцерином. Реакція відбувається за рівнянням:
 $14\text{KMnO}_4 + 5\text{C}_3\text{H}_5(\text{OH})_3 = 14\text{MnO} + 14\text{KOH} + 15\text{CO}_2 + 13\text{H}_2\text{O}.$

104. Розрахуйте пожежну небезпеку суміші калій перманганату з багатоатомними спиртом етиленгліколем ($\text{C}_2\text{H}_4(\text{OH})_2$).

105. Розрахуйте пожежну небезпеку розкладу, під час детонації, амоній нітрату (амонійної селітри). Реакція відбувається за рівнянням:



106. Розрахуйте пожежну небезпеку розкладу тринітротолуолу під час детонації. Реакція відбувається за рівнянням:



107. Розрахуйте пожежну небезпеку розкладу бертолетової солі.

108. В якому випадку в умовах пожежі під час горіння бутану виділиться тепла більше: за умов повного чи за умов неповного згорання?

109. Розрахуйте теплоту утворення метану, якщо під час згорання 10 г CH_4 за стандартних умов виділилося 556,462кДж тепла.

110. Визначте, як зміниться швидкість реакції горіння метану, якщо тиск у системі збільшити в два рази.

111. Визначте, як зміниться швидкість реакції $\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$, якщо тиск у системі збільшити в 10 разів.

112. Як зміниться швидкість хімічної реакції у вогнегаснику, якщо концентрація сульфатної кислоти і натрій карбонату зменшилась в 2 рази? Відповідь обґрунтуйте розрахунками.

113. Як зміниться швидкість реакції горіння кисне-пропанової суміші, якщо вміст пропану в цій суміші збільшити в 2,5 раз?

114. Визначте стехіометричну концентрацію парів бутилового спирту в повітрі (у об'ємних відсотках).

115. Визначте стехіометричну концентрацію парів етилового спирту за температури 20°C і тиску 760 мм рт. ст.

116. Визначте стехіометричну концентрацію парів ацетону в повітрі за температури 15°C і тиску 740 мм рт. ст.

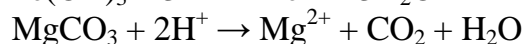
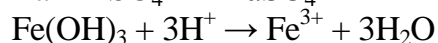
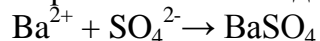
117. Визначте стехіометричну концентрацію парів метилового спирту в повітрі за температури 25°C і тиску 750 мм рт. ст.

118. Визначте стехіометричну концентрацію парів ацетилену в повітрі за температури 55°C і тиску 750 мм рт. ст.

119. Визначте стехіометричну концентрацію парів хлороформу в повітрі за температури 35°C і тиску 760 мм рт. ст.

120. Визначте стехіометричну концентрацію парів чотирьохлористого вуглецю в повітрі за температури 28°C і тиску 760 мм рт. ст.

121. Складіть молекулярні рівняння реакцій між речовинами, які у водних розчинах взаємодіють за такими схемами:



122. Що таке розчини? Що таке концентрація розчину? Які ви знаєте способи вираження концентрації?
123. Що таке колоїдні розчини? Використання їх в пожежній справі.
124. Що таке поверхнево-активні речовини? Їх використання в пожежогасінні.
125. Що таке аерозолі? Їх використання в пожежогасінні.
126. (35) Знайдіть масу нітратної кислоти HNO_3 , яка міститься в 200 см^3 розчину з молярною концентрацією $0,1 \text{ моль/дм}^3$.
127. Який об'єм розчину з концентрацією $0,1 \text{ моль/дм}^3$ містить $4,9 \text{ г}$ сульфатної кислоти H_2SO_4 ?
128. Визначте молярну концентрацію, якщо в 400 см^3 розчину міститься $10,5 \text{ г}$ калій гідроксиду KOH .
129. Обчисліть масу наважки калій хлориду KCl , яка потрібна для приготування розчину об'ємом 500 см^3 з молярною концентрацією $0,5 \text{ моль/дм}^3$.
130. Який об'єм розчину сульфатної кислоти з молярною концентрацією 2 моль/дм^3 необхідно взяти для приготування 500 см^3 розчину з молярною концентрацією $0,5 \text{ моль/дм}^3$?
131. Розчинність калій нітрату KNO_3 за температури 60°C 110 г . Яку масу цієї речовини можна розчинити в 300 г води за даної температур?
132. Розчинність амоній хлориду NH_4Cl за температури 90°C 70 г . Яку масу цієї речовини можна розчинити в 500 г води за даних умов?
133. В 40 г води за температури 20°C може розчинитися 112 г калій нітрату KNO_3 . Чому дорівнює розчинність калій нітрату за даної температури?
134. Розчинність калій йодиду KI за температури 10°C 135 г . Яка маса цієї солі може розчинитися за даної температури в 300 г води?
135. Випаровуванням 200 г насиченої пари за температури 100°C водного розчину натрій хлориду одержану $52,64 \text{ г}$ солі. Чому дорівнює розчинність натрій хлориду за даної температури?
136. В 250 г води розчинили 20 г речовини. Визначити масову частку речовини в розчині.
137. Визначте масу солі, яку необхідно розчинити в 10 кг води, щоб приготувати розчин з масовою часткою солі 10% .
138. Визначте масу йоду і масу спирту, які необхідно взяти для приготування 500 г розчину з масовою часткою йоду 5% .
139. Визначте масу натрій сульфату, яка необхідна для приготування 5 дм^3 розчину з масовою часткою речовини $0,08$ ($\rho = 1,075 \text{ кг/дм}^3$).
140. Змішали 20 кг розчину з масовою часткою речовини 8% і 10 кг розчину з масовою часткою речовини 12% . Визначте масову частку розчиненої речовини нового розчину.
141. Знайдіть масу нітратної кислоти HNO_3 , яка міститься в 200 см^3 розчину з молярною концентрацією $0,1 \text{ моль/дм}^3$.
142. Який об'єм розчину з концентрацією $0,1 \text{ моль/дм}^3$ містить $4,9 \text{ г}$ сульфатної кислоти H_2SO_4 ?
143. Визначте молярну концентрацію, якщо в 400 см^3 розчину міститься $10,5 \text{ г}$ калій гідроксиду KOH .
144. Яку масу фосфор (V) оксиду P_2O_5 необхідно взяти для приготування розчину ортофосфатної кислоти H_3PO_4 об'ємом 300 см^3 і молярною концентрацією $0,2 \text{ моль/дм}^3$?

145. Необхідно приготувати 250 см^3 розчину цинк хлориду ZnCl_2 з молярною концентрацією $0,1 \text{ моль/дм}^3$. Яку масу наважки цинк хлориду необхідно взяти для приготування даного розчину?

146. Яку масу натрій карбонату містить розчин об'ємом 250 см^3 з молярною концентрацією $0,2 \text{ моль/дм}^3$?

147. В якому об'ємі розчину з молярною концентрацією $0,1 \text{ моль/дм}^3$ міститься 8 г купрум (II) сульфату CuSO_4 ?

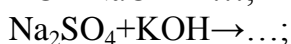
148. Розчин об'ємом 250 см^3 містить алюміній сульфат $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ масою $7,5 \text{ г}$. Чому дорівнює молярна концентрація цього розчину?

149. Який об'єм розчину сульфатної кислоти з молярною концентрацією 2 моль/дм^3 необхідно взяти для приготування 500 см^3 розчину з молярною концентрацією $0,5 \text{ моль/дм}^3$.

150. Розчин ацетатної кислоти містить гідроген-йони масою $0,052 \text{ г}$ і $3,948 \text{ моль}$ недисоційованих молекул CH_3COOH . Знайдіть ступінь дисоціації цього електроліту.

151. Розчин ортофосфатної кислоти містить гідроген-йони масою $1,62 \text{ г}$ і $4,38 \text{ моль}$ недисоційованих молекул H_3PO_4 . Знайдіть ступінь дисоціації цього електроліту?

152. Записати йонно-молекулярні рівняння можливих реакцій:



153. До водного розчину суміші солей AgNO_3 , Na_2S , MgSO_4 додали надлишок хлоридної кислоти. Напишіть йонно-молекулярні рівняння можливих реакцій.

154. Які з нижче вказаних солей гідролізують: NaCN , KNO_3 , NaNO_2 , CaCl_2 , KBr , Na_2CO_3 ? Для кожної із солей, яка гідролізує, напишіть постадійне молекулярне і йонно-молекулярне рівняння гідролізу. Вкажіть реакцію водного розчину солі (рН розчину).

155. Які солі можна одержати, маючи такі сполуки: ZnSO_4 , AgNO_3 , Na_2CO_3 , BaCl_2 , K_3PO_4 ?

156. За допомогою яких реакцій можна здійснити ланцюжок перетворень: $\text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \rightarrow \text{Na}[\text{Al}(\text{OH})_4]$.

157. За допомогою яких реакцій можна здійснити такі перетворення: $\text{Zn} \rightarrow \text{ZnO} \rightarrow \text{Zn}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Zn}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{ZnO}_2$.

158. Визначте масу мідного купоросу та 2% розчину купрум (II) сульфату, необхідних для виготовлення 620 г 6% розчину купрум (II) сульфату.

159. Визначте масу сульфур (VI) оксиду, який треба розчинити в 300 г води, щоб утворився розчин сульфатної кислоти з масовою часткою розчиненої речовини 49% .

160. В розчині калію гідроксиду масою 400 г з масовою часткою KOH 10% розчинили 20 г калій гідроксиду. Обчисліть масову частку лугу в утвореному розчині.

161. Скільки грамів залізного купоросу $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ і води необхідно для приготування 400 г розчину з масовою часткою ферум (II) сульфату 7% ?

162. Визначте маси 10% та 90% розчинів оцтової кислоти, необхідних для приготування 160 г 30% її розчину.

163. Визначте масову частку ферум (II) сульфату у розчині, одержаному розчиненням 83,4 г залізного купоросу $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ в 516,6 г води.

164. Який об'єм формальдегіду (н. у.) треба розчинити у воді, щоб отримати 1 л формаліну (40 % розчин формальдегіду, $\rho = 1,11 \text{ г/см}^3$)?

165. Яку масу кристалогідрату $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ необхідно додати до 100 см^3 8 % розчину натрію сульфату ($\rho = 1,07 \text{ г/см}^3$), щоб масова частка розчиненої речовини збільшилась вдвічі?

166. В яких об'ємних співвідношеннях треба змішати 40% розчину сульфатної кислоти ($\rho = 1,32 \text{ г/см}^3$) з 5% розчином цієї кислоти, щоб одержати 600 см^3 25% розчину ($\rho = 1,24 \text{ г/см}^3$).

167. Який об'єм концентрованої сульфатної кислоти потрібно взяти для приготування 250 см^3 розчину H_2SO_4 з нормальною концентрацією $0,4 \text{ моль/дм}^3$, використовуючи, як вихідну речовину концентровану сульфатну кислоту з концентрацією 96%, яка має густину $\rho = 1,84 \text{ г/см}^3$?

168. Визначте масу 50% розчину сульфатної кислоти, що утвориться за умови спалювання 180 кг піриту, що містить 80% ферум дисульфід.

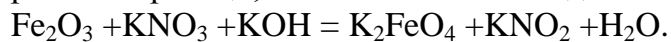
169. Закінчіть рівняння реакцій, запишіть його в молекулярному, повному та скороченому йонно-молекулярному вигляді:

а) купрум (II) хлорид + калію гідроксид $\rightarrow \dots$;

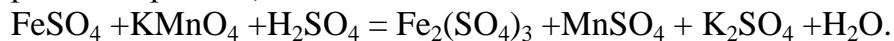
б) купрум (II) нітрат + гідроген сульфід $\rightarrow \dots$;

в) натрій карбонат + сульфатна кислота $\rightarrow \dots$;

170. Методом електронного балансу підберіть коефіцієнти та урівняйте рівняння реакції, вкажіть окисник і відновник:



171. Методом електронного балансу підберіть коефіцієнти та урівняйте рівняння реакції, вкажіть окисник і відновник:



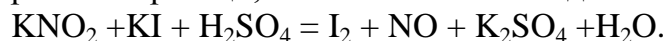
172. Методом електронного балансу підберіть коефіцієнти та урівняйте рівняння реакції, вкажіть окисник і відновник:



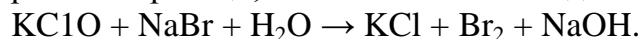
173. Методом електронного балансу підберіть коефіцієнти та урівняйте рівняння реакції, вкажіть окисник і відновник:



174. Методом електронного балансу підберіть коефіцієнти та урівняйте рівняння реакції, вкажіть окисник і відновник:



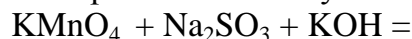
175. Методом електронного балансу підберіть коефіцієнти та урівняйте рівняння реакції, вкажіть окисник і відновник:



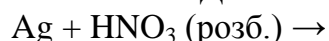
176. Методом електронного балансу підберіть коефіцієнти та урівняйте рівняння реакції, вкажіть окисник і відновник:



177. Дописати рівняння реакції і підібрати коефіцієнти методом електронного балансу:



178. Дописати рівняння реакції і підібрати коефіцієнти:



179. Дописати рівняння реакції і підібрати коефіцієнти:
 $\text{H}_2\text{S} + \text{KMnO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 =$
180. Методом електронного балансу підберіть коефіцієнти та урівняйте рівняння реакції, вкажіть окисник і відновник:
 $\text{Cu} + \text{HNO}_3 \text{ (розб.)} \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$.
181. Методом електронного балансу підберіть коефіцієнти та урівняйте рівняння реакції, вкажіть окисник і відновник:
 $\text{Cu}_2\text{S} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$.
182. Методом електронного балансу підберіть коефіцієнти та урівняйте рівняння реакції, вкажіть окисник і відновник:
 $\text{KMnO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2$.
183. Методом електронного балансу підберіть коефіцієнти та урівняйте рівняння реакції, вкажіть окисник і відновник: $\text{KClO}_3 \rightarrow \text{KCl} + \text{O}_2$.
184. Методом електронного балансу підберіть коефіцієнти та урівняйте рівняння реакції, вкажіть окисник і відновник:
 $\text{SnCl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SnO}_3 + \text{Sn} + \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$.
185. Методом електронного балансу підберіть коефіцієнти та урівняйте рівняння реакції, вкажіть окисник і відновник:
 $\text{K}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{K}_2\text{S}$.
186. Методом електронного балансу підберіть коефіцієнти та урівняйте рівняння реакції, вкажіть окисник і відновник:
 $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{CuO} + \text{NO}_2 + \text{O}_2$
187. Методом електронного балансу підберіть коефіцієнти та урівняйте рівняння реакції, вкажіть окисник і відновник:
 $\text{Cl}_2 + \text{KOH} \rightarrow \text{KCl} + \text{KClO} + \text{H}_2\text{O}$.
188. Що таке стандартний електродний потенціал?
189. Як називаються електроди в хімічних джерелах струму?
190. Що таке електроліз?
191. Які метали не можна добути шляхом катодного відновлення водних розчинів?
192. Що таке хімічні джерела струму?
193. Які ви знаєте хімічні джерела струму? На чому ґрунтується їх робота?
194. Методом електронного балансу підберіть коефіцієнти та урівняйте рівняння реакції, вкажіть окисник і відновник:
 $\text{KMnO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{MnSO}_4 + \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$
195. Методом електронного балансу підберіть коефіцієнти та урівняйте рівняння реакції, вкажіть окисник і відновник:
 $\text{CH}_3\text{OH} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$.
196. Методом електронного балансу підберіть коефіцієнти та урівняйте рівняння реакції, вкажіть окисник і відновник: $\text{H}_2\text{S} + \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{HCl}$.
197. Методом електронного балансу підберіть коефіцієнти та урівняйте рівняння реакції, вкажіть окисник і відновник: $\text{HCl} + \text{CrO}_3 \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{CrCl}_3 + \text{H}_2\text{O}$.
198. Методом електронного балансу підберіть коефіцієнти та урівняйте рівняння реакції, вкажіть окисник і відновник: $\text{NaCrO}_2 + \text{Br}_2 + \text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{CrO}_4 + \text{NaBr} + \text{H}_2\text{O}$.

199. Методом електронного балансу підберіть коефіцієнти та урівняйте рівняння реакції, вкажіть окисник і відновник: $K_2Cr_2O_7 + HCl \rightarrow Cl_2 + CrCl_3 + KCl + H_2O$.

200. Методом електронного балансу підберіть коефіцієнти та урівняйте рівняння реакції, вкажіть окисник і відновник: $P + HIO_3 + H_2O \rightarrow H_3PO_4 + HI$.

201. Методом електронного балансу підберіть коефіцієнти та урівняйте рівняння реакції, вкажіть окисник і відновник: $Cd + KMnO_4 + H_2SO_4 \rightarrow CdSO_4 + MnSO_4 + K_2SO_4 + H_2O$.

202. Методом електронного балансу підберіть коефіцієнти та урівняйте рівняння реакції, вкажіть окисник і відновник: $FeS + HNO_3 \rightarrow Fe(NO_3)_2 + S + NO + H_2O$.

203. Методом електронного балансу підберіть коефіцієнти та урівняйте рівняння реакції, вкажіть окисник і відновник: $Au + HNO_3 + HCl \rightarrow AuCl_3 + NO + H_2O$.

204. Який метал може служити хімічним протектором під час захисту Феруму від корозії у вологому повітрі? Складіть рівняння анодного і катодного процесів.

205. В контакті з яким металом (Купрум, Алюміній) Ферум буде кородувати у вологому середовищі? Складіть рівняння анодного і катодного процесів?

206. Одну залізну пластинку покрили Станумом, а іншу Плюмбумом. В якому випадку Ферум у вологому середовищі буде кородувати швидше під час пошкодження покриття? Складіть рівняння анодного і катодного процесів. Назвіть продукт корозії.

207. Сірку добувають термічним розкладенням мінералу піриту: $FeS_2 \rightarrow FeS + S$ з наступною її відгонкою від сульфідів заліза. Розрахуйте маси продуктів реакції розкладання 0,6 т піриту.

208. Яку масу меркурій (II) оксиду потрібно взяти, щоб добути 2,5 моль кисню за реакцією $HgO = Hg + O_2$.

209. Визначте об'єм кисню, який витрачено на взаємодію з Магнієм, за реакцією $Mg + O_2 = MgO$, для одержання 16 г магній оксиду?

210. Яка кількість кисню необхідна для реакції $P + O_2 = P_2O_5$ з 93 г Фосфору?

211. Яку масу кальцій карбиду можна одержати із 14 кг кальцій оксиду за реакцією $CaO + C = CaC_2 + CO$.

212. Який об'єм кисню, необхідний для реакції $Al + O_2 = Al_2O_3$, з 5,4 г Алюмінію.

213. Яка маса Магнію прореагувала з хлоридною кислотою, якщо в результаті реакції виділилося 5,6 дм³ водню за нормальних умов.

214. Який об'єм водню (нормальні умови) виділиться під час взаємодії 4,8 г Натрію з водою?

215. Який об'єм кисню необхідно для реакції з 4,8 г Карбону?

216. Які метали відносяться до лужних, лужноземельних? Які існують методи добування металів?

217. Для гасіння яких металів не можна використовувати воду? Які фактори впливають на горіння металів? В контакті з яким металом горить вода?

218. Сірководень утворюється внаслідок гниття органічних решток, особливо багато його утворюється під час гниття яєчного білка. Встановіть формулу сірководню, коли відомо, що масові частки водню і сульфуру відповідно становлять 5,88 % і 94,12 %.

219. Яка маса фосфор (V) оксиду утвориться у процесі згорання 3,1 г Фосфору.
220. Скільки молів становить $2,8 \text{ дм}^3$ вуглекислого газу?
221. Відносна густина за воднем суміші карбон (II) оксиду й карбон (IV) оксиду дорівнює 18,8. Обчисліть масові та об'ємні частки газів у суміші.
222. З амоніаку масою 1000 кг одержали розчин нітратної кислоти масою 4611,76 кг з масовою часткою розчиненої речовини 70%. Визначте масову частку виходу нітратної кислоти від теоретично можливого.
223. Водень вступив у реакцію з газоподібною простою речовиною XZ. При цьому утворився газ Y. Речовина Y прореагувала з киснем повітря за наявності платинового каталізатора. У результаті добули NO об'ємом 179,2 л (н.у.). Назвіть речовину X і визначте яка маса її вступила в реакцію.
224. Який об'єм газоподібних продуктів утвориться під час згорання суміші Сульфур і Карбону масою 5 г, якщо відомо, що об'єм утвореного сульфур (IV) оксиду дорівнює 2,24 л (н.у.)?
225. Який об'єм водню й кисню необхідно взяти для приготування 1 м^3 суміші (н.у.), якщо її відносна густина за воднем дорівнює 8,5?
226. За нормальних умов суміш азоту і вуглекислого газу об'ємом $4,48 \text{ дм}^3$ має масу 8 г. Визначте масові частки цих газів у суміші.
227. Яку масу розчину ортофосфатної кислоти з масовою часткою розчиненої речовини 65 % можна одержати з кальцій фосфату масою 10 т, якщо масова частка практичного виходу складає 92 % ?
228. Який склад має повітря? Яка складова частина повітря підтримує горіння?
229. Що таке карбіди металів? Як вони реагують з водою?
230. Які сполуки входять до складу вогнегасних порошків?
231. Під час термічного розкладу газу X, який має специфічний запах, утворилася проста речовина Y, яка згорає на повітрі блакитним полум'ям, в результаті чого утворюється газ Z об'ємом 8 л (н.у.). Назвіть речовини X, Y, Z та визначте об'єм взятого для реакції газу X.
232. Участь неметалів в процесі горіння. Хімічні властивості Карбону.
233. Що таке гідриди металів? Чи можна для їхнього гасіння використовувати воду? Відповідь обґрунтувати рівняннями реакцій.
234. Хімічні властивості Нітрогену. Хімічні властивості Фосфору
235. Хімічні властивості Сульфур. Хімічні властивості галогенів.
236. Які типи хімічних зв'язків існують в органічних сполуках? Що таке вільні радикали?
237. Алкени, алкіни та їх хімічні властивості. Особливості горіння. Що таке гомологи? Що таке гомологічний ряд?
238. Які основні положення включає теорія будови органічних сполук? Алкани, галогенопохідні насичених вуглеводнів їх використання в пожежній справі.
239. Оксигеновмісні сполуки. Особливості будови. Хімічні властивості.
240. Які продукти утворюються за умови горіння вуглеводнів?
241. Які реакції характерні: а) для насичених вуглеводнів; б) ненасичених вуглеводнів?
242. Які ізомери можуть утворюватися за умови бромовання 2-метилбутану?

243. З наведених сполук виберіть гомологи: CH_4 , C_4H_8 , C_2H_6 , C_7H_8 , C_8H_{18} , C_2H_4 .
244. Яке застосування в пожежегасінні мають галогенопохідні вуглеводнів?
245. Що таке ароматичні вуглеводні? Які вони мають особливості електронної будови та властивостей?
246. Охарактеризуйте продукти горіння пластмас.
247. Антипірени, їх роль в процесі горіння.
248. Вказати до якого класу сполук відноситься 2,2,4-триметилпентан. Навести структурну формулу.
249. Вказати до якого класу сполук відноситься 3-хлор-1-бутен. Навести його структурну формулу.
250. Вказати до якого класу сполук відноситься 3-метилгептанова кислота. Навести її структурну формулу.
251. Вказати до якого класу сполук відноситься бутилацетат. Навести структурну формулу.
252. Вказати до якого класу сполук відноситься 4-етил-2-октанон. Навести структурну формулу.
253. Пояснити різницю між поліетиленом і поліетилентерефталатом. Написати рівняння отримання їх з мономерів.
254. Пояснити різницю між каучуком, гумою та ебонітом. Написати рівняння вулканізації бутадієнового каучуку сіркою.
255. Під час згорання 0,29 г газоподібного вуглеводню отримали 448 см³ карбон (IV) оксиду та 0,45 г води. Відносна густина цього вуглеводню за воднем дорівнює 29. Знайдіть молекулярну формулу вуглеводню та вкажіть сумарне число атомів у ньому.
256. Під час згорання 6,4 г невідомої речовини утворилося 4,48 дм³ вуглекислого газу та 7,2 г парів води. Густина пари цієї речовини за метаном дорівнює 2. Знайдіть її молекулярну формулу.
257. Під час згорання 1 л газоподібного вуглеводню, який знебарвлює розчин калій перманганату, використовується 4,5 л кисню, при цьому утворюється 3 л вуглекислого газу. Складіть структурну формулу цього вуглеводню.
258. Під час згорання 0,93 г органічної речовини виділилось 0,672 л карбон (IV) оксиду, 1,35 г води і азот за нормальних умов. Відносна густина речовини за воднем дорівнює 15,5. Виведіть її молекулярну формулу.
259. Під час згорання вуглеводню масою 4,2 г утворився карбон (IV) оксид масою 13,2 г. Відносна густина пари цієї речовини за воднем дорівнює 42. Знайдіть молекулярну формулу вуглеводню.
260. Під час згорання 29 г органічної речовини утворилось 88 г вуглекислого газу і 45 г води. Відносна густина пари цієї речовини за повітрям дорівнює 2. Встановіть молекулярну формулу речовини.
261. Під час згорання вуглеводню масою 8,8 г утворилось 26,4 г карбон (IV) оксиду, густина речовини за нормальних умов дорівнює 1,96 г/л. Яка молекулярна формула вуглеводню?
262. Під час згорання за нормальних умов 6 г органічної речовини утворилося 4,48 л вуглекислого газу і 3,6 г води. Відносна густина пари цієї речовини за повітрям дорівнює 1,03. Встановіть формулу речовини.

263. Під час згорання 13,44 л органічної речовини утворилось 26,88 л вуглекислого газу і 21,6 г води. Відносна густина пари цієї речовини за воднем дорівнює 30. Встановіть молекулярну формулу речовини.

264. Під час згорання 1 моль вуглеводню утворилось 132 г карбон (IV) оксиду. Густина речовини за нормальних умов дорівнює 1,961 г/л. Яка молекулярна формула вуглеводню?

265. Під час згорання за нормальних умов 112 мл газу утворилось 448 мл карбон (IV) оксиду і 0,45 г води. Густина речовини за воднем 29. Знайдіть молекулярну формулу газу.

266. Під час згорання за нормальних умов 1,84 г органічної речовини утворилось 3,136 л карбон (IV) оксиду і 1,44 г води та 23 г газу, що займає об'єм 5,6 л. Знайдіть молекулярну формулу сполуки.

267. Під час згорання за нормальних умов 1,76 г органічної речовини утворилось 3,52 г карбон (IV) оксиду і 1,44 мл води. Густина парів цієї речовини за повітрям (в однакових умовах) дорівнює 1,52. Виведіть молекулярну формулу органічної речовини.

268. Під час розчинення 20 г суміші міді і купрум (II) оксиду в 200 г 35% нітратної кислоти виділилось 6,72 л нітроген (II) оксиду. Визначіть масові частки міді і купрум (II) оксиду в суміші; масову частку купрум (II) нітрату та нітратної кислоти в отриманому розчині

269. Під час обробки розчином лугу сплаву міді з алюмінієм масою 0,5 г виділилось 0,56 л. водню (н. у.). Визначте масові частки міді і алюмінію в суміші.

270. На суміш магнію і магній карбонату масою 18 г подіяли хлоридною кислотою. При цьому одержали газову суміш об'ємом 7,47 л (н.у.). Після спалювання суміші і конденсації водяної пари об'єм її зменшився до 1,87 л. Визначить масову частку магнію в суміші.

271. За нормальних умов суміш азоту і вуглекислого газу об'ємом 4,48 л має масу 8 г. Визначте масові частки цих газів у суміші.

272. Визначте об'єм повітря, необхідний для повного згорання 4 м³ пропану. Процес горіння відбувався за температури 1400 К і тиску 101,3 кПа.

273. Визначте об'єм повітря, необхідний для повного згорання 3 м³ пропілену. Процес горіння відбувався за температури 1300 К і тиску 101,3 кПа.

274. Визначте об'єм повітря, необхідний для повного згорання 5 м³ етилену. Процес горіння відбувався за температури 1500 К і тиску 101,3 кПа.

275. Визначте об'єм повітря, необхідний для повного згорання 2 м³ ацетилену. Процес горіння відбувався за температури 1100 К і тиску 101,3 кПа.

276. Визначте об'єм повітря, необхідний для повного згорання 6 м³ водню. Процес горіння відбувався за температури 1300 К і тиску 101,3 кПа.

277. Визначте об'єм повітря, необхідний для повного згорання 2 м³ етану. Процес горіння відбувався за температури 1200 К і тиску 101,3 кПа.

278. Визначте об'єм повітря, необхідний для повного згорання 5 м³ бутану. Процес горіння відбувався за температури 1400 К і тиску 101,3 кПа.

279. Визначте об'єм повітря, необхідний для повного згорання 4 м³ етану. Процес горіння відбувався за температури 1200 К і тиску 101,3 кПа.

280. Визначте об'єм повітря, необхідний для повного згорання 5 кг пентану. Процес горіння відбувався за температури 20°C і тиску 760 мм рт. ст.

281. Визначте об'єм повітря, необхідний для повного згорання 7 кг гексану. Процес горіння відбувався за температури 25°C і тиску 750 мм рт. ст.

282. Визначте об'єм повітря, необхідний для повного згорання 9 кг гліцерину. Процес горіння відбувався за температури 33°C і тиску 730 мм рт. ст.
283. Визначте об'єм продуктів реакції в результаті згорання 11 кг ацетону. Процес горіння відбувався за температури 30°C і тиску 720 мм рт. ст.
284. Визначте об'єм повітря, необхідний для повного згорання 13 кг бензолу. Процес горіння відбувався за температури 20°C і тиску 740 мм рт. ст.
285. Визначте об'єм повітря, необхідний для повного згорання в результаті згорання 15 кг толуолу. Процес горіння відбувався за температури 45°C і тиску 770 мм рт. ст.
286. Визначте об'єм повітря, необхідний для повного згорання 17 кг бутанолу. Процес горіння відбувався за температури 30°C і тиску 780 мм рт. ст.
287. Визначте об'єм повітря, необхідний для повного згорання 6 кг пропанолу. Процес горіння відбувався за температури 30°C і тиску 745 мм рт. ст.
288. В сталевій бочці об'ємом 100 л зберігається 50 % оцтова кислота. Швидкість корозії (W) дорівнює 1 мм/рік. Вільний простір бочки складає 10% від об'єму. Обчисліть тиск в бочці, який розвивається під час виділення водню без виходу його з тари, якщо довжина бочки 0,665 м, діаметр 0,48 м, густина сталі 7700 кг/м³.
289. До розчину масою 100 г, що містить 16,1 г цинк сульфату, додали розчин масою 100 г з масовою часткою натрій гідроксиду 10 %. Визначте масу отриманого осаду та масові частки речовин, що залишилися у розчині.
290. Водень вступив у реакцію з газоподібною простою речовиною XZ. Внаслідок цієї реакції утворився газ Y. Речовина Y прореагувала з киснем повітря за наявності платинового каталізатора. У результаті чого було добуто NO об'ємом 179,2 л (н.у.). Назвіть речовину X і визначте яка маса її вступила в реакцію.
291. Визначте температуру в зоні реакції під час взаємодії води з кальцій карбідом масою 1 кг, що містить 19,5% кальцій оксиду. Розмір шматочків кальцій карбїду від 25 до 50 мм. 1 кг технічного кальцій карбїду виділяє 280 л ацетилену за 840 с.

ПРИКЛАДИ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ

Задача 1.

Нижче наведений перелік хімічних термінів: проста речовина, складна речовина, суміш, домішка, розчин, дальтонід, бертолід, метал, неметал, кислота, основа. Об'єднайте терміни за їх змістом у необхідну кількість груп. Виберіть дві з цих груп і запропонуйте визначення всіх термінів, які до них увійшли. Які прості речовини утворюються внаслідок життєдіяльності живих організмів, у тому числі мікроорганізмів? Як ці речовини одержують у промисловості та в лабораторії?

Розв'язання:

1. Можливий варіант групування термінів:

- а) проста речовина, складна речовина, метал, неметал, кислота, основа;
- б) суміш, домішка, розчин;
- в) дальтонід, бертолід.

2. Проста речовина – речовина, яка складається з атомів лише одного хімічного елемента. Складна речовина – речовина, яка складається з атомів декількох хімічних елементів.

Метал – проста речовина з характерними «металічними» фізичними та хімічними властивостями: твердість, блиск, електро- та теплопровідність тощо. Неметал – проста речовина з характерними «неметалічними» фізичними та хімічними властивостями.

Кислота – складна речовина, яка складається з атомів гідрогену та кислотного залишку.

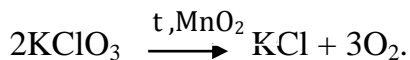
Основа – складна речовина, яка складається з атомів металу та гідроксильних груп.

Суміш складається з двох (або більше) різних речовин. Домішка – речовина, якої в суміші значно менше, ніж основної.

Розчин – гомогенна система, що складається як мінімум з двох компонентів (розчинника і розчиненої речовини).

Дальтонід – сполука сталого складу. Бертолід – сполука змінного складу.

3. Внаслідок фотосинтезу зелені рослини утворюють кисень. Деякі бактерії отримують енергію внаслідок окиснення сірководню (H_2S) до сірки. У промисловості кисень виділяють зрідженням повітря. Отримання кисню в лабораторії: $2\text{KMnO}_4 \xrightarrow{t} \text{K}_2\text{MnO}_4 + \text{MnO}_2 + \text{O}_2$,



Сірка зустрічається в природі у вигляді простої речовини. Отримати її в лабораторії можна так:



Задача 2.

Із 1,35 г двохвалентного металу одержали 3,15 г його нітрату. Обчисліть молярну масу металу.

Дано:	Розв'язання:
$m(\text{M}(\text{NO}_3)_2) = 3,15 \text{ г}$	$\text{M} \rightarrow \text{M}(\text{NO}_3)_2;$
$m(\text{M}) = 1,35 \text{ г}$	$\frac{1,35}{x} = \frac{3,15}{x+124};$
$\text{M}(\text{M}) - ?$	$1,35(x+124) = 3,15x;$
	$x = 93 \text{ г/моль, метал - Nb.}$

Відповідь: $\text{M}(\text{Nb}) = 93 \text{ г/моль.}$

Задача 3.

В 2,48 г оксиду одновалентного металу міститься 1,84 г металу. Чому дорівнює молярна маса металу?

Дано:	Розв'язання:
$m(\text{M}_2\text{O}) = 2,48 \text{ г}$	$2 \text{ M} \longrightarrow \text{M}_2\text{O};$
$m(\text{M}) = 1,84 \text{ г}$	$\frac{1,84}{2x} = \frac{2,48}{2x+16};$
$\text{M}(\text{M}) - ?$	$1,84(2x+16) = 2x \cdot 2,48;$
	$4,96x - 3,68x = 29,44;$
	$x = 23 \text{ г/моль, метал - Na.}$

Відповідь: $\text{M}(\text{Na}) = 23 \text{ г/моль.}$

Задача 4.

Із 3,29 г нітрату одновалентного металу одержали 2,78 г його хлориду. Обчисліть молярну масу металу.

Дано:	Розв'язання:
$m(\text{MNO}_3) = 3,29 \text{ г}$	$\text{MNO}_3 + \text{HCl} = \text{MCl} + \text{HNO}_3;$
$m(\text{MCl}) = 2,78 \text{ г}$	$\frac{3,29}{x+62} = \frac{2,78}{x+35,5};$
$\text{M}(\text{M}) - ?$	$2,78(x+62) = 3,29(x+35,5);$
	$2,78x + 172,36 = 3,29x + 116,795;$
	$x = 108,9.$

Відповідь: $\text{M}(\text{Ag}) = 108,9 \text{ г/моль.}$

Задача 5.

Визначте масові частки елементів Гідрогену, Сульфуру і Оксигену в сульфатній кислоті.

Дано:	Розв'язання:
H_2SO_4	$\omega = \frac{nAr}{Mr} \cdot 100\%$, $Ar(\text{H}) = 1$, $Ar(\text{S}) = 32$, $Ar(\text{O}) = 16$;
$\omega(\text{H})$ -?	$(\text{H}_2\text{SO}_4) = 2 \cdot 1 + 32 + 4 \cdot 16 = 98$;
$\omega(\text{S})$ -?	$\omega(\text{H}) = \frac{2 \cdot 1}{98} \cdot 100\% = 2,04\%$;
$\omega(\text{O})$ -?	$\omega(\text{S}) = \frac{32 \cdot 1}{98} \cdot 100\% = 32,65\%$;
	$\omega(\text{O}) = \frac{16 \cdot 4}{98} \cdot 100\% = 65,31\%$.

Відповідь: масові частки Гідрогену, Сульфуру й Оксигену в сульфатній кислоті дорівнюють відповідно: 2,04%; 32,65% та 65,31%.

Задача 6.

Скільки молекул міститься в 1026 г цукру ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$)?

Дано:	Розв'язання:
$m(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 1026 \text{ г}$	1. Кількість молекул обчислюємо за формулою: $N = n \cdot N_A$.
$N(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11})$ - ?	2. Кількість речовини визначаємо за формулою: $n = \frac{m}{M}$.
	3. Обчислюємо молярну масу цукру: $M(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 12 \cdot 12 + 22 \cdot 1 + 11 \cdot 16 = 342 \text{ г/моль}$.
	4. Обчислюємо кількість речовини цукру: $n(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = \frac{1026}{342} = 3 \text{ моль}$.
	5. Обчислюємо кількість молекул у 1026 г цукру: $N(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 3 \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 18,066 \cdot 10^{23} \text{ молекул}$.
	Відповідь: $N(\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}) = 1,8066 \cdot 10^{24} \text{ молекул}$.

Задача 7.

Який об'єм сульфур (IV) оксиду утвориться під час згорання сірки масою 300 г за нормальних умов?

Дано:	Розв'язання:
$m(\text{S}) = 300 \text{ г}$	$\text{S} + \text{O}_2 = \text{SO}_2$;
$V(\text{SO}_2)$ - ?	$M(\text{S}) = 32 \text{ г/моль}$;
	$V_m(\text{SO}_2) = 22,4 \text{ л/моль}$;
	$V(\text{SO}_2) = \frac{300 \cdot 22,4}{32} = 210 \text{ л}$.
Відповідь:	$V(\text{SO}_2) = 210 \text{ л}$.

Задача 8.

Відносна густина пари речовини за повітрям становить 2. Визначте молярну масу цієї речовини.

Дано:	Розв'язання:
$D_{(\text{пов})}=2$	$D_{(\text{пов})}=2; D = \frac{M}{M(\text{пов})}; M = D_{(\text{пов})} \cdot M_{(\text{пов})}.$
<hr style="border: none; border-top: 1px solid black;"/>	$M_{(\text{пов})} = 29 \text{ г/моль}; M = 2 \cdot 29 \text{ г/моль} = 58 \text{ г/моль}.$
М - ?	Відповідь: молярна маса речовини 58 г/моль.

Задача 9.

Неорганічна речовина складається з Натрію, Сульфуру й Оксигену, масові частки яких відповідно становлять: 29,11 %; 40,51 %; 30,38 %.

Дано:	Розв'язання:
$\omega(\text{Na}) = 29,11 \%$	1. Формулу невідомої речовини запишемо у загальному вигляді $\text{Na}_x\text{S}_y\text{O}_z$, де x, y, z – індекси. 2. Згідно із законом сталості складу речовини співвідношення атомів у молекулі таке саме, як і співвідношення кількостей елементів речовини тобто: $x : y : z = n(\text{Na}) : n(\text{S}) : n(\text{O})$.
$\omega(\text{S}) = 40,51 \%$	
$\omega(\text{O}) = 30,38 \%$	
формула – ?	

3. Розглянемо зразок невідомої речовини масою 100 г, тоді $m(\text{Na}) = 29,11 \text{ г}; m(\text{S}) = 40,51 \text{ г}; m(\text{O}) = 30,38 \text{ г}.$

4. Визначаєм кількість речовини кожного елементу:

$M(\text{Na}) = 23 \text{ г/моль}, M(\text{S}) = 32 \text{ г/моль}, M(\text{O}) = 16 \text{ г/моль}.$

$$n(\text{Na}) = \frac{29,11 \text{ г}}{23 \text{ г/моль}} = 1,27 \text{ моль};$$

$$n(\text{S}) = \frac{40,51 \text{ г}}{32 \text{ г/моль}} = 1,27 \text{ моль};$$

$$n(\text{O}) = \frac{30,38 \text{ г}}{16 \text{ г/моль}} = 1,9 \text{ моль}.$$

Отримали такі співвідношення: $x : y : z = 1 : 1 : 1,5$.

Індекси повинні бути цілими числами, тому це співвідношення збільшуємо в два рази: $x : y : z = 2 : 2 : 3$. Отже формула речовини – $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Відповідь: $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$.

Задача 10.

Скільки молекул міститься в $11,2 \text{ дм}^3$ гідроген сульфіді за нормальних умов?

Дано:	Розв'язання:
$V(\text{H}_2\text{S}) = 11,2 \text{ дм}^3$	$N(\text{H}_2\text{S}) = n(\text{H}_2\text{S}) \cdot N_A;$
<hr style="border: none; border-top: 1px solid black;"/>	$n(\text{H}_2\text{S}) = \frac{V}{V_m};$
N (H ₂ S) - ?	$n(\text{H}_2\text{S}) = 0,5 \text{ моль};$
	$N(\text{H}_2\text{S}) = 0,5 \text{ моль} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1} = 3,01 \cdot 10^{23} \text{ молекул}.$
	Відповідь: кількість молекул – $3,01 \cdot 10^{23}$.

Задача 11.

Визначте густину за воднем газової суміші, що складається з азоту об'ємом 56 дм³ та неону об'ємом 28 дм³. Об'єми газів приведені до нормальних умов.

Дано:	Розв'язання:
$V(\text{N}_2) = 56 \text{ дм}^3$ $V(\text{Ne}) = 28 \text{ дм}^3$ $D(\text{H}_2) = ?$	$D(\text{H}_2) = \frac{M}{M(\text{H}_2)}; D(\text{H}_2) = \frac{M}{2};$ $M = M_1 \cdot n_1 + M_2 \cdot n_2$ або $m = M(\text{N}_2) \cdot n(\text{N}_2) + M(\text{Ne}) \cdot n(\text{Ne});$ $M(\text{N}_2) = 28 \text{ г/моль}; M(\text{Ne}) = 20 \text{ г/моль}.$ $n(\text{N}_2) = \frac{V}{V_m}; n(\text{N}_2) = \frac{56 \text{ дм}^3}{22,4 \text{ дм}^3/\text{моль}} = 2,5 \text{ моль};$ $v(\text{Ne}) = \frac{28 \text{ дм}^3}{22,4 \text{ дм}^3/\text{моль}} = 1,25 \text{ моль};$ $m(\text{N}_2) = 2,5 \text{ моль} \cdot 28 \text{ г/моль} = 70 \text{ г}; m(\text{Ne}) = 1,25 \text{ моль} \cdot 20 \text{ г/моль} = 25 \text{ г};$ $m(\text{сум}) = 70 + 25 = 95 \text{ г}; n(\text{сум}) = 2,5 + 1,25 = 3,75 \text{ моль};$ $M = \frac{95 \text{ г}}{3,75 \text{ моль}} = 25 \text{ г/моль}. D(\text{H}_2) = \frac{25 \text{ г/моль}}{2 \text{ г/моль}} = 12,5.$

Відповідь: $D(\text{H}_2) = 12,5$.

Задача 12.

Вищий оксид елемента має загальну формулу EO_2 . Елемент утворює летку водневу сполуку, густина за повітрям якої дорівнює 0,552. Що це за елемент?

Дано:	Розв'язання:
EO_2, EH_4 $D(\text{пов}) = 0,552$ <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> $\text{E} - ?$	$D(\text{пов}) = \frac{M(\text{EH}_4)}{M(\text{пов})};$ $M(\text{EH}_4) = D(\text{пов}) \cdot M(\text{пов}) = 0,552 \cdot 29 = 16 \text{ г/моль}.$ Нехай $M(\text{E}) = x \text{ г/моль}$; тоді $M(\text{EH}_4) = x + 4 \text{ г/моль}$; $16 = x + 4; x = 12.$ $M(\text{E}) = 12 \text{ г/моль}.$

Відповідь: елемент – Карбон.

Задача 13.

Який об'єм займає за температури 20°C і тиску 250 кПа амоніак масою 51 г?

Дано:	Розв'язання:
$t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ $P = 250 \text{ кПа}$ $m(\text{NH}_3) = 51 \text{ г}$ <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin: 5px 0;"/> $V(\text{NH}_3) - ?$	1. Для обчислення об'єму використаємо рівняння стану ідеального газу: $PV = \frac{m}{M}RT$, звідки $V = \frac{mRT}{PM}$. $V(\text{NH}_3) = \frac{0,051 \cdot 8,31 \cdot 293}{250 \cdot 17} = 0,0292 \text{ м}^3.$

Відповідь: $V(\text{NH}_3) = 0,0292 \text{ м}^3$.

Задача 14.

Визначте масу солі, яку необхідно розчинити в 10 кг води, щоб приготувати розчин з масовою часткою солі 10%

Дано:	Розв'язання:
$m(\text{H}_2\text{O})=10\text{кг}$	$\omega = \frac{m_{\text{р.р.}}}{m_{\text{р-ну}}}$, позначимо через x кг– масу розчинуваної
$\omega = 10\%$	речовини, а масу розчину виразимо як ($m_{\text{рр}}+m(\text{H}_2\text{O})$),
$m_{\text{рр}} - ?$	$0,1 = \frac{x}{x+10}$;
	$x = 1,11 \text{ кг}$
Відповідь: $m_{\text{рр}} = 1,11 \text{ кг}$	

Задача 15.

Який об'єм розчину калій гідроксиду з молярною концентрацією 5 моль/дм³ необхідно взяти, щоб приготувати 250 см³ розчину калій гідроксиду з молярною концентрацією 0,6 моль/дм³?

Дано:	Розв'язання:
$c_1(\text{KOH}) = 5 \text{ моль/дм}^3$	$c_1V_1 = c_2V_2$;
$c_2(\text{KOH}) = 0,6 \text{ моль/дм}^3$	$V_1(\text{KOH}) = \frac{0,6 \cdot 250}{5} = 30 \text{ см}^3$.
$V_2(\text{KOH}) = 250 \text{ см}^3$	
$V_1(\text{KOH}) - ?$	

Відповідь: $V_1(\text{KOH}) = 30 \text{ см}^3$.

Задача 16.

До 120 г розчину з масовою часткою речовини 28 % додали 216 см³ води. Знайдіть масову частку розчиненої речовини нового розчину.

Дано:	Розв'язання:
$m(\text{р-ну}) = 120\text{г}$	$\omega = \frac{m_{\text{р.р.}}}{m_{\text{р-ну}}} \cdot 100\%$;
$\omega_1 = 0,28$	$m_{\text{р.р.}} = 120 \cdot 0,28 = 33,6\text{г}$;
$V(\text{H}_2\text{O}) = 216 \text{ см}^3$	$m_{\text{р-ну}} = 33,6 + 216 = 249,6\text{г}$;
$\omega_2 - ?$	$\omega_2 = \frac{33,6}{249,6} \cdot 100\% = 13\%$.
Відповідь: $\omega_2 = 13\%$.	

Задача 17.

Яку масу фосфор (V) оксиду необхідно взяти для приготування розчину ортофосфатної кислоти об'ємом 300 см^3 з молярною концентрацією $0,2 \text{ моль/дм}^3$?

Дано: $V(\text{H}_3\text{PO}_4) = 300 \text{ см}^3$ $c(\text{H}_3\text{PO}_4) = 0,2 \text{ моль/дм}^3$		Розв'язання: $M(\text{P}_2\text{O}_5) = 235 \text{ г/моль};$ $m = \frac{cMV}{1000}; m(\text{P}_2\text{O}_5) = \frac{0,2 \cdot 235 \cdot 300}{1000} = 14,1 \text{ г.}$
$m(\text{P}_2\text{O}_5) - ?$ Відповідь: $m(\text{P}_2\text{O}_5) = 14,1 \text{ г.}$		

Задача 18.

Змішали 20 кг розчину з масовою часткою розчиненої речовини 8% і 10 кг розчину з масовою часткою розчиненої речовини 12% . Визначте масову частку розчиненої речовини нового розчину.

Дано: $m_{\text{р-ну}1} = 20 \text{ кг}$ $\omega_1 = 8\%$ $m_{\text{р-ну}2} = 10 \text{ кг}$ $\omega_2 = 12\%$		Розв'язання: $\omega = \frac{m_{\text{рр}}}{m_{\text{р-ну}}} \cdot 100\%;$ $m_{\text{рр}1} = 20 \cdot 0,08 = 1,6 \text{ кг};$ $m_{\text{рр}2} = 10 \cdot 0,12 = 1,2 \text{ кг};$ $m_{\text{рр}1} + m_{\text{рр}2} = 1,6 + 1,2 = 2,8 \text{ кг};$ $m_{\text{р-ну}1} + m_{\text{р-ну}2} = 20 + 10 = 30 \text{ кг};$ $\omega_3 = \frac{2,8}{30} \cdot 100\% = 9,3\%.$
$\omega_3 - ?$		

Відповідь: $\omega_3 = 9,3\%$.

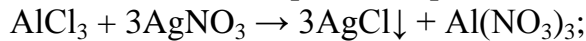
Задача 19.

Складіть рівняння реакцій, що відбуваються в розчинах в молекулярній і йонній формах:

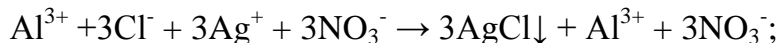
- 1) між алюмінієм хлоридом та сріблом нітратом;
- 2) між натрієм сульфатом та хлоридною кислотою;

Розв'язання:

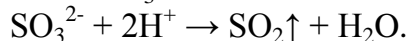
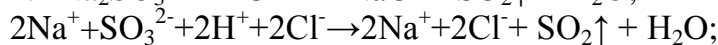
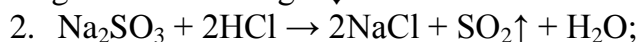
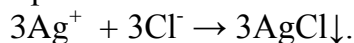
1. Складаємо рівняння реакції в молекулярній формі:



користуючись таблицею розчинності солей і основ у воді складаємо повне йонне рівняння:



виключаємо з правої і лівої частин рівняння однакові йони і записуємо скорочене йонне рівняння:



Задача 20.

До розчину масою 100 г, що містить 16,1 г цинк сульфату, додали розчин масою 100 г з масовою часткою натрій гідроксиду 10 %. Визначте масу отриманого осаду та масові частки речовин, що залишились у розчині.

Дано:

$$\begin{aligned} m(\text{розч})_1 &= 100\text{ г} \\ m(\text{ZnSO}_4) &= 16,1\text{ г} \\ m(\text{розч})_2 &= 100\text{ г} \\ W(\text{NaOH}) &= 10\% \end{aligned}$$

Розв'язання:

- Записуємо рівняння реакції

$$\text{ZnSO}_4 + 2\text{NaOH} = \text{Zn}(\text{OH})_2\downarrow + \text{Na}_2\text{SO}_4$$
- Знаходимо кількість речовини цинк сульфату та натрій гідроксиду:

$$n(\text{ZnSO}_4) = \frac{16,1\text{ г}}{161\text{ г/моль}} = 0,1\text{ моль};$$

$$m(\text{NaOH}) = W \cdot m(\text{розч})_2 = \frac{10\%}{100\%} \cdot 100\text{ г} = 10\text{ г};$$

$$m(\text{осаду}) - ?$$

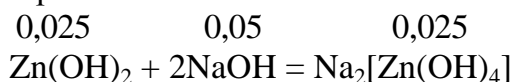
$$W - ?$$

$$n(\text{NaOH}) = \frac{10\text{ г}}{40\text{ г/моль}} = 0,25\text{ моль}.$$

Як видно, натрій гідроксид взятий із надлишком. Надлишок NaOH становить $0,25 - 2 \cdot 0,1 = 0,05$ моль

3. В рівнянні реакції $n(\text{Zn}(\text{OH})_2) = 0,1$ моль, але $\text{Zn}(\text{OH})_2$ є амфотерний гідроксид тому надлишок натрій гідроксиду продовжує реагувати з $\text{Zn}(\text{OH})_2$.

4. Реакція відбувається за рівнянням



Таким чином 0,05 моль натрій гідроксиду прореагує з 0,025 моль $\text{Zn}(\text{OH})_2$, утвориться 0,025 моль $\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]$, а осад залишиться в кількості речовини: $0,1$ моль – $0,025$ моль = $0,075$ моль.

$$m(\text{Zn}(\text{OH})_2) = 0,075\text{ моль} \cdot 99\text{ г/моль} = 7,425\text{ г}.$$

4. У розчині залишаються Na_2SO_4 , утворений в першій реакції в кількості $n(\text{Na}_2\text{SO}_4) = n(\text{ZnSO}_4) = 0,1$ моль.

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 0,1\text{ моль} \cdot 142\text{ г/моль} = 14,2\text{ г}.$$

$$5. m(\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]) = 0,025\text{ моль} \cdot 179\text{ г/моль} = 4,475\text{ г}.$$

6. Для знаходження масових часток розчинених речовин, знаходимо масу розчину: $m(\text{розч}) = m(\text{розч})_1 + m(\text{розч})_2 - m(\text{осаду});$

$$m(\text{розч}) = 100\text{ г} + 100\text{ г} - 7,425\text{ г} = 192,575\text{ г}.$$

7. Обчислюємо масові частки натрій сульфату та натрій тетрагідроксоцинкату:

$$\omega(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{14,2\text{ г}}{192,575\text{ г/моль}} \cdot 100\% = 7,37\% ;$$

$$\omega(\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]) = \frac{4,475\text{ г}}{192,575\text{ г/моль}} \cdot 100\% = 2,32\% .$$

Відповідь: $m(\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]) = 7,425\text{ г}; \omega(\text{Na}_2\text{SO}_4) = 7,37\% ;$

$\omega(\text{Na}_2[\text{Zn}(\text{OH})_4]) = 2,32\% .$

Задача 21.

Визначити молярну теплоту згорання бензолу, якщо теплота його утворення дорівнює $H_f(C_6H_6) = 82,927$ кДж/моль, вода в продуктах горіння знаходиться у вигляді рідини.

Дано: $H_f(C_6H_6) = 82,927$ кДж/моль $Q - ?$	Розв'язання: Складаємо рівняння реакції горіння бензолу: $C_6H_6 + 7,5(O_2 + 3,76N_2) = 6CO_2 + 3H_2O + 28,2 N_2$
---	---

На основі наслідку із закону Гесса можна записати:

$$\Delta H_{298} = \sum \Delta H_{298f} n_{\text{ГР}} - \sum \Delta H_{298f} n_{\text{ВР}},$$

де ΔH_{298} – теплота згорання даної реакції. Реакції горіння відбуваються з виділенням теплоти, тому знак «-» опускається, і $\Delta H_{298} = |Q|$ кДж/моль.

Користуючись таблицями додатків знаходимо теплоту утворення вуглекислого газу – 393,511 кДж/моль, теплоту утворення води – 285,838 кДж/моль та визначаємо теплоту згорання бензолу:

$$\Delta H_{298} = 6(-393,511) + 3(-285,838 + 82,927) = -3136,653 \text{ кДж/моль},$$

$$Q = 3136,653 \text{ кДж/моль}.$$

Відповідь: $Q = 3136,653$ кДж/моль.

Задача 22.

Визначити нижчу масову теплоту згорання оцтової кислоти CH_3COOH за формулою Д. І. Менделєєва

Дано: CH_3COOH $Q_n - ?$	Розв'язання: 1. Визначаємо відсотковий вміст елементів у речовині: $M(CH_3COOH) = 12 + 3 + 12 + 32 + 1 = 60$ кг/кмоль.
----------------------------------	--

$$\%C = \frac{2 \cdot 12 \cdot 100}{60} = 40 \% \quad \%O = \frac{2 \cdot 16 \cdot 100}{60} = 53,3 \% \quad \%H = \frac{2 \cdot 1 \cdot 100}{60} = 6,7 \%$$

2. Визначаємо нижчу масову теплоту згорання оцтової кислоти CH_3COOH з формулою Д. І. Менделєєва:

$$Q'_n = 339 \cdot 40 + 1257 \cdot 6,7 - 109 \cdot 53,3 - 25 \cdot 9 \cdot 6,7 = 14658 \text{ кДж/кг}.$$

Відповідь: $Q'_n = 14658$ кДж/кг.

Задача 23.

Визначити нижчу теплоту згорання соснових дров складу: C – 50 мас. %; H – 6,2 мас. %; O – 40 мас. %; N – 1,1 мас. %, вологи W = 2,7 мас. %.

Дано: $W(C) = 50 \%$; $W(H) = 6,2 \%$; $W(O) = 40 \%$; $W(N) = 1,1 \%$; $W = 2,7 \%$; $Q'_n - ?$	Розв'язання: 1. Визначаємо нижчу масову теплоту згорання соснових дров за формулою Д. І. Менделєєва: $Q'_n = 339 \cdot 50 + 1257 \cdot 6,2 + 109(40 - 1,1) - 25(9 \cdot 6,2 + 2,7) = 18794,9$ кДж/кг.
---	---

Відповідь: $Q'_n = 18794,9$ кДж/кг.

Задача 24.

Визначити вищу теплоту згорання газу відповідного складу: CO – 6,8 %; H₂ – 57 %; N₂ – 7,7%, CO₂ – 2,3%; CH₄ – 22,5 %.

Дано:

W (CO) = 6,8 %;

W (H₂) = 57%;

W (N₂) = 7,7%;

W (CO₂) = 2,3%;

W (CH₄) = 22,5%

$$\frac{Q''_{\text{в}}}{\text{— ?}}$$

Відповідь: $Q''_{\text{в}} = 15891,4 \text{ кДж/м}^3$

Розв'язання:

1. Визначаємо вищу теплоту згорання газу за формулою Д. І. Менделєєва:

$$Q''_{\text{в}} = 394 \cdot 22,5 + 108 \cdot 57 + 128 \cdot 6,8 = 15891,4 \text{ кДж/м}^3.$$

Задача 25.

Розрахувати, яка кількість тепла виділиться під час згорання 5 кг торфу складу: C – 57,9 %; H – 5,3%; O – 29,7 %; S – 1,1%; води W = 6 %.

Дано:

W (C) = 57,9 %;

W (H) = 5,3%;

W (O) = 29,7%;

W (S) = 1,1%;

W = 6 %

$$\frac{Q''_{\text{в}}}{\text{— ?}}$$

$$Q''_{\text{в}} = 339 \cdot 57,9 + 1257 \cdot 5,3 + 109(1,1 - 29,7) - 25(9 \cdot 5,3 + 6) = 21851 \text{ кДж/кг.}$$

Визначаємо кількість тепла, що виділиться під час згорання 5 кг торфу:

$$Q = 21851 \cdot 5 = 109255 \text{ кДж.}$$

Відповідь: $Q = 109255 \text{ кДж.}$

Розв'язання:

1. Визначаємо масову теплоту згорання торфу за формулою Менделєєва:

Задача 26.

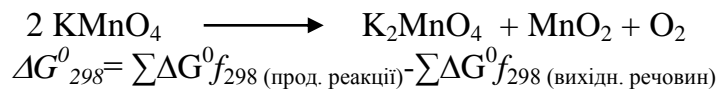
Розрахуйте пожежну небезпеку розкладу твердого окисника калій перманганату.

Дано:



$$\frac{\Delta G^0_{298}}{\text{— ?}}$$

Розв'язання:



1. Знаходимо за довідником стандартні значення енергії Гіббса:

$$\Delta G^0_{f298}(\text{KMnO}_4) = -729,6 \text{ кДж/моль}, \Delta G^0_{f298}(\text{K}_2\text{MnO}_4) = -1169,2 \text{ кДж/моль};$$

$$\Delta G^0_{f298}(\text{MnO}_2) = -466 \text{ кДж/моль};$$

$$\Delta G^0_{298} = \Delta G^0_{f298}(\text{KMnO}_4) + \Delta G^0_{f298}(\text{MnO}_2) + \Delta G^0_{f298}(\text{O}_2) - 2\Delta G^0_{f298}(\text{KMnO}_4) = 1169,2 - 466 + 2 \cdot 729,6 = -176,9 \text{ кДж.}$$

2. На 1 KMnO₄ зміна енергії Гіббса реакції розкладу дорівнює $\Delta G^0_{298} = -176,9/2 = -88,4 \text{ кДж/моль}$. $\Delta G^0_{298} < -41,8 \text{ кДж/моль}$, отже можлива самочинна реакція за стандартних умов (за температури 513 К процес розкладу стає самочинним і активним, з виділенням кисню).

Відповідь: KMnO₄ є пожежовибухонебезпечною речовиною.

Задача 27.

Визначити вищу та нижчу молярну, масову та об'ємну теплоту згорання бутилового спирту C_4H_9OH , якщо стандартна теплота його утворення становить $\Delta H_f^\circ = -274,6$ кДж/моль.

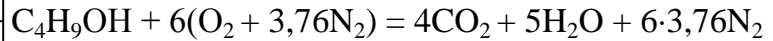
Дано:

$$H_f^\circ = -274,6 \text{ кДж/моль}$$

$$Q_B - ?; Q_H - ?; Q_B' - ?;$$

$$Q_H' - ?; Q_B'' - ?; Q_H'' - ?$$

Розв'язання:

1. Складаємо рівняння реакції горіння C_4H_9OH :

2. За законом Гесса визначаємо молярну вищу та нижчу теплоту згорання. Значення теплот утворення продуктів горіння карбон (IV) оксиду та води в стані «рідина» і «пар» знаходимо за таблицею 1 додатків:

$$Q_B = |4 \cdot (-393,8) + 5 \cdot (-285,8) - (-274,6)| = 2729,6 \text{ кДж/моль};$$

$$Q_H = |4 \cdot (-393,8) + 5 \cdot (-241,8) - (-274,6)| = 2509,6 \text{ кДж/моль}.$$

3. Визначаємо молярну масу бутилового спирту: $M(C_4H_9OH) = 74$ кг/кмоль.

4. Перераховуємо молярну теплоту згорання в масову:

$$Q_B' = 2729,6 \cdot 1000 : 74 = 36886 \text{ кДж/кг};$$

$$Q_H' = 2509,6 \cdot 1000 : 74 = 33913 \text{ кДж/кг}.$$

5. Перераховуємо молярну теплоту згорання в об'ємну:

$$Q_B'' = 2729,6 \cdot 1000 : 24,5 = 111\,412 \text{ кДж/м}^3;$$

$$Q_H'' = 2509,6 \cdot 1000 : 24,5 = 102\,408 \text{ кДж/м}^3.$$

Відповідь: $Q_B = 2729,6$ кДж/моль; $Q_H = 2509,6$ кДж/моль;

$$Q_B' = 36886 \text{ кДж/кг}; \quad Q_H' = 33913 \text{ кДж/кг};$$

$$Q_B'' = 111\,412 \text{ кДж/м}^3; \quad Q_H'' = 102\,408 \text{ кДж/м}^3.$$

Задача 28.

Визначте, яке паливо є більш ефективним: деревина елементного складу: $C - 49,15\%$, $H - 6,4\%$, $O - 44\%$, $N - 0,45\%$ або кам'яне вугілля елементного складу: $C - 79,4\%$, $H - 5,3\%$, $O - 10,30\%$, $S - 2,82\%$.

Дано:

Деревина:

$$W(C) = 49,15\%; W(H) = 6,4\%;$$

$$W(O) = 44\%; W(N) = 0,45\%;$$

Вугілля:

$$W(C) = 79,4\%; W(H) = 5,3\%;$$

$$W(O) = 10,30\%; W(S) = 2,82\%;$$

$$Q_H(\text{деревина}) - ?; Q_H(\text{вугілля}) - ?$$

Розв'язання:

1. Визначаємо нижчу питому теплоту згорання для кожного матеріалу за формулою Д. І. Менделєєва:

$$Q_H = 339C + 1257H - 109(O + N - S) - 25(9H - W) \text{ кДж/кг}.$$

Деревина:

$$Q_H = 339 \cdot 49,15 + 1257 \cdot 6,4 - 109(44 + 0,45) - 25(9 \cdot 6,4) = 18\,421,6 \text{ кДж/кг};$$

Кам'яне вугілля:

$$Q_H = 339 \cdot 79,4 + 1257 \cdot 5,3 - 109(10,30 - 2,82) - 25(9 \cdot 5,3) = 31\,507,88 \text{ кДж/кг}.$$

Відповідь: кам'яне вугілля є більш ефективним паливом ніж деревина, оскільки його питома теплота згорання вища.

Задача 29.

Обчислити у скільки разів зміниться швидкість реакції, яка відбувається в газовій фазі, якщо температуру знизити з 320 К до 280 К. Температурний коефіцієнт реакції становить 3.

Дано: $T_1 = 320 \text{ К}$ $T_2 = 280 \text{ К}$ $\gamma = 3$ <hr style="border: 0.5px solid black;"/> $v_{T_2} / v_{T_1} - ?$	Розв'язання: $v_{T_2} = v_{T_1} \gamma^{\frac{T_2 - T_1}{10}} ;$ $v_{T_2} / v_{T_1} = 3^{\frac{280 - 320}{10}} = 3^{-4} = \frac{1}{81} .$
--	--

Відповідь: швидкість реакції зменшилась у 81 раз.

Задача 30.

Реакція відбувається за рівнянням $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2$. Концентрація вихідних речовин: $[\text{NO}] = 0,03 \text{ моль/дм}^3$; $[\text{O}_2] = 0,05 \text{ моль/дм}^3$. Як зміниться швидкість прямої реакції, якщо концентрацію кисню змінити до $0,1 \text{ моль/дм}^3$, а концентрацію нітроген (II) оксиду до $0,06 \text{ моль/дм}^3$?

Дано: $[\text{NO}]_1 = 0,03 \text{ моль/дм}^3$ $[\text{O}_2]_1 = 0,05 \text{ моль/дм}^3$ $[\text{NO}]_2 = 0,1 \text{ моль/дм}^3$ $[\text{O}_2]_2 = 0,06 \text{ моль/дм}^3$ <hr style="border: 0.5px solid black;"/> $v_{\text{пр.2}} / v_{\text{пр.1}} - ?$	Розв'язання: $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{NO}_2;$ $v_{\text{пр}} = k [\text{NO}]^2 \cdot [\text{O}_2];$ $v_{\text{пр.1}} = k \cdot 0,03^2 \cdot 0,05 = 0,000045k;$ $v_{\text{пр.2}} = k \cdot 0,06^2 \cdot 0,1 = 0,00036k;$ $v_{\text{пр.2}} / v_{\text{пр.1}} = 8 .$
---	--

Відповідь: швидкість прямої реакції збільшиться у 8 разів.

Задача 31.

Під час синтезу амоніаку рівноважні концентрації становлять: $[\text{H}_2] = 0,2 \text{ моль/дм}^3$, $[\text{N}_2] = 0,1 \text{ моль/дм}^3$, $[\text{NH}_3] = 0,8 \text{ моль/дм}^3$. Обчисліть константу рівноваги цього процесу.

Дано: $[\text{H}_2] = 0,2 \text{ моль/дм}^3$ $[\text{N}_2] = 0,1 \text{ моль/дм}^3$ $[\text{NH}_3] = 0,8 \text{ моль/дм}^3$ <hr style="border: 0.5px solid black;"/> $K_p - ?$	Розв'язання: $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons 2\text{NH}_3;$ $K_p = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3} ;$ $K_p = \frac{0,8^2}{0,1 \cdot 0,2^3} = 800 .$
---	--

Відповідь: константа рівноваги $K_p = 800$.

Задача 32.

Визначити у скільки разів зміниться швидкість реакції горіння водню, якщо його концентрацію збільшити з 0,5 до 1,5 кмоль/м³.

Дано: $[H_2] = 0,5 \text{ кмоль/м}^3$ $[H_2] = 1,5 \text{ кмоль/м}^3$ <hr style="width: 100%;"/> $v_{\text{пр.2}}/v_{\text{пр.1}} - ?$	Розв'язання: $2H_2 + O_2 = 2H_2O;$ $v_{\text{пр.}} = k [H]^2 \cdot [O_2];$ $v_{\text{пр.1}} = k 0,5^2 \cdot [O_2] = 0,0625 k [O_2];$ $v_{\text{пр.2}} = k 1,5^2 \cdot [O_2] = 2,25 k [O_2];$ $v_{\text{пр.2}}/v_{\text{пр.1}} = 2,25 k [O_2] / 0,0625 k [O_2] = 36.$
---	---

Відповідь: швидкість реакції горіння збільшиться в 36 разів.

Задача 33.

Визначити у скільки разів збільшиться швидкість реакції горіння етилену у випадку збільшення тиску в 2 рази.

Дано: C_2H_4 $P > 2$ <hr style="width: 100%;"/> $v_{\text{пр.2}}/v_{\text{пр.1}} - ?$	Розв'язання: $C_2H_4 + 3O_2 = 2CO_2 + 2H_2O, \quad \beta = 3;$ $v_{\text{пр.}} = k [C_2H_4] \cdot [O_2]^3.$ Для визначення початкової швидкості концентрації вихідних речовин прирівнюємо до 1: $v_{\text{пр.1}} = k 1 \cdot 1^3 = k;$ $v_{\text{пр.2}} = k 2 \cdot 2^3 = 16 k;$ $v_{\text{пр.2}}/v_{\text{пр.1}} = 16 k / k = 16.$
--	---

Відповідь: швидкість реакції горіння збільшиться в 16 разів.

Задача 34.

Розрахуйте, як зміниться швидкість прямої і зворотної реакції в системі $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3$, якщо зменшити об'єм, який займають гази, в два рази?

Дано: $V < 2$ <hr style="width: 100%;"/> $v_{\text{пр.2}}/v_{\text{пр.1}} - ?$ $v_{\text{зв.2}}/v_{\text{зв.1}} - ?$	Розв'язання: $2SO_2 + O_2 \rightleftharpoons 2SO_3;$ $v_{\text{пр.}} = k [SO_2]^2 \cdot [O_2];$ $v_{\text{зв.}} = k [SO_3]^2;$ За умови зменшення об'єму в 2 рази, концентрації збільшуються в 2 рази: $v_{\text{пр.1}} = k \cdot 1^2 \cdot 1^2 = k; v_{\text{пр.2}} = k \cdot 2^2 \cdot 2 = 8 k;$ $v_{\text{пр.2}}/v_{\text{пр.1}} = 8.$ $v_{\text{зв.1}} = k \cdot 1^2 = k; v_{\text{зв.2}} = k \cdot 2^2 = 4 k; v_{\text{зв.2}}/v_{\text{зв.1}} = 4.$
---	---

Відповідь: швидкість прямої реакції збільшиться у 8 разів, швидкість зворотної реакції збільшиться в 4 рази.

Задача 35.

Визначте концентрацію в % парів етанолу, за якої швидкість реакції горіння буде максимальною (нормальні умови).

Дано: C_2H_5OH	Розв'язання: 1. Швидкість реакції буде максимальною за умови стехіометричної концентрації. Визначаємо стехіометричний коефіцієнт у рівнянні реакції горіння: $C_2H_5OH + 3(O_2 + 3,76N_2) = 2CO_2 + 3H_2O + 3 \cdot 3,76 N_2; \beta =$
$W(C_2H_5OH) - ?$	2. Розраховуємо кількість молей компонентів горючої суміші: $1 + 3 \cdot 4,76 = 15,28$ моль. 3. Складаємо пропорцію: $15,28$ моль – 100% 1 моль C_2H_5OH – X%, $W(C_2H_5OH) := 6,54\%$
Відповідь: $W(C_2H_5OH) = 6,54\%$.	

Завдання 36. Визначте горючість трихлоретану $C_2H_3Cl_3$.

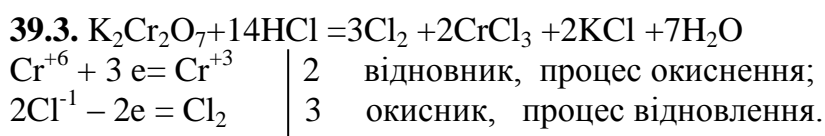
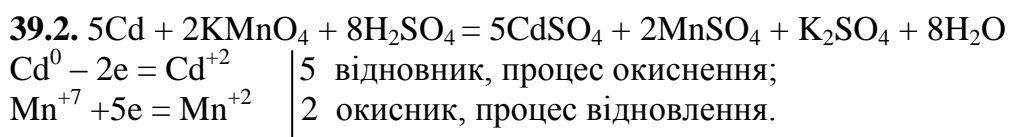
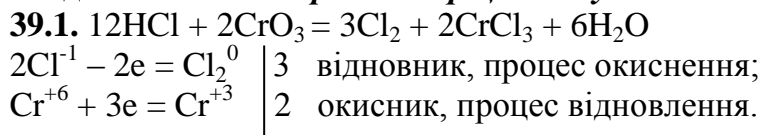
- Визначаємо кількість атомів Карбону, Гідрогену, Хлору у молекулі трихлоретану.
 - Визначаємо коефіцієнт горючості (коефіцієнт Еллея):
 $K = 4 \cdot 2 + 3 - 2 \cdot 3 = 5$.
- Відповідь: трихлоретан горючий.

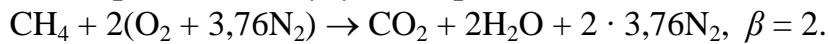
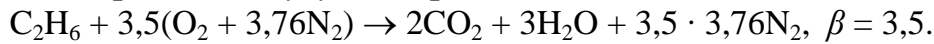
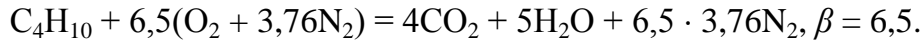
Завдання 37. Визначте горючість сульфатної кислоти H_2SO_4 .

- Визначаємо кількість атомів Гідрогену, Сульфуру, Оксигену у молекулі сульфатної кислоти.
 - Визначаємо коефіцієнт горючості за формулою Еллея:
 $K = 4 \cdot 1 + 1 \cdot 2 - 2 \cdot 4 = -2$.
- Відповідь: сульфатна кислота є негорючою речовиною.

Завдання 38. Визначте горючість тринітротолуолу $CH_3(C_6H_2)(NO_2)_3$.

- Визначаємо кількість атомів Карбону, Гідрогену, Нітрогену, Оксигену у молекулі тринітротолуолу.
 - Визначаємо коефіцієнт горючості за формулою Еллея:
 $K = 4 \cdot 7 + 5 + 3 - 2 \cdot 6 = 24$.
- Відповідь: тринітротолуол - горюча речовина.

Завдання 39. Підберіть коефіцієнти у схемі окисно-відновної реакції:

Завдання 40. Складіть рівняння реакції**40.1. горіння метану у повітрі:****40.2. горіння етану у повітрі:****40.3. горіння пропану у повітрі:****40.4. горіння бутану у повітрі:****40.5. горіння етену у повітрі:****40.6. горіння етанолу (етилового спирту) у повітрі:****40.7. горіння ацетону у повітрі:****40.8. горіння етиленгліколю у повітрі:****Задача 41.**

Визначте об'єм повітря, що необхідний для згорання стиролу (C_8H_8) масою 6 кг за температури 15°C і тиску 770 мм рт. ст.

Дано:

$$m(\text{C}_8\text{H}_8) = 6 \text{ кг}$$

$$P = 770 \text{ мм рт. ст.}$$

$$t = 15^\circ\text{C}$$

$$V_{\text{пов}} = ?$$

Розв'язання:

1. Визначаємо молярну масу стиролу:

$$M(\text{C}_8\text{H}_8) = 12 \cdot 8 + 1 \cdot 8 = 104 \text{ кг/кмоль.}$$

2. Визначаємо об'єм повітря

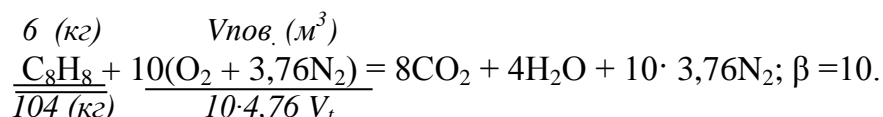
за вказаних умов, для цього використовуємо об'єднаний газовий закон:

$$\frac{PV_t}{T} = \frac{P_0V_0}{T_0},$$

де $T_0 = 273\text{K}$, $P_0 = 1,013 \cdot 10^5 \text{ Па}$, V_0 – молярний об'єм газу, T – задана температура, P – заданий тиск, V_t – об'єм газу за вказаних умов:

$$V_t = \frac{V_0 P_0 T}{T_0 P}, \quad V_t = \frac{22,4 \cdot 760 (273 + 15)}{273 \cdot 770} = 23,32 \text{ м}^3.$$

3. Складаємо рівняння реакції горіння та визначаємо стехіометричний коефіцієнт β :



4. За пропорцією, визначаємо об'єм повітря, який необхідний для повного згорання, за вказаних умов:

$$V_{\text{пов}} = \frac{6 \cdot 10 \cdot 4,76 \cdot 23,32}{104} = 64,04 \text{ м}^3.$$

Відповідь: $V_{\text{пов}} = 64,04 \text{ м}^3$.

Задача 42.

Визначте об'єм повітря, що необхідний для згорання гексану (C_6H_{14}) об'ємом $14,5\text{ м}^3$ за температури 20°C і тиску 750 мм рт. ст.

Дано:

$$V(C_6H_{14}) = 14,5\text{ м}^3$$

$$P = 750\text{ мм рт. ст.}$$

$$t = 20^\circ\text{C}$$

Розв'язання:

1. Визначаємо об'єм газів за вказаних умов для цього використовуємо об'єднаний газовий закон:

$$\frac{PV_t}{T} = \frac{P_0V_0}{T_0}$$

де $T_0 = 273\text{K}$, $P_0 = 1,013 \cdot 10^5\text{ Па}$,

V_0 – молярний об'єм газу,

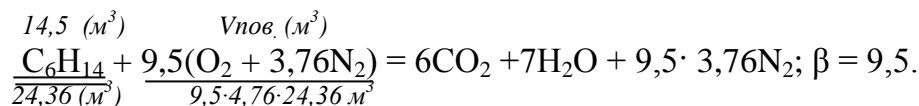
T – задана температура,

P – заданий тиск,

V_t – об'єм газу за вказаних умов:

$$V_t = \frac{V_0 P_0 T}{T_0 P}, \quad V_t = \frac{22,4 \cdot 760 (273 + 20)}{273 \cdot 750} = 24,36\text{ м}^3.$$

2. Складаємо рівняння реакції горіння та визначаємо стехіометричний коефіцієнт β :



3. За пропорцією, визначаємо об'єм повітря, який необхідний для повного згорання, за вказаних умов:

$$V_{\text{пов}} = \frac{14,5 \cdot 9,5 \cdot 4,76 \cdot 24,36}{24,36} = 655,69\text{ м}^3.$$

$$\text{Відповідь: } V_{\text{пов}} = 655,69\text{ м}^3.$$

Задача 43.

Визначте об'єм повітря, об'єм продуктів горіння та їхній відсотковий склад під час згорання 10 м^3 метану (CH_4), за температури 1100°C і тиску $101,325\text{ кПа}$.

Дано:

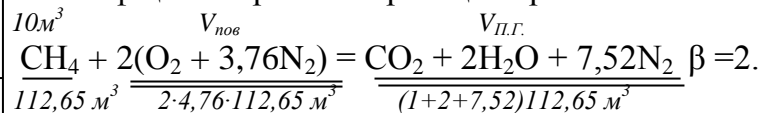
$$V(CH_4) = 10\text{ м}^3$$

$$t = 1100^\circ\text{C}$$

$$P = 101,325\text{ кПа}$$

Розв'язання:

1. Складаємо рівняння хімічної реакції горіння і визначаємо стехіометричний коефіцієнт в рівнянні реакції горіння:



$$V_{\text{в}} - ?;$$

$$\% \text{ склад п. г. ?}$$

2. Визначаємо молярний об'єм газів за вказаних умов, для цього використовуємо об'єднаний газовий закон:

$$\frac{PV_t}{T} = \frac{P_0V_0}{T_0}$$

де $T_0 = 273\text{K}$, $P_0 = 101,325\text{ кПа}$, V_0 – молярний об'єм газу, T – задана температура, P – заданий тиск, V_t – об'єм будь якого газу за вказаних умов:

$$V_t = \frac{V_0 P_0 T}{T_0 P}, V_t = \frac{22,4 \cdot 101,325 (273+1100)}{273 \cdot 101,325} = 112,65 \text{ м}^3.$$

3. Склавши пропорцію, визначаємо об'єм повітря, який необхідний для повного згорання 10 м^3 метану (CH_4), за вказаних умов:

$$V_{\text{пов}} = \frac{10 \cdot 2 \cdot 4,76 \cdot 112,65}{112,65} = 95,2 \text{ м}^3.$$

4. Склавши пропорцію, визначаємо об'єм продуктів горіння за вказаних умов:

$$V_{\text{пов}} = \frac{10 \cdot 10,52 \cdot 112,65}{112,65} = 105,2 \text{ м}^3.$$

5. Визначаємо відсотковий склад продуктів горіння:

$$\% \text{CO}_2 = \frac{1 \cdot 100}{10,52} = 9,5\%; \quad \% \text{H}_2\text{O} = \frac{2 \cdot 100}{10,52} = 19,01\%; \quad \% \text{N}_2 = \frac{7,52 \cdot 100}{10,52} = 71,48\%.$$

Відповідь: для згорання 10 м^3 метану необхідно $95,2 \text{ м}^3$ повітря, за цих умов воділилося $105,2 \text{ м}^3$ продуктів горіння такого складу: CO_2 —9,5 %; H_2O —19,01%; N_2 —71,48%.

Задача 44.

Визначте об'єм повітря та продуктів горіння і відсотковий вміст CO_2 під час згорання 2 кг нафталіну ($\text{C}_{14}\text{H}_{10}$) за температури 10°C і тиску 750 мм рт. ст., якщо температура горіння дорівнює 1300°C .

Дано:

$$m(\text{C}_{14}\text{H}_{10}) = 2 \text{ кг}$$

$$P = 750 \text{ мм рт. ст.}$$

$$t_0 = 10^\circ\text{C}$$

$$t_{\text{гг}} = 1300^\circ\text{C}$$

$$V_{\text{пов}} - ? V_{\text{гг}} - ?; \% \text{CO}_2 - ?$$

Розв'язання:

1. Визначаємо молярну масу нафталіну:

$$M = 14 \cdot 12 + 10 \cdot 1 = 178 \text{ кг/кмоль.}$$

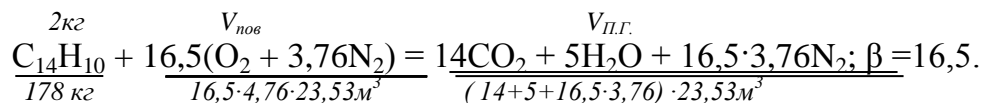
2. Визначаємо молярний об'єм газів

за температури 10°C та тиску 750 мм рт.ст.:

$$V_t = \frac{V_0 P_0 T}{T_0 P} \text{ м}^3;$$

$$V_t = \frac{22,4 \cdot 760 \cdot (10+273)}{273 \cdot 750} = 23,53 \text{ м}^3.$$

3. Складаємо рівняння реакції горіння і визначаємо стехіометричний коефіцієнт β :



4. Визначаємо об'єм повітря, який необхідний для повного згорання, за вказаних умов:

$$V_{\text{пов}} = \frac{2 \cdot 16,5 \cdot 4,76 \cdot 23,53}{178} = 20,76 \text{ м}^3.$$

5. Склавши пропорцію, визначаємо об'єм продуктів горіння за вказаних умов:

$$V_{\text{гг}} = \frac{2(14+5+16,5 \cdot 3,76) \cdot 23,53}{178} = 21,43 \text{ м}^3.$$

6. Визначаємо відсотковий вміст CO_2 в продуктах горіння:

$$\%CO_2 = \frac{14 \cdot 100}{81,04} = 17,28\%.$$

7. Визначаємо об'єм продуктів горіння за температури горіння 1300°C:

$$V_{\text{прт}} = \frac{21,43 \cdot 760 \cdot 1300 + 273}{750 \cdot 273} = 125,12 \text{ м}^3.$$

Відповідь: для повного згорання двох кілограмів нафталіну необхідно 20,76 м³ повітря, об'єм продуктів горіння за температури 1300°C складає 125,12 м³, вміст CO₂ в продуктах горіння – 17,28%.

Задача 45.

Визначте об'єм та відсотковий склад продуктів горіння, що утворюються під час згорання 16 м³ ацетилену (C₂H₂), якщо температура продуктів горіння дорівнює 1500°C, а тиск складає 765 мм рт.ст.

Дано:

$$V(C_2H_2) = 16 \text{ м}^3$$

$$t = 1500^\circ C$$

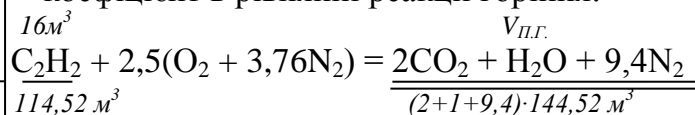
$$P = 765 \text{ мм.рт.ст}$$

$$V_{\text{пр}} - ?;$$

$$\% \text{ склад п. г?}$$

Розв'язання:

1. Складаємо рівняння хімічної реакції горіння і визначаємо стехіометричний коефіцієнт в рівнянні реакції горіння:



2. Визначаємо молярний об'єм газів за температури 1500°C і тиску 765 мм рт.ст.:

$$\frac{PVt}{T} = \frac{P_0V_0}{T_0}$$

де $T_0 = 273\text{K}$, $P_0 = 760 \text{ мм рт.ст.}$, V_0 – молярний об'єм газу, T – задана температура, P – заданий тиск, V_t – об'єм будь якого газу за вказаних умов:

$$V_t = \frac{V_0 P_0 T}{T_0 P}, V_t = \frac{22,4 \cdot 760 (273 + 1500)}{273 \cdot 765} = 144,52 \text{ м}^3.$$

3. Склавши пропорцію, визначаємо об'єм продуктів горіння за вказаних умов:

$$V_{\text{пов}} = \frac{16 \cdot 12,4 \cdot 144,52}{144,52} = 198,4 \text{ м}^3.$$

4. Визначаємо відсотковий склад продуктів горіння:

$$\%CO_2 = \frac{2 \cdot 100}{12,4} = 16,12\%; \quad \% H_2O = \frac{1 \cdot 100}{12,4} = 8,06\%; \quad \% N_2 = \frac{9,4 \cdot 100}{12,4} = 75,80\%.$$

Відповідь: під час згорання 16 м³ ацетилену за даних умов виділилося 198,4 м³ продуктів горіння наступного складу: CO₂ – 16,12%; H₂O – 8,06%; N₂ – 75,80%.

Задача 46.

Визначте об'єм повітря, який необхідний для повного згорання 145 кг торфу наступного складу: $C(\%) = 57,91$, $H(\%) = 5,25$, $O(\%) = 35,1$, $S(\%) = 1,10$ за температури 35°C і тиску 760 мм рт.ст.

Якщо склад горючої речовини в твердому або рідкому стані виразити хімічною формулою не можливо (вугілля, торф, нафта, газ, деревина, оскільки вони складаються із суміші хімічних речовин), то користуються масовою часткою компонентів в матеріалі (суміші), а об'єм повітря, що необхідний для згорання певної кількості складної речовини чи матеріалу (за нормальних умов) визначають за формулою:

$$V_{\text{пов}} = 0,269 \left(\frac{\%C}{3} + \%H + \frac{\%S}{8} - \frac{\%O}{8} \right) \cdot m \quad [\text{м}^3],$$

де $\%C$, $\%H$, $\%S$, $\%O$ — відсотковий вміст компонентів у горючому матеріалі; m — маса горючого матеріалу, кг.

Дано:
 Горюча речовина – торф.
 m (торфу) = 145 кг
 $W(C) = 57,91\%$; $W(O) = 35,1\%$;
 $W(H) = 5,25\%$; $W(S) = 1,10\%$;
 $P = 766$ мм рт.ст.
 $t = 35^\circ\text{C}$
 $V_{\text{пов}} - ?$

Розв'язування:
 1. Визначаємо об'єм повітря, необхідний для повного згорання торфу масою 145 кг за нормальних умов: $t_0 = 0^\circ\text{C}$, $P = 760$ мм рт.ст.

$$V_{\text{пов}} = 0,269 \left(\frac{\%C}{3} + \%H - \frac{\%O - \%S}{8} \right) \text{ м}^3;$$

$$V_{\text{пов}} = 0,269 \left(\frac{57,9}{3} + 5,25 - \frac{35,1 - 1,1}{8} \right) \cdot 145 = 791,8 \text{ м}^3.$$

2. Визначаємо об'єм повітря за температури 35°C і тиску 766 мм рт.ст., для цього використовуємо об'єднаний газовий закон:

$$\frac{PV_t}{T} = \frac{P_0V_0}{T_0}$$

де $T_0 = 273\text{K}$, $P_0 = 760$ мм рт.ст., V_0 – об'єм повітря необхідний для згорання 145 кг торфу за нормальних умов, T – задана температура, P – заданий тиск, V_t – об'єм повітря за вказаних умов:

$$V_t = \frac{V_0 P_0 T}{T_0 P}, \quad V_t = \frac{791,8 \cdot 760 (273 + 35)}{273 \cdot 766} = 886,31 \text{ м}^3.$$

Відповідь: для згорання 145 кг торфу необхідно $886,31 \text{ м}^3$ повітря.

Задача 47.

Визначте об'єм повітря, який необхідний для повного згорання 33 кг вугілля наступного складу: $C(\%) = 67,5$; $H(\%) = 4,5$; $O(\%) = 6,6$; $S(\%) = 1,6$ за температури 25°C і тиску 768 мм рт.ст. Горіння відбувається за умови надлишку повітря $\alpha = 1,3$.

Дано:
 Горюча речовина – вугілля
 m (вугілля) = 33 кг
 $W(C) = 67,5\%$; $W(O) = 6,6\%$;
 $W(H) = 4,5\%$; $W(S) = 1,6\%$;
 $P = 768$ мм рт.ст.
 $t = 25^\circ\text{C}$, $\alpha = 1,3$

 $V_{\text{пов}(\alpha)} - ?$

Розв'язування:

1. Визначаємо об'єм повітря, необхідний для повного згорання вугілля масою 33 кг за нормальних умов: $t_0 = 0^\circ\text{C}$ та $P = 760$ мм рт.ст:

$$V_{\text{нов}} = 0,269 \left(\frac{\% C}{3} + \% H - \frac{\% O - S \%}{8} \right) m^3;$$

$$V_{\text{нов}} = 0,269 \left(\frac{67,5}{3} + 4,5 - \frac{6,6 - 1,6}{8} \right) \cdot 33 = 234,13 \text{ м}^3.$$

2. Визначаємо об'єм повітря за температури 25°C і тиску 768 мм рт.ст., для цього використовуємо об'єднаний газовий закон:

$$\frac{PVt}{T} = \frac{P_0V_0}{T_0}$$

де $T_0 = 273\text{K}$, $P_0 = 760$ мм рт.ст., V_0 – об'єм повітря необхідний для згорання 33 кг вугілля за нормальних умов, T – задана температура, P – заданий тиск, V_t – об'єм повітря за вказаних умов:

$$V_{\text{нов}(t)} = \frac{V_0 P_0 T}{T_0 P}, \quad V_{\text{нов}(t)} = \frac{234,13 \cdot 760 (273 + 25)}{273 \cdot 768} = 252,91 \text{ м}^3.$$

3. Оскільки в умовах пожежі на згорання певної кількості речовини витрачається більше повітря ніж визначено теоретично, то загальний об'єм повітря з урахуванням надлишку повітря α визначаємо за формулою:

$$V_{\text{пов}(\alpha)} = V_{\text{нов}(t)} \cdot \alpha, \quad V_{\text{пов}(\alpha)} = 252,91 \cdot 1,3 = 328,78 \text{ м}^3$$

Відповідь: для згорання 33 кг вугілля за температури 25°C і тиску 768 мм рт.ст. за умови надлишку повітря $\alpha = 1,3$ необхідно $328,78 \text{ м}^3$ повітря.

Задача 48.

Визначте об'єм повітря та продуктів горіння, що утворюються під час згорання 10 м^3 газу наступного складу: метан CH_4 – 58%, етан C_2H_6 – 7,2%, пропан C_3H_8 – 8,5%, бутан C_4H_{10} – 7,0%, пентан C_5H_{12} – 5,8%, вуглекислий газ CO_2 – 3%, азот N_2 – 10,5%. Горіння відбувається за $\alpha = 1,7$. Температура горіння суміші дорівнює 1000°C .

Дано:

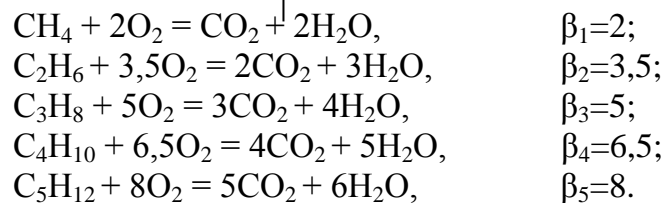
$\varphi(\text{CH}_4) = 58\%$; $\varphi(\text{C}_2\text{H}_6) = 7,2\%$;
 $\varphi(\text{C}_3\text{H}_8) = 8,5\%$; $\varphi(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 7,0\%$;
 $\varphi(\text{C}_5\text{H}_{12}) = 5,8\%$; $\varphi(\text{CO}_2) = 3\%$;
 $\varphi(\text{N}_2) = 10,5\%$.

$V_{\text{гр}} = 10 \text{ м}^3$; $\alpha = 1,7$; $t_{\text{гр}} = 1000^\circ\text{C}$

$V_{\text{пов}} - ?$; $V_{\text{пр}} - ?$

Розв'язання:

1. Визначаємо стехіометричні коефіцієнти в рівняннях реакції горіння для кожного компоненту газової суміші:



2. Розрахунок об'єму повітря під час згорання складної газової суміші з відомим складом компонентів газової суміші певного об'єму горючого газу проводять за формулою:

$$V = \frac{\sum \beta A - O_2}{21} \cdot V_{\text{г.г.}},$$

де $\sum \beta A$ – алгебраїчна сума добутку стехіометричного коефіцієнта повітря кожного компонента суміші (β) та масова частка компонента (A) в складній суміші, O_2 – масова частка кисню в горючому газі, $V_{\text{г.г.}}$ – об'єм горючого газу.

$$V = \frac{(2 \cdot 58 + 3,5 \cdot 7,2 + 5 \cdot 8,5 + 6,5 \cdot 7 + 8 \cdot 5,8)}{21} \cdot 10 = 131,23 \text{ м}^3$$

3. Загальний об'єм повітря з урахуванням надлишку повітря α визначаємо за формулою:

$$V_{\text{пов}(\alpha)} = V_{\text{пов}(t)} \cdot \alpha, V_{\text{пов}(\alpha)} = 131,23 \cdot 1,7 = 223,10 \text{ м}^3.$$

Надлишок повітря дорівнює $V_{\text{пов}(\text{н})} = 223,10 - 131,23 = 91,861 \text{ м}^3$. Надлишок повітря складається із азоту (79%) і кисню (21%). Відповідно кожного компоненту в розрахованому об'ємі міститься:

$$\text{надлишок азоту } V(\text{N}_2) = 91,87 \cdot 0,79 = 72,57 \text{ м}^3;$$

$$\text{надлишок кисню } V(\text{O}_2) = 91,87 \cdot 0,21 = 19,29 \text{ м}^3$$

4. Для визначення об'ємів продуктів горіння 1 м^3 газу, за нормальних умов, користуємось таблицею 6 додатків.

Таблиця 6 – Склад продуктів горіння 1 м³ газу за нормальних умов.

Масова частка компонентів у суміші, %	Об'єм продуктів горіння на 1 м ³ речовини			
	CO ₂ , м ³	H ₂ O, м ³	N ₂ , м ³	O ₂ , м ³
Водень	-	1,0	1,88	-
Карбон (IV) оксид	1,0	-	1,88	-
Сірководень	-	1,0	5,64	1,0
Метан	1,0	2,0	7,52	-
Ацетилен	2,0	1,0	9,4	-
Етилен	2,0	2,0	11,28	-
Етан	2,0	3,0	13,16	-
Пропан	3,0	4,0	16,8	-
Бутан	4,0	5,0	24,44	-
Пентан	5,0	6,0	30,08	-

Для визначення об'єму продуктів горіння, що утворюється у результаті згорання 1 м³ газу наступного складу: метан CH₄ – 58%, етан C₂H₆ – 7,2%, пропан C₃H₈ – 8,5%, бутан C₄H₁₀ – 7,0%, пентан C₅H₁₂ – 5,8%, вуглекислий газ CO₂ – 3%, азот N₂ – 10,5%, записуємо значення масових часток компонентів суміші у таблицю 6 додатків та розраховуємо об'єм продуктів горіння (за нормальних умов), склавши таблицю 6.1.

Таблиця 6.1 – Об'єм продуктів горіння на 1 м³ газу наступного складу: метан CH₄ – 58%, етан C₂H₆ – 7,2%, пропан C₃H₈ – 8,5%, бутан C₄H₁₀ – 7,0%, пентан C₅H₁₂ – 5,8%, вуглекислий газ CO₂ – 3%, азот N₂ – 10,5%.

Масова частка компонентів у суміші, %	Об'єм продуктів горіння на 1 м ³ речовини			
	CO ₂ , м ³	H ₂ O, м ³	N ₂ , м ³	O ₂ , м ³
Метан – 0,58	0,58·1,0	0,58·2,0	0,58·7,52	-
Етан – 0,072	0,072·2,0	0,072·3,0	0,072·13,16	-
Пропан – 0,085	0,085·3,0	0,085·4,0	0,085·16,8	-
Бутан – 0,058	0,058·4,0	0,058·5,0	0,058·24,44	-
Азот – 0,105	-	-	0,105	-
CO ₂ – 0,03	0,03	-	-	-
Надлишок повітря			72,57:1000= 0,072	19,29:1000 =0,019
Разом:	1,552	2,066	10,37	0,019

Таким чином, під час згорання 1 м³ газу, за нормальних умов, виділяється: 1,552 м³ вуглекислого газу; 2,066 м³ парів води; 10,37 м³ азоту та 0,019 кисню.

Загальний об'єм продуктів горіння, що утворюється під час згорання 1 м³ газу складає: $V_{\text{пр}} = 1,552 + 2,066 + 10,37 + 0,019 = 14,007 \text{ м}^3/\text{м}^3$, відповідно об'єм продуктів горіння, що утворюється під час згорання 10 м³ газу дорівнює – 140,07 м³.

5. Визначаємо об'єм продуктів горіння за температури 1000°C, для цього використовуємо об'єднаний газовий закон:

$$\frac{PV_t}{T} = \frac{P_0V_0}{T_0}$$

де $T_0 = 273\text{K}$, $P_0 = 101,325\text{ кПа}$, V_0 – об'єм продуктів горіння за нормальних умов, T – задана температура, P – заданий тиск, V_t – об'єм газу (продуктів горіння) за вказаних умов:

$$V_t = \frac{V_0 P_0 T}{T_0 P}, V_t = \frac{140,07 \cdot 101,325 (273+1000)}{273 \cdot 101,325} = 635,14\text{ м}^3.$$

Відповідь: в процесі згорання 10 м³ газу необхідно 223,1 м³ повітря, за цих умов утворюється 635,14 м³ продуктів горіння.

Задача 49.

Визначте об'єм повітря, об'єм і відсотковий склад продуктів горіння 5 кг торфу наступного складу: С (%) = 57,91, Н(%) = 5,25, О(%) = 35,1, S(%) = 1,10 за температури 15°C і тиску 98,659 кПа. Температура горіння 1200°C.

Дано:

Горюча речовина – торф.
Склад:
W(C)= 57,91%; W(O) = 35,1%;
W(H) = 5,25%; W(S) = 1,10%;
P = 98,659 кПа; $t_1 = 15^\circ\text{C}$;
 $t_{\text{гор}} = 1200^\circ\text{C}$.

$V_{\text{пов}} - ?$; $V_{\text{гор}} - ?$; W(N₂)-?;
W(CO₂)-?; W(H₂O)- ?; W(SO₂)- ?

Розв'язування:

1. Визначаємо об'єм повітря, який необхідний для повного згорання торфу за нормальних умов: $t_0 = 0^\circ\text{C}$; P = 101,325 кПа;
 $V_{\text{нов}} = 0,269 \left(\frac{\% \text{C}}{3} + \% \text{H} - \frac{\% \text{O} - S \%}{8} \right) \text{ м}^3$;

$$V_{\text{нов}} = 0,269 \left(\frac{57,9}{3} + 5,25 - \frac{35,1 - 1,1}{8} \right) 5 = 27,3\text{ м}^3.$$

2. Визначаємо об'єм повітря за температури 15°C і тиску 98,659 кПа, для цього використовуємо об'єднаний газовий закон:

$$\frac{PV(t)}{T} = \frac{P_0V_0}{T_0}$$

де $T_0 = 273\text{K}$, $P_0 = 760\text{ мм рт. ст.}$, V_0 – об'єм повітря необхідний для згорання 5 кг торфу за нормальних умов, T – задана температура, P – заданий тиск, $V_{\text{нов}(t)}$ – об'єм повітря за вказаних умов:

$$V_{\text{нов}(t)} = \frac{V_0 P_0 T}{T_0 P}, V_{\text{нов}(t)} = \frac{27,3 \cdot 101,325 \cdot (273+15)}{273 \cdot 98,659} = 29,38\text{ м}^3.$$

3. Для визначення об'ємів продуктів горіння 1 кг твердої речовини за нормальних умов користуємось таблицею 7 додатків.

Для визначення об'єму продуктів горіння, що утворюється в результаті згорання 1кг торфу наступного складу: С (%) = 57,91, Н(%) = 5,25, О(%)=35,1, S(%) = 1,10 записуємо значення масових часток компонентів у таблицю 7 додатків та розраховуємо об'єм продуктів горіння (за нормальних умов), склавши таблицю 7.1.

Таблиця 7 – Склад продуктів горіння (м³), під час згорання 1 кг речовини за нормальних умов

Компонент складної речовини	Об'єм продуктів горіння на 1 кг речовини				
	CO ₂ , м ³	H ₂ O, м ³	N ₂ , м ³	SO ₂ , м ³	P ₂ O ₅ , м ³
Карбон	1,86	-	-	7,0	-
Гідроген	-	11,2	-	21,0	-
Сульфур	-	-	0,7	2,63	-
Фосфор	-	-	-	4,7	0,36
Азот в топтиві	-	-	-	0,8	-
Азот за рахунок кисню	-	-	-	2,63	-
Волога	-	1,24	-	-	-

Таблиця 7.1 – Об'єм продуктів горіння, що утворюється в результаті згорання 1 кг торфу наступного складу: С (%) = 57,91, Н(%) = 5,25, О (%)=35,1, S (%) = 1,10 (за нормальних умов)

Вміст елемента в 1 кг речовини	Об'єм продуктів горіння на 1 кг речовини				
	CO ₂ , м ³	H ₂ O, м ³	N ₂ , м ³	SO ₂ , м ³	P ₂ O ₅ , м ³
Карбон – 0,579 кг	0,579 · 1,86	-	-	0,579 · 7,0	-
Гідроген – 0,0525 кг	-	0,0525 · 11,2	-	0,0525 · 21,0	-
Сульфур – 0,011 кг	-	-	0,011 · 0,7	0,011 · 2,63	-
Оксиген – 0,351 кг	-	-	-	0,351 · 2,63	-
Разом:	1,077	0,588	7,7 · 10 ⁻³	4,261	

Таким чином, під час згорання 1 кг торфу за нормальних умов виділилося: 1,077 м³ вуглекислого газу; 0,588 м³ парів води; 7,7 · 10⁻³ м³ сульфур (IV) оксиду і 4,261 м³ азоту. Загальна кількість продуктів горіння на 1 кг торфу складає:

$$V_{\text{пр}} = 1,077 + 0,588 + 7,7 \cdot 10^{-3} + 4,261 = 5,934 \text{ м}^3/\text{кг}.$$

4. Визначаємо об'єм продуктів горіння 5 кг торфу за нормальних умов:
 $V_{\text{пр}} = V_{\text{пр}} \cdot m; V_{\text{пр}} = 5,934 \cdot 5 = 29,67 \text{ м}^3.$

5. Визначаємо об'єм продуктів горіння за вказаних умов:

$$V_{\text{пр}t} = \frac{V_{\text{пр}} \cdot T_{\text{пр}} \cdot P_0}{T_0 \cdot P_1}, V_{\text{пр}t} = \frac{29,67 \cdot 101,325 \cdot 273 + 1200}{98,659 \cdot 273} = 164,41 \text{ м}^3.$$

6. Визначаємо відсотковий склад продуктів горіння. За 100% вважаємо об'єм продуктів горіння 1 кг торфу за нормальних умов, що складає 5,934 м³.

$$\%CO_2 = \frac{1,077 \cdot 100}{5,934} = 18,15\%; \%H_2O = \frac{0,588 \cdot 100}{5,934} = 9,91\%;$$

$$\%SO_2 = \frac{7,7 \cdot 10^{-3} \cdot 100}{5,934} = 0,13\%; \%N_2 = \frac{4,261 \cdot 100}{5,934} = 71,81\%.$$

Відповідь: для згорання 5 кг торфу необхідно 29,38 м³ повітря, за цих умов виділяється 164,41 м³ продуктів горіння такого складу: CO₂ = 18,15%; H₂O = 9,91%; SO₂ = 0,13%; N₂ = 71,81%.

Задача 50.

Провести розрахунок процесу горіння газу наступного складу: H_2 – 50%, CO – 48%, N_2 – 2%. Горіння відбувається за $\alpha = 1,5$.

Дано:

$\varphi(H_2) = 50\%$;

$\varphi(CO) = 48\%$

$\varphi(N_2) = 2\%$;

$V_{гр} = 1 \text{ м}^3$; $\alpha = 1,5$;

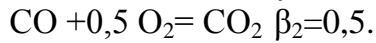
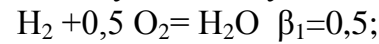
$V_{пов} - ?$; $V_{пр} - ?$

$W(CO_2) - ?$; $W(H_2O) - ?$;

$W(O_2) - ?$; $W(N_2) - ?$

Розв'язання:

1. Визначаємо стехіометричні коефіцієнти в рівняннях реакції горіння для кожного компоненту газової суміші:



2. Розраховуємо об'єм повітря необхідного для згорання 1 м^3 газу:

$$V_{пов} = \frac{\sum \beta A - O_2}{21} \cdot V_{г.г.},$$

де $\sum \beta A$ – алгебраїчна сума добутку стехіометричного коефіцієнта повітря кожного компонента газу (β) та масова частка компонента (A) в складній суміші, O_2 – масова частка кисню в горючому газі, $V_{г.г.}$ – об'єм горючого газу.

$$V_{пов} = \frac{(0,5 \cdot 50 + 0,5 \cdot 48)}{21} \cdot 1 = 2,333 \text{ м}^3$$

3. Загальний об'єм повітря з урахуванням надлишку повітря α визначаємо за формулою: $V_{пов(\alpha)} = V_{пов(t)} \cdot \alpha$, $V_{пов(\alpha)} = 2,333 \cdot 1,5 = 3,3995 \text{ м}^3$. Надлишок повітря дорівнює $V_{пов(н)} = 3,3995 - 2,333 = 1,166 \text{ м}^3$. Надлишок повітря складається із азоту (79%) і кисню (21%). Відповідно кожного компоненту в розрахованому об'ємі міститься:

надлишок азоту $V(N_2) = 1,166 \cdot 0,79 = 0,9211 \text{ м}^3$;

надлишок кисню $V(O_2) = 1,166 \cdot 0,21 = 0,2448 \text{ м}^3$

4. Для визначення об'ємів продуктів горіння 1 м^3 газу за нормальних умов користуємось таблицею 6 додатків. Вносимо в таблицю 6 значення масових часток компонентів газу та розраховуємо об'єм продуктів горіння (за нормальних умов), склавши таблицю 6.2.

Таблиця 6 – Склад продуктів горіння 1 м^3 газу за нормальних умов.

Масова частка компонентів у суміші, %	Об'єм продуктів горіння на 1 м^3 речовини			
	$CO_2, \text{ м}^3$	$H_2O, \text{ м}^3$	$N_2, \text{ м}^3$	$O_2, \text{ м}^3$
Водень	-	1,0	1,88	-
Карбон (IV) оксид	1,0	-	1,88	-
Сірководень	-	1,0	5,64	1,0
Метан	1,0	2,0	7,52	-
Ацетилен	2,0	1,0	9,4	-
Етилен	2,0	2,0	11,28	-
Етан	2,0	3,0	13,16	-
Пропан	3,0	4,0	16,8	-
Бутан	4,0	5,0	24,44	-
Пентан	5,0	6,0	30,08	-

Таблиця 6.2 – Об'єм продуктів горіння на 1 м³ газу наступного складу: Н₂ – 50%, СО – 48%, N₂ – 2%.

Масова частка компонентів у суміші, %	Об'єм продуктів горіння на 1 м ³ речовини			
	СО ₂ , м ³	Н ₂ О, м ³	N ₂ , м ³	О ₂ , м ³
Н ₂ – 0,5		1·0,5=0,5	1,88·0,6	-
СО – 0,48	1·0,48=0,48	0,072·3,0	1,88·0,48=0,9024	-
N ₂ – 0,02			0,02	-
Надлишок повітря			0,9211	0,2448
Разом:	0,48	0,5	2,7835	0,2448

Таким чином, під час згорання 1 м³ газу за нормальних умов виділяється: 0,48 м³ вуглекислого газу; 0,5 м³ парів води; 2,7835 м³ азоту та 0,2448 кисню.

Загальний об'єм продуктів горіння, що утворюється під час згорання 1 м³ газу складає: $V_{\text{пр}} = 0,48 + 0,5 + 2,7835 + 0,2448 = 4,0083 \text{ м}^3/\text{м}^3$.

Визначаємо відсотковий склад продуктів горіння. За 100% вважаємо об'єм продуктів горіння 1 м³ газу за нормальних умов, що складає 4,0074 м³.

$$\begin{aligned} \%CO_2 &= \frac{0,48 \cdot 100}{4,0083} = 11,98\%; \quad \%H_2O = \frac{0,5 \cdot 100}{4,0083} = 12,47\%; \\ \%O_2 &= \frac{0,2448 \cdot 100}{4,0083} = 6,11\%; \quad \%N_2 = \frac{2,7835 \cdot 100}{4,0083} = 69,45\%. \end{aligned}$$

Відповідь: для згорання 1 м³ газу за нормальних умов необхідно 3,3995 м³ повітря, за цих умов виділяється 4,0083 м³ продуктів горіння такого складу: СО₂ = 11,98%; Н₂О = 12,47%; О₂ = 6,11%; N₂ = 69,45%.

Приклади відповідей на теоретичні питання

1. Поясніть, який тип хімічного зв'язку називається йонним, а який ковалентним.

Відповідь. Для пояснення хімічного зв'язку між атомами електронегативність яких різко відрізняється запропонована теорія йонного зв'язку:

- атом з меншою електронегативністю віддає електрон, перетворюючись на позитивно заряджений йон (катіон): $A = K^+ + e$;

- атом з більшою електронегативністю приєднує електрон, перетворюючись на негативно заряджений йон (аніон): $A + e = A^-$;

- протилежно заряджені йони притягуються між собою, зближуючись доти поки, сили притягування не урівноважаться силами відштовхування електронних оболонок: $K^+ + A^- = KA$.

Цей зв'язок має електростатичний характер.

На відміну від ковалентного йонний зв'язок не має спрямованості та насиченості. Відсутність таких властивостей призводить до того, що кожний йон оточений максимальною кількістю йонів, які мають протилежний знак. Тому всі йонні сполуки в твердому агрегатному стані мають йонну кристалічну ґратку. При цьому протилежно заряджені йони впливають один на одного, тобто йони поляризуються. Отже, електрони зміщуються з зовнішньої оболонки щодо ядра. Поляризація йонів

приводить до зменшення ступеня йонності зв'язку та до збільшення ковалентної складової.

Процес поляризації — двобічний. Поряд з поляризацією йонів спостерігається їх поляризуюча дія на сусідні йони.

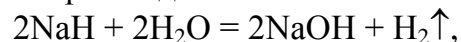
100% -го йонного зв'язку не існує. За умови утворення зв'язку найчастіше відбувається часткове зміщення електронної густини до атомів з більшою електронегативністю, внаслідок чого електронна густина біля атомів змінюється. Цю зміну можна врахувати, якщо приписати атомам деякий ефективний заряд (σ), який характеризується асиметрією електронної хмари.

Ефективні заряди атомів – дробові величини і за абсолютними значеннями менші, ніж відповідні ступені окиснення. Якщо визначити відношення ефективного заряду до ступеня окиснення, можна оцінити частку (внесок) йонного зв'язку в молекулі. Так, для NaCl, ефективні заряди Натрію $=+0,8$, Хлору $=-0,8$, а ступені окиснення відповідно $+1$ і -1 , частка йонного зв'язку дорівнює $0,8$, або зв'язок на 80% є йонним. Для хлороводню ефективні заряди становлять $+0,17$ для атома Гідрогену і $-0,17$ для атома Хлору, тобто зв'язок є йонним на 17% (на 83% ковалентний). У молекули води ефективні заряди атомів Н і О відповідно дорівнюють $+0,33$ і $-0,66$, відношення σ до ступеня окиснення обох атомів дорівнює $0,33$, тобто зв'язок на 33% є йонним і на 67% – ковалентним. За $\Delta EN > 1,8-1,9$ зв'язок стає переважно йонним. Оскільки найбільша електронегативність властива атому Флуору ($4,0$), а найменша – лужним металам (~ 1), можна зробити висновок, що навіть у фторидів лужних металів, коли $\Delta EN > 2$ зв'язок не є йонним на 100% . Навпаки, для молекул, що складаються з атомів одного елемента (H_2 , Cl_2 , N_2) різниця електронегативностей дорівнює нулю, зв'язок на 100% ковалентний (неполярний). Отже, полярність хімічного зв'язку визначається зміщенням електронів до атома з більшою електронегативністю і залежить від різниці електронегативностей (ΔEN) та вимірюється ефективним зарядом атомів (часткою йонного зв'язку).

2. Що таке гідриди металів? Чи можна для їхнього гасіння використовувати воду? Відповідь обґрунтувати рівняннями реакцій.

Відповідь. Гідриди металів – сполуки металів з Гідрогеном.

Гідриди металів реагують з водою з виділенням водню, що може утворювати вибухонебезпечні суміші в повітрі з виділенням великої кількості теплоти:



тому воду заборонено використовувати для гасіння гідридів металів (особливо лужних металів).

3. Який склад має повітря? Яка складова частина повітря підтримує горіння?

Відповідь. На пожежі окисником є кисень повітря, який бере безпосередню участь у процесі окиснення горючих матеріалів. Але кисень до зони горіння надходить не в чистому вигляді, а разом з іншими компонентами повітря, найголовнішим з яких є азот. Враховуючи, що всі інші інертні гази містяться у повітрі в незначній кількості (не більше 1%), їх кількість об'єднують із азотом, тому склад повітря умовно приймають таким: азот – 79% об'єму, кисень – 21% об'єму. Таким чином, при спалюванні на один моль кисню, що бере участь у реакції горіння, припадає $79:21 = 3,76$ моль азоту.

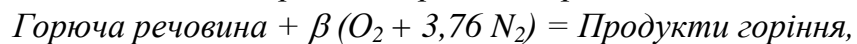
Методика складання рівнянь реакцій горіння дещо відрізняється від методики складання рівнянь хімічних реакцій. При складанні рівнянь реакції горіння необхідно враховувати наступні особливості.

1. Рівняння складається на 1 моль (кмоль) горючої речовини. У рівнянні реакції горіння можуть бути наявні і дробові стехіометричні коефіцієнти.

2. Горіння на пожежі протікає в середовищі повітря. Склад повітря записується в молях як ($O_2 + 3,76 N_2$).

3. Вважається, що утворюються тільки продукти повного згорання, а повітря надходить у стехіометричному співвідношенні. Число молів повітря, що необхідне для повного згорання горючої речовини, визначається *стехіометричним коефіцієнтом* β .

Тоді загальний вид рівняння реакції горіння можна записати як:



де β - стехіометричний коефіцієнт у рівнянні реакції.

4. Що таке поверхнево-активні речовини? Їх використання в пожежогасінні.

Поверхнево-активні речовини (ПАР) – речовини дифільного характеру, тобто їхні молекули складаються з двох частин – полярної групи та неполярного вуглеводневого радикалу, що представлено на рис. 1

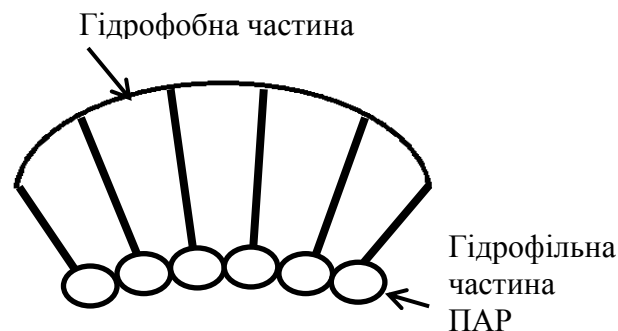


Рис. 1. – Схема утворення пінної бульбашки

Під час адсорбції ПАР на межі розділу "рідина – газ" їхні полярні (гідрофільні) групи знаходяться у рідині, а неполярні (гідрофобні) групи перебувають у газовій фазі. Полярна група (гідрофільна), добре гідратується це обумовлює спорідненість ПАР до води. Гідрофобний (ліпофільний) вуглеводневий радикал є причиною зниження розчинності цих сполук.

Таке розташування полярної та неполярної частин молекул ПАР зумовлено їхньою взаємодією з полярним та неполярним середовищами відповідно. Оскільки гідрофобні частинки молекул ПАР мають низьку полярність, поверхневий натяг їхніх розчинів зменшується порівняно з поверхневим натягом рідини без додавання ПАР. ПАР здатні адсорбуватися на поверхні розділу двох фаз, та внаслідок цього знижувати поверхневий натяг. Зниження поверхневого натягу зумовлює здатність розчинів ПАР утворювати піну. Піна – комірково-плівкова система, окремі бульбашки (комірки) якої пов'язані одна з одною у загальному

каркасі розділяючими плівками. Бульбочки піни можуть мати великі розміри (декілька сантиметрів).

Швидкість формування цього шару визначається швидкістю дифузії молекул ПАР із водного розчину до поверхні розділу фаз. Процес утворення піни складний через одночасний вплив багатьох фізико-хімічних, фізико-технічних та інших факторів. Закономірності, якими описується цей процес, суттєво залежать від умов проведення технологічного процесу.

Поверхнево-активні речовини поділяються на: йоногенні та нейоногенні.

Нейоногенні ПАР (НПАР) знаходяться в розчині у вигляді молекул, йонів не утворюють.

Йоногенні ПАР поділяються на:

- катіоноактивні,
- аніоноактивні,
- амфолітні.

У більшості випадків для виробництва піноутворювачів для гасіння пожеж застосовують аніоноактивні ПАР, водні розчини яких мають високу піноутворювальну здатність. Піна, що утворюється з водних розчинів аніоноактивних ПАР, у більшості випадків переважає за стійкістю піну, що утворюється з водних розчинів катіоноактивних та нейоногенних ПАР.

Концентрація робочих розчинів піноутворювачів встановлюється нормативним документом на конкретний піноутворювач. Піноутворювачі можуть бути використані для одержання повітряно-механічної піни різної кратності з робочих розчинів у разі використання штатного пожежного обладнання, а також змочувальних розчинів.

Піноутворювачі можуть застосовуватись під час ліквідації наслідків аварій та інших надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру, у тому числі покриття злітно-посадочних смуг під час аварійної посадки літаків, для ізоляції розливів пального, амоніаку, з метою пилоосадження, гасіння пожеж. Можуть застосовуватись в усіх видах протипожежного обладнання (пожежні автомобілі, вогнегасники, стаціонарні установки пожежогасіння).

Таблиця 1 – Термодинамічні функції деяких неорганічних речовин

Речовина	Ентальпія $\Delta H_{f,298K}$ Дж/моль	Ентропія ΔS_{298K} Дж/моль К	Енергія Гіббса ΔG_{298K} Дж/моль
Al (г)	326,3	164,4	288,7
Al (к)	0	28,3	0
Al ₂ O ₃ (к)	-1766,0	50,9	-1582,3
Au ₂ O ₃	-13,0	134,3	78,7
Ba (г)	174,6	170,1	144,8
Ba (к)	0	67,0	0
BaCO ₃ (к)	-1219,0	112,0	1132,8
BaO (к)	-558,1	70,3	-525,8
BaO ₂ (к)	-629,7	65,7	-587,9
Ba(OH) ₂	-950,0	124,0	-855,4
BeO (к)	-598,2	14,1	-582,1
C (г)	712,5	157,9	669,7
C (алмаз)	1,8	2,4	2,83
C (графіт)	0	5,7	0
CO (г)	-110,5	197,5	137,2
CO ₂ (г)	-393,5	213,7	-394,0
CH ₄ (г)	-74,8	186,2	-50,8
C ₂ H ₄ (г)	52,3	219,4	68,1
Ca (г)	177,3	154,8	143,6
Ca (к)	0	41,6	0
CaCO ₃ (к)	-1206,9	92,9	-1128,4
CaO (к)	-635,5	39,7	-603,5
CaO ₂ (к)	-651,7	43,1	598,0
Ca(OH) ₂ (к)	-986,6	76,1	-897,5
CaSiO ₃ (к)	1636	81,9	-1550,8
CdO	-260,0	54,8	-229,3
Cl ₂ (г)	0	222,9	0
Cr ₂ O ₃ (к)	-1140,6	81,2	-1059,0
Cs ₂ O (к)	-317,6	123,8	-274,5
CsOH (к)	-406,7	93,3	-362,3
CuO (к)	-162,1	42,6	129,4
Cu ₂ O (к)	-173,2	92,9	-155
F ₂ (г)	0	202,9	0
Fe (к)	0	27,2	0
FeO (к)	-264,8	60,7	-244,3
Fe ₂ O ₃ (к)	-822,2	87,4	
Fe ₃ O ₄ (к)	-1117,1	146,2	-1014,2
H ₂ (г)	0	130,6	0
HCl (г)	-91,8	186,8	-94,8
HF (г)	-270,9	173,7	-272,9
H ₂ O (г)	-241,8	188,7	-228,6
H ₂ O (р)	-285,8	70,1	-237,2
H ₂ O (к)	-291,8	89,3	
K (к)	0	71,4	0
K ₂ O	363,2	94,1	-322,1
KOH (к)	-425,8	79,3	-380,2

<i>Речовина</i>	<i>Ентальпія ΔH_{f298}° кДж/моль</i>	<i>Ентропія ΔS_{298} Дж/моль К</i>	<i>Енергія Гіббса ΔG_{298}° кДж/моль</i>
KCl (к)	-435,9	82,6	-408,0
KClO ₃ (к)	-391,2	142,9	-289,9
Li ₂ O (к)	-595,8	37,9	-562,1
MgO (к)	-601,8	26,9	-569,6
MnO (к)	-385,1	61,5	-363,3
N ₂ (г)	0	199,9	0
NH ₃ (г)	-46,2	192,6	-16,7
NH ₄ Cl (к)	-314,2	95,8	-203,2
Na (к)	0	51,4	0
Na ₂ O (к)	-416,0	75,3	-377,1
NaOH (к)	-470	48,1	-419,2
NaCl	-411,1	72,1	-384,0
O ₂ (г)	0	205,0	0
O ₃ (г)	142,3	238,8	162,7
H ₂ O ₂ (р)	-187,8	109,5	-120,4
Hg (р)	0	75,9	0
PCl ₃ (г)	-287,0	3011,7	-260,5
PCl ₅ (г)	-366,0	364,5	-305,4
H ₃ PO ₄ (к)	-1279,0	110,5	-1019,1
PbO (к)	-219,3	66,2	-189,1
SO ₂ (г)	-286,9	248,1	-300,2
SO ₃ (г)	-496,1	256,4	-370,0
H ₂ S (г)	-21	205,7	-33,8
H ₂ SO ₄ (р)	-814,2	156,9	-690,3
SiO ₂ (к)	-908,3	42,7	-854,2
Ti (к)	-943,9	50,3	-888,6
TiO ₂ (к)	-943,9	50,3	-888,6
Zn (г)	130,7	95,2	160,9
Zn (к)	0	41,6	0

Таблиця 2 – Теплоти утворення органічних речовин

<i>Речовина</i>	<i>Формула</i>	<i>ΔH_f°, кДж/моль</i>
Акрилова кислота	C ₃ H ₄ O ₂	-336
Акролеїн	C ₃ H ₄ O	-58,5
Аліловий спирт	C ₃ H ₆ O	-131,8
Амілбензол	C ₁₁ H ₁₆	-34,4
Амілметилкетон	C ₇ H ₁₄ O	-291
Аміловий спирт	C ₅ H ₁₂ O	-302,5
Амілциклогексан	C ₁₁ H ₂₂	-233,8
Анілін	C ₆ H ₇ N	109
Ацетон	C ₃ H ₆ O	-217,57
Ацетонітрил	C ₂ H ₃ N	-25,62
Бензиловий спирт	C ₇ H ₈ O	-220,86
Бензол	C ₆ H ₆	82,9
Бутаналь	C ₄ H ₈ O	-205
Бутандіол-2,3	C ₄ H ₁₀ O ₂	-445,5
Бутанова кислота	C ₄ H ₈ O ₂	-486,3

<i>Речовина</i>	<i>Формула</i>	<i>ΔH°_f, кДж/моль</i>
Бутанол	$C_4H_{10}O$	-274,6
Бутанон	C_4H_8O	-238,3
Бутилбензол	$C_{10}H_{14}$	-13,7
Бутилметилкетон	$C_6H_{12}O$	-272
Бутилфенол	$C_{10}H_{14}O$	-285,12
Бутилформіат	$C_5H_{10}O_2$	-437,6
Валеріанова кислота	$C_5H_{10}O_2$	-490,4
Валеріановий альдегід	$C_5H_{10}O$	-227,8
Валеролактон	$C_5H_8O_2$	-421,14
Гексадиєн	C_6H_{10}	-94,1
Гексан	C_6H_{14}	-167,2
Гексилметилкетон	$C_8H_{16}O$	-311,7
Гексиловий спирт	$C_6H_{14}O$	-319,8
Гептан	C_7H_{16}	-187,7
Декан	$C_{10}H_{22}$	-249,6
Диацетоновий спирт	$C_6H_{12}O_2$	-425
Дибутіловий ефір	$C_8H_{18}O$	-333,9
Дипропіловий ефір	$C_6H_{14}O$	-293,4
Диетиламін	$C_4H_{11}N$	-137,34
Диетилєнглїколь	$C_4H_{10}O_3$	-642,84
Диетилїзопропілметан	C_8H_{18}	-211,2
Диетилкетон	$C_5H_{10}O$	-252
Диетіловий ефір	$C_4H_{10}O$	-252,2
Диїзопропілкетон	$C_7H_{14}O$	-291
Диоксан	$C_4H_8O_2$	-434,16
Додекан	$C_{12}H_{26}$	-290,9
Етилацетат	$C_4H_8O_2$	-442,9
Етилбензол	C_8H_{10}	29,9
Етиленглїколь	$C_2H_6O_2$	-453,8
о-Етилтолуол	C_9H_{12}	1,6
Етилформіат	$C_3H_6O_2$	-371,2
Етилциклогексан	C_8H_{16}	-171,7
Ізоаміловий спирт	$C_5H_{12}O$	-302
Ізобутилацетат	$C_6H_{12}O_2$	-535,5
Ізопропенїлбензол	C_9H_{10}	-112,9
м-Крезол	C_7H_8O	-158
Ксилїдин	$C_8H_{11}N$	-85,26
м-Ксилол	C_8H_{10}	17,25
Кумол	C_9H_{12}	-21,5
Метанол	CH_4O	-201,3
Метилацетат	$C_3H_6O_2$	-409,1
Метилбутират	$C_5H_{10}O_2$	-485
Метилгексан-2	C_7H_{16}	-194,9
Метилпентальдегід	$C_6H_{12}O$	-249,1
Метилпропіонат	$C_4H_8O_2$	-438,8
Метилпропілкетон	$C_5H_{10}O$	-258,6
Метилформіат	$C_2H_4O_2$	-349,8
Метилциклогексан	C_7H_{14}	-154,7

<i>Речовина</i>	<i>Формула</i>	<i>ΔH_f°, кДж/моль</i>
Метилциклопентан	C_6H_{12}	-106,6
Метоксиетилацетат	$C_5H_{10}O_3$	-573,6
Мурашина кислота	CH_2O_2	-210,6
Нонан	C_9H_{20}	-229
Ноніловий спирт	$C_9H_{20}O$	-387
Октан	C_8H_{18}	-208
Октаналь	$C_8H_{16}O$	-643,96
Октанова кислота	$C_8H_{16}O_2$	-565,3
Октиловий спирт	$C_8H_{18}O$	-357
Октилциклогексан	$C_{14}H_{28}$	-295,6
Оцтова кислота	$C_2H_4O_2$	-437,3
Оцтовий ангідрид	$C_4H_6O_3$	-328
Пентан	C_5H_{12}	-146,4
Пентанол-2	$C_5H_{12}O$	-314,13
Піридин	C_5H_5N	140,6
Пірол	C_4H_5N	63
Пропаналь	C_3H_6O	-221,7
Пропанол	C_3H_8O	-257,7
Пропіламін	C_3H_9N	-101,5
Пропілбензол	C_9H_{12}	-7,9
Пропілбутират	$C_7H_{14}O_2$	-556,8
Пропіленгліколь	$C_3H_8O_2$	-499,9
Пропілетилкетон	$C_6H_{12}O$	-272
Пропілформіат	$C_4H_8O_2$	- 417
Пропілциклогексан	C_9H_{18}	-193,3
Пропілциклопентан	C_8H_{16}	-148
Пропіонова кислота	$C_3H_6O_2$	-466
Пропіоновий ангідрид	$C_6H_{10}O_3$	-289
Стирол	C_8H_8	155,6
Тетрагідрофуран	C_4H_8O	-214
Тетраметилпентан	C_9H_{20}	-273,2
Толуол	C_7H_8	50,17
Триметилбензол	C_9H_{12}	-9,46
Триметилгексан	C_9H_{20}	-254
Ундеканол	$C_{11}H_{24}O$	-422,5
Фенілетиловий ефір	$C_8H_{10}O$	-84

Таблиця 3 – Значення електронегативностей (ЕН) елементів

№п/п	Елемент	ЕН	№п/п	Елемент	ЕН
1	H	2,1	19	Ge	1,8
2	Li	1,0	20	Sn	1,8
3	Na	0,9	21	Pb	1,8
4	K	0,8	22	N	3,0
5	Rb	0,8	23	P	2,1
6	Cs	0,7	24	As	2,0
7	Be	1,5	25	Sb	1,9
8	Mg	1,2	26	Bi	1,9
9	Ca	1,0	27	O	3,5
10	Sr	1,0	28	S	2,6
11	Ba	0,9	29	Se	2,4
12	B	2,0	30	Te	2,1
13	Al	1,5	31	Po	2,0
14	Ga	1,6	32	F	4,0
15	In	1,7	33	Cl	3,0
16	Tl	1,8	34	Br	2,8
17	C	2,5	35	I	2,5
18	Si	1,9	36	At	2,2

Таблиця 4 – Класифікація електролітів за їх силою (значення $K_{\text{дис.}}$ першого ступеня у водних розчинах за $t = 25^{\circ}\text{C}$)

№ п/п	Сполука	K_1	Тип електроліту
1	H ₂ O	$1,8 \cdot 10^{-16}$	Дуже слабкий
2	H ₃ BO ₃	$5,8 \cdot 10^{-9}$	Дуже слабкий
3	HClO	$3,2 \cdot 10^{-8}$	Дуже слабкий
4	NH ₄ OH	$1,8 \cdot 10^{-5}$	Слабкий
5	CH ₃ COOH	$1,7 \cdot 10^{-5}$	Слабкий
6	H ₂ CO ₃	$1,3 \cdot 10^{-4}$	Слабкий
7	AgOH	$5,0 \cdot 10^{-3}$	Слабкий
8	H ₂ SO ₃	$1,3 \cdot 10^{-2}$	Слабкий
9	LiOH	$6,8 \cdot 10^{-1}$	Сильний
10	HBrO ₃	$2,0 \cdot 10^{-1}$	Сильний
11	HIO ₃	$1,7 \cdot 10^{-1}$	Сильний
12	NaOH	5,9	Дуже сильний
13	HNO ₃	$4,4 \cdot 10^1$	Дуже сильний
14	H ₂ SO ₄	$1,0 \cdot 10^3$	Дуже сильний
15	HClO ₄	$1,0 \cdot 10^{10}$	Дуже сильний
16	HMnO ₄	$2,0 \cdot 10^2$	Дуже сильний

Таблиця 5 – Стандартні електродні потенціали

№ n/n	Електрод	E^0, B	№ n/n	Електрод	E^0, B
1	Eu ²⁺ /Eu	-3,95	20	Fe ²⁺ /Fe	-0,44
2	Li ⁺ /Li	-3,04	21	Cd ²⁺ /Cd	-0,40
3	K ⁺ /K	-2,92	22	Co ²⁺ /Co	-0,28
4	Cs ⁺ /Cs	-2,92	23	Ni ²⁺ /Ni	-0,25
5	Rb ⁺ /Rb	-2,92	24	Sn ²⁺ /Sn	-0,14
6	Ba ²⁺ /Ba	-2,90	25	Pb ²⁺ /Pb	-0,13
7	Sr ²⁺ /Sr	-2,89	26	Fe ³⁺ /Fe	-0,04
8	Ca ²⁺ /Ca	-2,87	27	2H ⁺ /H ₂	0,00
9	Na ⁺ /Na	-2,71	28	Sn ⁴⁺ /Sn	0,01
10	La ³⁺ /La	-2,46	29	Cu ²⁺ /Cu	0,34
11	Mg ²⁺ /Mg	-2,30	30	Cu ⁺ /Cu	0,52
12	Al ³⁺ /Al	-1,66	31	Fe ³⁺ /Fe ²⁺	0,77
13	Ti ²⁺ /Ti	-1,63	32	Hg ₂ ²⁺ /2Hg	0,78
14	Ti ³⁺ /Ti	-1,23	33	Hg ²⁺ /Hg	0,85
15	Mn ²⁺ /Mn	-1,18	34	Ag ⁺ /Ag	0,80
16	V ²⁺ /V	-1,18	35	V ³⁺ /V	1,17
17	Mo ³⁺ /Mo	-1,10	36	Pt ²⁺ /Pt	1,19
18	Zn ²⁺ /Zn	-0,76	37	Au ³⁺ /Au	1,50
19	Cr ³⁺ /Cr	-0,74	38	Au ⁺ /Au	1,69

Таблиця 6 – Склад продуктів горіння 1 м³ газу за нормальних умов в залежності від масової частки компонентів суміші

Масова частка компонентів у суміші, %	Об'єм продуктів горіння на 1 м ³ речовини			
	CO ₂ , м ³	H ₂ O, м ³	N ₂ , м ³	O ₂ , м ³
Водень	-	1,0	1,88	-
Карбон (IV) оксид	1,0	-	1,88	-
Сірководень	-	1,0	5,64	1,0
Метан	1,0	2,0	7,52	-
Ацетилен	2,0	1,0	9,4	-
Етилен	2,0	2,0	11,28	-
Етан	2,0	3,0	13,16	-
Пропан	3,0	4,0	16,8	-
Бутан	4,0	5,0	24,44	-
Пентан	5,0	6,0	30,08	-

Таблиця 7 – Склад продуктів горіння (м³), під час згорання 1 кг речовини за нормальних умов

Компонент складної речовини	Об'єм продуктів горіння на 1 кг речовини				
	CO ₂ , м ³	H ₂ O, м ³	N ₂ , м ³	SO ₂ , м ³	P ₂ O ₅ , м ³
Карбон	1,86	-	-	7,0	-
Гідроген	-	11,2	-	21,0	-
Сульфур	-	-	0,7	2,63	-
Фосфор	-	-	-	4,7	0,36
Азот в топливі	-	-	-	0,8	-
Азот за рахунок кисню	-	-	-	2,63	-
Волога	-	1,24	-	-	-

Таблиця 8 – Розчинність електролітів у воді

АНИОНИ	КАТІОНИ																			
	Li ⁺	Na ⁺	K ⁺	NH ₄ ⁺	Cu ²⁺	Ag ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Sr ²⁺	Ba ²⁺	Zn ²⁺	Al ³⁺	Sn ²⁺	Pb ²⁺	Cr ³⁺	Mn ²⁺	Ni ²⁺	Fe ²⁺	Fe ³⁺	
Cl ⁻	P	P	P	P	P	H	P	P	P	P	P	P	P	M	P	P	P	P	P	P
Br ⁻	P	P	P	P	P	H	P	P	P	P	P	P	P	M	P	P	P	P	P	P
I ⁻	P	P	P	P	-	H	P	P	P	P	P	P	P	H	P	H	P	-	P	P
NO ₃ ⁻	P	P	P	P	P	H	P	P	P	P	P	P	-	P	P	-	P	P	P	P
CH ₃ COO ⁻	P	P	P	P	P	M	P	P	P	P	P	P	-	P	-	P	P	-	P	P
S ²⁻	P	P	P	P	H	H	-	P	P	P	H	-	H	H	-	H	H	H	H	H
SO ₃ ²⁻	P	P	P	P	H	H	H	H	H	H	H	-	-	H	-	H	-	-	H	H
SO ₄ ²⁻	P	P	P	P	P	M	P	M	H	H	P	P	P	H	P	P	P	P	P	P
CO ₃ ²⁻	P	P	P	P	-	H	H	H	H	H	H	-	-	H	-	H	H	-	H	H
SiO ₃ ²⁻	P	P	P	-	-	H	H	H	H	H	H	H	-	H	-	H	H	H	H	H
CrO ₄ ²⁻	P	P	P	P	H	H	P	M	M	M	H	-	-	H	P	H	P	-	-	-
PO ₄ ³⁻	H	P	P	P	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
OH ⁻	P	P	P	P	H	-	H	M	M	P	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H

p - розчинна речовина, m- малорозчинна речовина, n – нерозчинна речовина, - не існує або розкладається водою

Періодична система хімічних елементів Д.І. Менделєєва

Період	Ряд	Г Р У П И																										
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII																			
1	1	H Гідроген Водень 1,0079														He Гелій 4,0026												
2	2	Li Літій 6,941	Be Берилій 9,012	B Бор 10,81	C Карбон Вуглець 12,011	N Нітроген Азот 14,0067	O Оксиген Кисень 15,999	F Флуор Фтор 18,998	Ne Неон 20,179																			
3	3	Na Натрій 22,990	Mg Магній 24,305	Al Алюміній 26,981	Si Силіцій Кремній 28,086	P Фосфор 30,973	S Сульфур Сірка 32,06	Cl Хлор 35,453	Ar Аргон 39,948																			
4	4	K Калій 39,098	Ca Кальцій 40,08	21 44,956	Sc Скандій 44,956	22 47,90	Ti Титан 47,90	23 50,941	V Ванадій 50,941	24 51,996	Cr Хром 51,996	25 54,938	Mn Манган Марганець 54,938	26 55,847	Fe Ферум Залізо 55,847	27 58,933	Co Кобальт 58,933	28 58,70	Ni Нікол Нікель 58,70									
	5	29 63,546	Cu Купрум Мідь 63,546	30 65,39	Zn Цинк 65,39	31 69,72	Ga Галій 69,72	32 72,59	Ge Германій 72,59	33 74,921	As Арсен Миш'як 74,921	34 78,96	Se Селен 78,96	35 79,904	Br Бром 79,904	36 83,80	Kr Криптон 83,80											
5	6	Rb Рубідій 85,468	Sr Стронцій 87,62	39 88,906	Y Ітрій 88,906	40 91,22	Zr Цирконій 91,22	41 92,906	Nb Ніобій 92,906	42 95,94	Mo Молибден 95,94	43 [98,906]	Tc Технецій [98,906]	44 101,07	Ru Рутеній 101,07	45 102,905	Rh Родій 102,905	46 106,4	Pd Паладій 106,4									
	7	47 107,868	Ag Аргентум Срібло 107,868	48 112,41	Cd Кадмій 112,41	49 114,82	In Індій 114,82	50 118,71	Sn Станум Олово, цина 118,71	51 121,75	Sb Стибій 121,75	52 127,60	Te Телур 127,60	53 126,904	I Іод Йод 126,904	54 131,30	Xe Ксенон 131,30											
6	8	Cs Цезій 132,91	Ba Барій 137,33	57 138,905	*La Лантан 138,905	72 178,49	Hf Гафній 178,49	73 180,948	Ta Тантал 180,948	74 183,85	W Вольфрам 183,85	75 186,207	Re Реній 186,207	76 190,2	Os Осмій 190,2	77 192,22	Ir Іридій 192,22	78 195,09	Pt Платина 195,09									
	9	79 196,967	Au Аурум Золото 196,967	80 200,59	Hg Меркурій Ртуть 200,59	81 204,37	Tl Талій 204,37	82 207,2	Pb Плюмбум Свинець, оливо 207,2	83 208,980	Bi Бісмут Вісмут 208,980	84 [209]	Po Полоній [209]	85 [210]	At Астат [210]	86 [222]	Rn Радон [222]											
7	10	Fr Францій [223]	Ra Радій 226,025	89 [227]	**Ac Актиній [227]	104 [261]	Unq Уннілквадій [261]	105 [262]	Unp Уннілпентій [262]	106 [263]	Unh Уннілгексій [263]	107 [264]	Uns Уннілсептій [264]		108 [265]	Uno Уннілоктій [265]	109 [266]	Une Унніленій [266]	110 [272]	Uun Уннілілій [272]								
Вищі оксиди		R_2O	RO	R_2O_3	RO_2	R_2O_5	RO_3	R_2O_7	RO_4																			
Леткі водневі сполуки					RH_4	RH_3	H_2R	HR																				
*Ланта-ноїди	58 140,12	Ce Церій 140,12	59 140,908	Pr Празеодим 140,908	60 144,24	Nd Неодим 144,24	61 [145]	Pm Прометій [145]	62 150,36	Sm Самарій 150,36	63 151,96	Eu Європій 151,96	64 157,25	Gd Гадоліній 157,25	65 158,925	Tb Тербій 158,925	66 162,50	Dy Диспрозій 162,50	67 164,93	Ho Гольмій 164,93	68 167,26	Er Ербій 167,26	69 168,934	Tm Тулій 168,934	70 173,04	Yb Ітербій 173,04	71 174,97	Lu Лютецій 174,97
**Акти-ноїди	90 232,038	Th Торій 232,038	91 [231]	Pa Протактиній [231]	92 238,029	U Уран 238,029	93 [237]	Np Нептуній [237]	94 [244]	Pu Плутоній [244]	95 [243]	Am Америцій [243]	96 [247]	Cm Кюрій [247]	97 [247]	Bk Берклій [247]	98 [251]	Cf Каліфорній [251]	99 [254]	Es Ейнштейній [254]	100 [257]	Fm Фермій [257]	101 [258]	Md Менделєвій [258]	102 [259]	No Нобелій [259]	103 [260]	Lr Лоуренсій [260]